

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO BIODIVERSIDADE E
CONSERVAÇÃO**

**MUDANÇA CLIMÁTICA, CONFIGURAÇÃO DA PAISAGEM
E SEUS EFEITOS SOBRE A FENOLOGIA E
BIODIVERSIDADE DE ANUROS**

Autor: Seixas Rezende Oliveira

Orientador: Dr. Matheus de Souza Lima Ribeiro

Coorientador: Dr. Alessandro Ribeiro de Moraes

RIO VERDE – GO
Fevereiro – 2018

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO BIODIVERSIDADE E
CONSERVAÇÃO**

**MUDANÇA CLIMÁTICA, CONFIGURAÇÃO DA PAISAGEM
E SEUS EFEITOS SOBRE A FENOLOGIA E
BIODIVERSIDADE DE ANUROS**

Autor: Seixas Rezende Oliveira

Orientador: Dr. Matheus de Souza Lima Ribeiro

Coorientador: Dr. Alessandro Ribeiro de Moraes

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO, no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e conservação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde - Área de Concentração Conservação dos recursos naturais.

RIO VERDE – GO

Fevereiro – 2018

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

OOL48m Oliveira, Seixas
Mudança climática, configuração da paisagem e seus efeitos sobre a fenologia e biodiversidade de anuros / Seixas Oliveira; orientador Matheus Souza Lima Ribeiro; co-orientador Alessandro Ribeiro de Moraes. -- Rio Verde, 2018.
86 p.

Dissertação (Graduação em Mestrado em Biodiversidade e Conservação) -- Instituto Federal Goiano, Câmpus Rio Verde, 2018.

1. Cerrado. 2. Mudança climática. 3. Anfíbios. 4. Futuro (2100). I. Souza Lima Ribeiro, Matheus, orient. II. Ribeiro de Moraes, Alessandro, co-orient. III. Título.

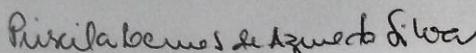
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E
CONSERVAÇÃO

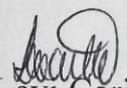
**MUDANÇA CLIMÁTICA, CONFIGURAÇÃO DA
PAISAGEM E SEUS EFEITOS SOBRE A FENOLOGIA
E BIODIVERSIDADE DE ANUROS**

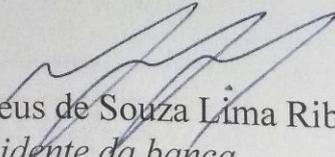
Autor: Seixas Rezende Oliveira
Orientador: Matheus de Souza Lima Ribeiro

TITULAÇÃO: Mestre em Biodiversidade e Conservação – Área de
concentração Conservação dos Recursos Naturais.

APROVADA em 19 de fevereiro de 2018.


Prof.^a. Dr.^a. Priscila Lemes de
Azevedo Silva
Avaliadora externa
Unesp - Instituto de Biociências/Rio
Claro


Prof.^a. Dr.^a. Lévi Carina Terribile
Avaliadora interna
UFG/Jataí


Prof. Dr. Matheus de Souza Lima Ribeiro
Presidente da banca
UFG/Jataí

DEDICO ESTE TRABALHO:

Aos meus amados pais João Batista Oliveira Rezende e Rita Maria Rezende Oliveira. À meu irmão Fagner Rezende Oliveira e a meus sobrinhos Jorge Otavio Rezende Valdez e João Miguel Rezende Valdez.

AGRADECIMENTOS

A toda minha família, em especial Pai, Mãe e Irmão que nunca mediram esforços para que eu seguisse firme nos estudos, e proporcionaram a mim educação, um lar confortante e seguro, onde sempre busquei minhas forças e inspirações para seguir em frente com todos os projetos de vida.

Ao meu orientador e amigo Prof. Dr. Matheus de Souza Lima Ribeiro, exemplo de pessoa em todos os quesitos, falta adjetivos que descreve tamanhas qualidades, que mesmo com muitos afazeres, sempre doou seu tempo para me ajudar sendo essencial para elaboração e condução deste trabalho.

Ao meu coorientador e amigo Dr. Alessandro Ribeiro de Moraes, pelos ensinamentos e paciência durante todo o tempo de mestrado, que de forma ilustre me apoiou e foi parte primordial para realização deste trabalho.

Ao meu amigo Prof. Dr. Frederico Augusto Guimarães Guilherme, que me auxiliou junto ao demais participantes do PELD, sendo fundamental na realização deste trabalho.

Aos meus amigos e companheiros de laboratório, Carolina Emília dos Santos, Antonio Olímpio, Tainã Andreani e Marcelino Benvindo de Souza, que durante a condução do trabalho foram primordiais com conselhos, ajudas e discussões.

A todos integrantes e ex integrantes do Laboratório de Biologia Animal do IFgoiano/RV, que sempre me auxiliaram na condução do experimento. A todos

integrantes e ex integrantes do Laboratório de Biodiversidade Animal do UFG/Jataí, que sempre me auxiliaram na condução do experimento.

Aos meus amigos, colegas de mestrado Antonio, Yasmin, Carol, Eliane, Lucas, Gabrielle, Rauander, Valquíria, Roniel, Isís, Marcelino e Wallaf, que foram muito importantes para que eu pudesse concluir este trabalho.

A Prof. Dra Levi Carina que sempre me auxiliou com boas ideias e questionamentos durante as disciplinas de seminário. Ao amigo Prof. Dr Wilian Vaz pelo auxílio na identificação das espécies, e pelos sábios conselhos.

Ao Professores e amigos da UFG/Jataí, Marlon, Fred, Analice, James, Christiano e Fabiano que sempre me auxiliaram desde a graduação nos momentos de dúvidas e inseguranças durante este período.

Aos amigos da eterna república no grau/Jataí, Juliano, Steffan, Kauê, Alex, Gabriel, Nilvaci, Wagner e Diego que sempre me apoiaram e auxiliaram com coletas e boas conversas. Aos amigos e vizinhos, Fagner, Jáliston Júlio, Paulo, Tainara, Marcel, Franklin, Dhyenne, Adriano, Carol, Ana Paula, Isadora, Arthur, Hanna e Ronaldo muito obrigado por alegrarem meus finais de semana.

A Fazenda são Miguel e aos amigos que fiz durante as coletas, Paulinho, Sirlene, Caio, Isabela e Marinho pelo auxílio durante o período que ficava alojado na região. A fazenda são Pedro por permitir acesso a sua propriedade para realizar minhas coletas. Ao Gilberto pela permissão de coleta em sua propriedade.

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano Campus Rio Verde, por me proporcionar a oportunidade de cursar o mestrado em Biodiversidade e Conservação e também por ceder o espaço físico e materiais para a realização da pesquisa. E também ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de

Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) N° Processo: 2012 - 10267 00 1108 N° Chamada/Ano: 34/2012 pela disponibilização de bolsas de apoio financeiro e todo o financiamento deste trabalho.

MUITO OBRIGADO!

BIOGRAFIA

Seixas Rezende Oliveira, nascido em Mineiros - GO em 10 de junho de 1992. Concluiu o ensino médio no Colégio Estadual José de Assis, na cidade de Mineiros/GO. Graduado em ciências biológicas modalidade Licenciatura no ano de 2014, pela Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí. Foi aluno de iniciação à docência (2012/2013) e monitor de zoologia e ecologia vinculado ao laboratório de Biodiversidade Animal da UFG (2013/2014). Em 2016 ingressou na pós-graduação *Stricto Sensu*, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação.

A terra não é do homem
O homem que é da terra
Enquanto a terra for do homem haverá guerra

ÍNDICE

	Página
AGRADECIMENTOS	vi
BIOGRAFIA	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
Capítulo I - O futuro aquecimento global mudaria os padrões sazonais e espaciais da fenologia dos anuros	xiii
Capítulo II – Composição, riqueza e modos reprodutivos dos anuros do sudoeste de Goiás, Brasil	xiv
ÍNDICE DE TABELAS	xv
Capítulo I - O futuro aquecimento global mudaria os padrões sazonais e espaciais da fenologia dos anuros	xv
Capítulo III – Seriam as unidades de conservação eficientes para preservar os anuros do cerrado?	xv
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES	xvi
RESUMO	xvii
GENERAL ABSTRACT	xviii
INTRODUÇÃO	19
OBJETIVO GERAL	21
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
Capítulo 1	21
Capítulo 2	21
Capítulo 3	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
CAPÍTULO I	24
O AQUECIMENTO GLOBAL FUTURO MUDARÁ OS PADRÕES SAZONAIS E ESPACIAIS DA FENOLOGIA DOS ANUROS	24
RESUMO	25
Future global warming would change seasonal and spatial patterns of anuran phenology	27
ABSTRACT	27
INTRODUÇÃO	29
MATERIAL E MÉTODOS	31
Espécie modelo	31
Coleta de dados em campo	32
Análises acústicas	34
Construção dos modelos	34
Modelagem do nicho ecológico e distribuição geográfica	35
Modelagem acústica	35

RESULTADOS	36
DISCUSSÃO	43
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	45
CAPÍTULO 2	49
COMPOSIÇÃO, RIQUEZA E MODO REPRODUTIVO DOS ANUROS DO SUDOESTE DE GOIÁS, BRASIL	49
RESUMO	50
ABSTRACT	51
INTRODUÇÃO	53
MATERIAL E MÉTODOS	54
RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
CAPÍTULO III	66
AS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO SÃO EFICIENTES PARA PRESERVAR OS ANUROS DO CERRADO?	66
RESUMO	67
ABSTRACT	68
INTRODUÇÃO	70
MATERIAL E MÉTODOS	71
Coleta dos dados em Campo	71
Coleta dos dados em Literatura	75
Análises estatísticas	75
RESULTADO	76
DISCUSSÃO	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
CONCLUSÃO GERAL	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo I - O futuro aquecimento global mudaria os padrões sazonais e espaciais da fenologia dos anuros

- Figura 1.** Macho de *Scinax fuscomarginatus* registrado em atividade de vocalização em um corpo d'água situado no município de Itajá, estado de Goiás, Brasil 35
- Figura 2.** Instalação do gravador automatizado em um dos pontos fixos de coleta 37
- Figura 3.** Taxa de canto por hora e temperatura durante o período de atividade de *Scinax fuscomarginatus* 40
- Figura 4.** Área de distribuição geográfica de *Scinax fuscomarginatus* predita pelos modelos de nicho ecológico no presente (A) e em dois cenários de mudança climática no futuro, RCP4.5 (B) e RCP8.5 (C) 37
- Figura 5.** Padrão espacial atual da frequência de canto de *Scinax fuscomarginatus* em diferentes períodos da noite. Das 18 às 22 horas a espécie tem suas atividades em poucos locais da sua distribuição geográfica, porém com maior intensidade de canto. Das 23 às 06 horas a emissão do canto diminui, mas a atividade se torna simultânea em toda sua área de ocorrência. A intensidade da cor verde representa a atividade da espécie, quanto mais escuro maior a atividade e conforme mais amarelado menor a atividade 42
- Figura 6.** Taxa de canto por mês e temperatura durante o período de atividade de *Scinax fuscomarginatus* 43
- Figura 7.** Padrão espacial atual das atividades de canto de *Scinax fuscomarginatus* em diferentes meses do ano. O período reprodutivo da espécie ocorre atualmente entre os meses de outubro a março, com maior intensidade nos 3 primeiros meses (outubro, novembro e dezembro) e com uma posterior redução para os três últimos meses (janeiro, fevereiro e março). A intensidade da cor verde representa a atividade da espécie, quanto mais escuro maior a atividade e conforme mais amarelado menor a atividade 43

- Figura 8.** Padrão espacial futuro das atividades de canto de *Scinax fuscomarginatus* durante diferentes períodos da noite para o ano de 2100. A intensidade da cor verde representa a atividade da espécie, quanto mais escuro maior a atividade e conforme mais amarelado menor e a atividade 44
- Figura 9.** Padrão espacial futuro das atividades de canto de *Scinax fuscomarginatus* em diferentes meses para o ano de 2100. A intensidade da cor verde representa a atividade da espécie, quanto mais escuro maior a atividade e conforme mais amarelado menor e a atividade 45
- Figura 10.** Padrão da distribuição do canto ao longo da noite em cenários climáticos atual e futuro. 46
- Capítulo II – Composição, riqueza e modos reprodutivos dos anuros do sudoeste de Goiás, Brasil**
- Figura 1.** Pontos de coleta de anuros localizados no sudoeste de Goiás 60
- Figura 2.** Correlação entre número de espécies e modos reprodutivos 61
- Figura 3.** Modos reprodutivos e quantidade de espécies por família 61
- Capítulo III – Seriam as unidades de conservação eficientes para preservar os anuros do cerrado?**
- Figura 1.** Números de trabalhos em Unidades de conservação para o Bioma Cerrado 79
- Figura 2.** Riqueza de espécies estimadas para áreas de conservação e áreas não protegidas. 1) área total (áreas protegidas + áreas não protegidas); 2) apenas áreas protegidas e 3) apenas áreas não protegidas 82

ÍNDICE DE TABELAS

Capítulo I - O futuro aquecimento global mudaria os padrões sazonais e espaciais da fenologia dos anuros

Tabela 1. Pontos fixos de coleta para amostragem das atividades acústica 36

Tabela 2. Médias e desvio padrão da taxa de cantos de anúncio e temperatura e o resultado da análise de regressão linear para da hora analisada entre as 18:00 e 06:00 39

Capítulo II – Composição, riqueza e modos reprodutivos dos anuros do sudoeste de Goiás, Brasil

Tabela 1. Modos reprodutivos encontrados na região sudoeste de Goiás 62

Tabela 2. Listagem de espécies referente a todos os estudos, status de conservação, modo reprodutivo e endemismo para o cerrado 63

Capítulo III – Seriam as unidades de conservação eficientes para preservar os anuros do cerrado?

Quadro 1. Pontos de coleta, definição ambiental e método 75

Quadro 2. Artigos referentes a Unidades de Conservação para o Bioma Cerrado 80

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

ENM: Modelo de nicho ecológico
ADR: Gravadores digitais automatizados
°C: Graus Celsius
UR: umidade relativa do ar
SIG: Sistema de Informação Geográfica
GAMM: modelo aditivo generalizado misto
MR: Modo reprodutivo
LC: Menor preocupação
DD: Deficiente de dados
NA: Não avaliado

RESUMO

O bioma Cerrado sofre continuamente com a degradação da área em função do grande avanço da agricultura, sendo a fragmentação dos habitats um dos principais problemas. A recente aceleração do desenvolvimento econômico brasileiro causou fragmentação numa escala sem precedentes. Uma das consequências imediatas dessas alterações foi a perda da biodiversidade devido à incapacidade de muitas espécies de suportar as alterações ambientais provocadas pelas atividades humanas. Outra alteração antropogênica que muito se tem discutido é a mudança climática. A mudança no clima afeta a distribuição geográfica das espécies, pode ter efeitos populacionais e também influenciar a acústica de um ambiente e alterar a comunicação de animais. O clima influencia sobretudo os padrões de atividade de animais ectotérmicos e é um dos principais responsáveis pela fenologia e atividade diária desses organismos. Dentre os grupos ameaçados pelas atividades antropogênicas, os anfíbios demonstram um elevado grau de vulnerabilidade por se tratarem de um grupo com baixa mobilidade e fracas condições de adaptação a alterações no ambiente. Entretanto, os estudos com anfíbios geralmente se restringem em avaliar apenas a distribuição geográfica das espécies em função das alterações ambientais e acaba criando lacunas sobre outros conhecimentos importantes, como a fenologia reprodutiva. Dessa forma, os anfíbios constituem um modelo biológico adequado e necessário para prever os efeitos das mudanças antropogênicas e suas consequências sobre a fenologia e biodiversidade no futuro.

Palavras-chaves: Cerrado, Mudança climática, Anfíbios, Futuro (2100).

GENERAL ABSTRACT

The biome Cerrado is suffering constant degradation as a consequence of the ongoing advance of agricultural frontiers, which have been causing a diversity of environmental problems, in particular habitat fragmentation. The recent acceleration of the Brazilian economic development has caused impacts to the country's natural environments on an unprecedented scale. One of the immediate consequences of these environmental impacts has been the loss of biodiversity, due to the incapacity of many species tolerate the anthropogenic environmental modifications. Climate change is an additional anthropogenic impact that has widely been discussed in recent years. Climate change affects species geographical ranges, may affect populations and may also influence the acoustic characteristics of an environment, modifying the communication among animals. The climate has a direct influence on the activity patterns of ectothermic animals, and is one of the principal determinants of the phenology and daily activity patterns of these organisms. The amphibians are one of the groups of animals most threatened by anthropogenic activities, given their accentuated vulnerability derived from their reduced mobility and inability to adapt to alterations in local conditions. As studies of amphibians tend to focus on distribution patterns, they often leave gaps of knowledge in important areas, such as reproductive phenology. Thus, amphibians provide a valuable biological model to predict the effects of anthropogenic impacts and their consequences for phenology and biodiversity in the future.

Key words: Cerrado, Climate change, Amphibians, Future (2100).

INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado sofre continuamente com a degradação da área em função do grande avanço da agricultura, sendo a fragmentação dos habitats um dos principais problemas (Klink; Machado, 2005; Arroyo-Rodríguez et al.2017). A recente aceleração do desenvolvimento econômico brasileiro causou alterações nos ambientes naturais numa escala sem precedentes.

Os processos de fragmentação e perda do hábitat e a progressiva alteração da qualidade dos remanescentes estão correlacionados e são apontados como os principais responsáveis por uma série de impactos negativos como, diminuição da riqueza e da abundância das espécies (Farhig, 2003; Bennett et al. 2016). Uma das consequências imediatas dessas alterações ambientais foi a perda da biodiversidade, devido à incapacidade de muitas espécies de suportar as alterações ambientais provocadas pelas atividades humanas (Pavan & Dixo, 2004). À medida que ocorre a redução do hábitat e a fragmentação ocasionadas por ações antrópicas, ocorre um aumento nos aspectos relacionados com a configuração da paisagem, alterando, assim, a qualidade dos remanescentes, trazendo prejuízos adicionais para a biodiversidade (Turner et al., 2001).

Nesse sentido, as unidades de conservação (UCs) tem sido importantes instrumentos para a conservação das espécies (Marques & Nucci 2007). Entretanto, somente 8,21% do Cerrado é legalmente protegido por UCs, o que desafia a manutenção de toda sua biodiversidade a longo prazo.

Outra alteração antropogênica que muito se tem discutido é a mudança climática. Segundo Bellard et al (2007), a mudança climática pode levar as espécies à extinção de duas maneiras: (i) efeito direto, populações se extinguem localmente devido à redução da área adequada para sobrevivência, sem se adaptar às novas condições

climáticas, como no caso de espécies com capacidade de dispersão limitada, (ii) efeito indireto, no qual as populações diminuem de tamanho, se isolam em fragmentos com baixo fluxo gênico, causando a diminuição da diversidade genética e o aumento do risco de extinção a longo prazo.

Além dos efeitos populacionais, a mudança climática também pode influenciar a acústica de um ambiente e alterar a comunicação de animais (Blaustein et al 2001). Esse efeito específico é observado sobretudo em organismos ectotérmicos (Buckley et al. 2012). O metabolismo de animais ectotérmicos é fortemente regulado pelas condições climáticas e seu desempenho fisiológico determina sua forma de vida (Kearney e Porter 2009). O clima influencia diretamente os padrões de atividade de animais ectotérmicos e é um dos principais responsáveis pela fenologia e atividade diária desses organismos.

Dentre os grupos ameaçados pelas atividades antropogênicas, os anfíbios demonstram um elevado grau de vulnerabilidade por se tratarem de um grupo com baixa mobilidade e fracas condições de adaptação a alterações no ambiente (Navas et al., 2012). Hoje, no mundo, temos 7727 espécies de anfíbios conhecidas pela ciência (Frost, 2017) e ainda existem muitas desconhecidas que muitas vezes podem ser extintas antes mesmo de serem descritas. Na verdade, os anfíbios representam o grupo de vertebrados mais ameaçado do planeta, uma vez que declínios populacionais têm sido registrados para diversas espécies ao redor do mundo (Verdade et al 2010).

Os anfíbios são animais ectotérmicos e o clima influencia diretamente seus padrões de atividades diárias, constituindo um modelo biológico adequado para analisar os efeitos da mudança climática sobre a fenologia das espécies. A temperatura do ambiente determina diretamente o comportamento dos anfíbios, tais como o período da metamorfose, a taxa de consumo de alimentos, as características físicas do canto, a frequência e taxa de repetição de vocalizações (Giacoma et al., 1997, Grzimek, 2003). Assim, a mudança climática potencialmente alterará a fenologia dos anuros, com consequências negativas para as populações. Alterações na frequência e intensidade de canto, por exemplo, podem dificultar o reconhecimento intraespecífico e interferir nas relações territoriais entre machos e identificação de parceiros sexuais, o que afetaria negativamente a taxa reprodutiva (Costa et al 2012).

Estudos com anfíbios geralmente tem âmbito de avaliar a dinâmica da distribuição geográfica das espécies em cenários de mudança climática e acaba criando lacunas sobre outros impactos potencialmente importantes, como aqueles na fenologia

reprodutiva. Dessa forma, os anfíbios constituem um modelo biológico adequado para prever os efeitos das mudanças antropogênicas e suas consequências sobre a biodiversidade no futuro.

OBJETIVO GERAL

O presente estudo teve por objetivo avaliar os impactos da fragmentação atual e mudança climática no futuro sobre a biodiversidade e fenologia de anuros do bioma Cerrado.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Capítulo 1

1-Descrever a fenologia de *Scinax fuscomarginatus*.

2-Determinar o nicho acústico de *Scinax fuscomarginatus*.

3-Avaliar os efeitos da mudança climática no futuro sobre seus padrões fenológicos sazonal e espacial.

Capítulo 2

1-Levantamento das espécies de anuros do sudoeste goiano

2-Modo reprodutivo das espécies de anuros do sudoeste goiano

3-Status de conservação das espécies de anuros do sudoeste goiano

Capítulo 3

No capítulo 2, avaliamos a importância das UCs presentes no domínio do Cerrado para a conservação das espécies de anuros em uma paisagem fragmentada. Especificamente, respondemos as seguintes questões:

1-Existe diferença entre a diversidade contida dentro e fora das UCs?

2-Existe diferença no tempo de descrição dentro e fora das UCs?

3-Existe diferença entre a área de distribuição das espécies que ocorrem dentro e fora das UCs?

4-Existem diferenças no tamanho corporal de espécies que ocorrem dentro e de fora das UCs?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arroyo-Rodríguez, V, RA Saldaña-Vázquez, L Fahrig and BA Santos. 2017. Does forest fragmentation cause an increase in forest temperature? *Ecological Research*. 32: 81-88. [PDF].

Bellard C, Bertelsmeier C, Leadley P, Thuiller W, Courchamp F (2012) Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecol Lett* 15:365–377.

Bennett, Joseph, and Benjamin Gilbert. 2016. Contrasting beta diversity among regions: how do classical and multivariate approaches compare? *Global Ecology and Biogeography*: DOI: 10.1111/geb.12413 [PDF].

Blaustein, A.R., Belden, L.K., Olson, D.H., Root, T.L. & Kiesecker, J.M. (2001) Amphibian breeding and climate change. *Conservation Biology* 15, 1804–1809.

Buckley LB, Hurlbert AH, Jetz W (2012) Broad-scale ecological implications of ectothermy and endothermy in changing environments. *Glob Ecol Biogeogr* 21:873-885.

Costa, T. R. N.; Carnaval, A. C. O. Q.; Toledo, L. F. (2012). Mudanças climáticas e seus impactos sobre os anfíbios brasileiros. *Revista da Biologia*, v. 2012, p. 33-37.

Fahrig L. (2003) Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annu Rev Ecol Evol Syst* 34: 487-515.

Frost, D.R. (2017): Amphibians species of the world: an on line reference. Version 6.0(Acessado em 30 de outubro 2017). Eletronic database accessible at:

<http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.

Giacoma, C., Zugolaro, C. e Beani, L. (1997). The advertisement calls of the green toad (*Bufo viridis*): variability and role in mate choice. *Herpetologica* 53, 454-464.

Grzimek, Bernhard. 2003. Grzimek's Animal Life Encyclopedia, 2nd edition. Volume 6, Amphibians, edited by Michael Hutchins, William E. Duellman, and Neil Schlager. Farmington Hills, MI: Gale Group.

Klink, C. A; Machado, R.B. A conservação do Cerrado. *Megadiversidade*, v.1, p.1-9, Julho 2007.

Pavan, D. & Dixo, M. 2004. A Herpetofauna da área de influência do reservatório da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães, Palmas, TO. *Humanitas* 4/6:13 30.

Turner MG, Gardner RH, O'Neill RV. (2001). *Landscape Ecology in Theory and Practice*. New York: Springer-Verlag. 401 pp.

Verdade, V. K.; Dixo, M.; Curcio, F. F. Os riscos de extinção de sapos, rãs e pererecas em decorrência das alterações ambientais. *Estudos Avançados (USP.Impresso)*, v. 24, p.161- 172, 2010.

CAPÍTULO I

O AQUECIMENTO GLOBAL FUTURO MUDARÁ OS PADRÕES SAZONAIS E ESPACIAIS DA FENOLOGIA DOS ANUROS

O aquecimento global futuro mudará os padrões sazonais e espaciais da fenologia dos anuros

RESUMO

As mudanças climáticas vêm causando grandes impactos ecológicos, provavelmente tornando-se uma das maiores ameaças à biodiversidade durante este século. As mudanças climáticas têm causado sérias implicações diretas e indiretas sobre os fatores bióticos. Alterações fenológicas são observadas sobretudo em organismos ectotérmicos, pois o metabolismo destes animais é fortemente regulado pelas condições climáticas e seu desempenho fisiológico determina sua forma de vida. Os anfíbios, como animais ectotérmicos, constituem um modelo biológico adequado para analisar os efeitos das mudanças climáticas sobre a fenologia das espécies. Prever a resposta das espécies às alterações climáticas tornou-se um campo extremamente ativo em ecologia nos últimos anos e a ferramenta utilizada para este tipo de previsão tem sido os modelos de nicho ecológico. Neste contexto, descrevemos a fenologia de *Scinax fuscomarginatus*, determinamos seu nicho acústico e avaliamos os efeitos da mudança climática no futuro sobre seus padrões fenológicos sazonal e espacial. As atividades de campo foram conduzidas em nove corpos d'água localizados na região sudoeste do estado de Goiás, Brasil. Para determinar o padrão de atividade acústica de *S. fuscomarginatus* utilizamos gravadores de áudio digitais automatizados. As gravações foram analisadas com o auxílio do software Audacity, no qual quantificamos a taxa de emissão de canto da espécie. Para isto, consideramos os seis minutos finais de cada hora (10%) no período das 18:00 às 06:00h. Para a construção do modelo de nicho ecológico foram obtidos dados de ocorrência da espécie e variáveis climáticas em formato SIG. A distribuição da espécie foi modelada para o presente e projetada para os cenários climáticos futuros, utilizando quatro métodos baseados em presenças. A frequência da atividade de canto da espécie foi modelada em função da temperatura utilizando os dados coletados em campo. Para isso, foi utilizado um modelo aditivo generalizado misto. Para avaliar o efeito da mudança climática futura sobre a atividade de canto da espécie, o modelo acústico foi projetado para as condições de temperatura do início (2000-2010) e final

(2090-2100) do século. As temperaturas nos sítios de coleta variaram de 15.2°C a 40.5°C e somente no início da noite foi observado uma correlação positiva entre a atividade acústica da espécie e temperatura. Os modelos de nicho predisseram uma ampla área de distribuição geográfica atual da espécie na América do Sul. Nos cenários futuros, otimista e pessimista, foram observadas mudanças em toda sua extensão espacial de distribuição, restringindo a sua ocorrência para pequenas áreas. Atualmente, o pico máximo da taxa de emissão de cantos é visto no início da noite, ocorrendo em pontos específicos. Durante a madrugada percebe-se uma maior atividade espacialmente distribuída. O período de atividade acústica de *S. fuscomarginatus* é observado entre os meses de outubro a março, com maiores intensidades nos três primeiros meses. Ao projetarmos o nicho acústico frente a cenários futuros, o pico máximo da taxa de emissão de canto continuará em pontos específicos no início da noite, porém a intensidade espacialmente distribuída no futuro retardará para o final da madrugada. Frente à mudança climática observamos que a espécie passará a ter maiores atividades nos três últimos meses da estação chuvosa o que difere dos padrões atuais. O padrão de atividade acústica de machos de *S. fuscomarginatus* descrito neste estudo é similar àquele observado previamente. O fato da sua atividade ser maior em toda sua área de distribuição durante a madrugada pode ser atribuída às dimensões da distribuição da espécie. Alterações no comportamento acústico das espécies podem, por exemplo, dificultar o reconhecimento intraespecífico, interferindo nas relações territoriais entre machos, na identificação de parceiros sexuais e resultando em redução na taxa reprodutiva. Assim, como a atividade diária, também foi observado um deslocamento das atividades de acústicas do início para o final da estação reprodutiva. Este fator está diretamente associado à mudança no clima, concomitantemente, o atraso nas chuvas pode afetar diretamente os ambientes de reprodução dos anuros.

Palavras-chave: Ectotérmicos, Modelos de nicho ecológico, Gravação automatizada *Scinax Fuscomarginatus*.

Future global warming would change seasonal and spatial patterns of anuran phenology

ABSTRACT

Climate change is provoking a number of direct and indirect impacts on the world's biota. Phenological modifications are observed in particular in ectothermic organisms, given that the metabolism of these animals is regulated strictly by climatic conditions, and that their physiological performance determines their mode of life. As ectothermic animals, amphibians provide a useful model for the analysis of the effects of climate change on the phenology of animal species. The prediction of the response of species to climate change has become an extremely dynamic field of ecological research in recent years, and niche modeling is the mostly widely-used tool for this type of study. In this context, we describe the phenology of *Scinax fuscomarginatus*, determine the acoustic niche of the species, and evaluate the potential effects of climate change on its seasonal and spatial patterns of phenology. The fieldwork focused on nine bodies of water located in the southwest of the state of Goiás, Brazil. We used automated digital sound recorders to determine the pattern of acoustic activity in *S. fuscomarginatus*. The distribution of the species was modeled in the present and projected to future climatic scenarios using four occurrence-based approaches. The frequency of vocalization of the species was modeled as a function of the ambient temperature, based on field data, using a mixed generalized additive model. To evaluate the effects of future climate change on the vocalization patterns of the species, the acoustic model was extrapolated from the temperature conditions of the beginning of the century (2000–2010) to those predicted for its final decade (2090–2100). The temperatures at the different sampling sites varied from 15.2°C to 40.5°C, although a positive correlation between the acoustic activity of the species and temperature was observed only at the beginning of the night. The niche models predicted an ample geographic range for the species in South America in the present day. The future scenarios, both positive and negative, indicated considerable changes in the spatial distribution of the species, which will be restricted to relatively small areas. Currently, vocalization peaks at the beginning of the night, being

recorded at specific points. After midnight, the activity is more dispersed in the environment. Acoustic activity is recorded in *S. fuscomarginatus* in the rainy season (October–March), and is most intense between October and December. The projections of the species' future acoustic niche indicate the maintenance of the early nighttime peak at specific sites, but a delay in the spatial dispersal to the end of the night, just before dawn. Climate change was also predicted to provoke an increase in the intensity of vocalization during the second half of the rainy season, in contrast with the pattern observed currently. The acoustic activity of the male *S. fuscomarginatus* described in the present study is similar to that recorded in previous studies. The greater dispersal of this activity during the second half of the night may be related to the ample geographic distribution of the species. Modifications to the acoustic behavior of the species may, for example, hamper intraspecific recognition, which would interfere in the territorial behavior of the males and the identification of mating partners, which would, in turn, reduce reproductive rates. As for the diel activity of the species, a shift in the intensity of acoustic activity towards the end of the rainy season was also predicted. This process is associated systematically with climate change, with a delay in the onset of the annual rains having a direct effect on the anuran breeding grounds.

Key words: Ectothermic organisms, Ecological niche modeling, Automated sound recording, *Scinax fuscomarginatus*.

INTRODUÇÃO

A mudança climática vem causando grandes impactos ecológicos, provavelmente tornando-se uma das maiores ameaças à biodiversidade durante este século (Bellard et al. 2007). Vários estudos vêm demonstrando que a mudança climática tem causado sérias implicações diretas e indiretas sobre os fatores bióticos (Erschbamer et al 2009) e aumentando o risco de extinção das espécies em todos os níveis tróficos (Pounds et al 2007). Segundo Bellard et al (2007), a mudança climática pode levar as espécies à extinção de duas maneiras: (i) efeito direto, onde as populações se extinguem localmente sem se adaptar às novas condições climáticas, esse é o caso de espécies com capacidade de dispersão limitada, (ii) efeito indireto, no qual as populações diminuem de tamanho, se isolam em fragmentos com baixo fluxo gênico, causando a diminuição da diversidade genética e da sua capacidade adaptativa, com consequente aumento do risco de extinção a longo prazo.

Os efeitos populacionais indiretos são ainda mais graves quando a mudança climática influencia a acústica de um ambiente e altera a comunicação entre os animais (Blaustein et al 2001). Alterações fenológicas são observadas sobretudo em organismos ectotérmicos (Buckley et al. 2012), pois o metabolismo destes animais é fortemente regulado pelas condições climáticas e seu desempenho fisiológico determina sua forma de vida (Kearney e Porter 2009). O clima influencia diretamente os padrões de atividade

de animais ectotérmicos e é um dos principais responsáveis pela fenologia e atividade diária desses organismos.

Os anfíbios são animais ectotérmicos, constituindo um modelo biológico adequado para analisar os efeitos da mudança climática sobre a fenologia das espécies (Grzimek, 2003, Costa et al., 2012). A temperatura do ambiente determina diretamente o comportamento dos anfíbios, tais como o período da metamorfose, a taxa de consumo de alimentos, assim como o comportamento acústico das espécies, uma vez que a temperatura pode ter efeito sobre as características físicas do canto, por exemplo, taxa de repetição de vocalizações (Giacoma et al., 1997, Grzimek, 2003, Lingnau e Bastos, 2007; Araújo et al, 2006). Assim, a mudança climática tem grande potencial de alterar a fenologia dos anuros, com consequências negativas para suas populações.

Prever a resposta das espécies às alterações climáticas tornou-se um campo extremamente ativo em ecologia nos últimos anos e a ferramenta utilizada para este tipo de previsão tem sido os modelos de nicho ecológico (termo em inglês, Ecological Niche Modeling - ENM). Tradicionalmente, os modelos de nicho ecológico correlacionam preferências climáticas de uma determinada espécie com o conhecimento de sua ocorrência geográfica e geram estimativas de sua área potencial de distribuição (Lima-Ribeiro & Diniz-Filho, 2013). Estudos utilizando essa ferramenta têm mostrado que as populações de anfíbios estão em declínio devido as alterações no clima (Araújo *et al.* 2006, Bicudo *et al.* 2008), e subsidiando ações no ponto de vista conservacionista e governamentais.

Entretanto, os estudos com anfíbios geralmente têm âmbito de avaliar a dinâmica de distribuição geográfica das espécies sob diferentes cenários de mudança climática (Giovanelli et al., 2008. Costa et al., 2012. Giovanelli et al., 2008) e acaba criando lacunas sobre outros conhecimentos importantes, a exemplo da fenologia reprodutiva. Nesse sentido, é possível utilizar essa ferramenta para determinar o “nicho acústico” das espécies, uma vez que é possível correlacionar o espaço acústico com as condições climáticas e, conseqüentemente, prever os efeitos da mudança climática sobre a fenologia dos organismos e suas conseqüências populacionais (Krause 2016). Um papel importante desses estudos é gerar conhecimento sobre os potenciais riscos futuros e vulnerabilidade das espécies ocasionados pelas mudanças climáticas, assim auxiliando no desenvolvimento de estratégias conservacionistas que possam reduzir os danos potenciais de forma mais eficiente (Pereira et al 2010).

Neste contexto, descrevemos a fenologia de *Scinax fuscomarginatus* (Lutz, 1925), uma espécie de anuro amplamente distribuída na América do Sul, determinamos seu nicho acústico e avaliamos os efeitos da mudança climática no futuro sobre seus padrões fenológicos sazonal e espacial. Especificamente, comparamos os parâmetros atuais de fenologia com aqueles previstos pelos modelos sob cenários climáticos futuros.

MATERIAL E MÉTODOS

Espécie modelo

Scinax fuscormarginatus (Figura 01) é uma espécie pertencente ao clado *S. ruber* (Faivovich, 2002) amplamente distribuída na América do Sul, sendo encontrada em todo território paraguaio, leste da Bolívia, nordeste da Argentina e parte do Brasil (Brusquetti et al. 2014). No Brasil, a espécie pode ser encontrada na região sul, no centro-oeste, a oeste da região norte e a leste da região sudeste (Frost 2017, Brusquetti et al. 2014). *Scinax fuscomarginatus* pode ser encontrada na vegetação baixa próxima a corpos d'água, em locais abrigados e áreas de gramíneas (Toledo & Haddad 2005). O período de reprodução de *S. fuscomarginatus* é prolongado e a atividade reprodutiva ocorre entre os meses de outubro a março, período que compreende a estação de chuva no bioma Cerrado. O pico de vocalização dos machos da espécie foi descrito por Toledo & Haddad (2005) e Souza et al. (2018), onde as maiores taxas de atividades foram vistas entre 18:00 e 22:00 horas, com uma redução das 22:00 às 06:00, como em outras espécies do gênero *Scinax*.



Figura 01. Macho de *Scinax fuscomarginatus* registrado em atividade de vocalização em um corpo d'água situado no município de Itajá, estado de Goiás, Brasil.

Coleta de dados em campo

As atividades de campo foram conduzidas em nove corpos d'água (tabela 1) localizados na região sudoeste do estado de Goiás, Brasil. Nesta região, o Cerrado é o principal tipo vegetacional, no entanto, ao longo dos últimos anos, a vegetação nativa tem sido alterada devido às ações antrópicas (p.ex.: pecuária e agricultura) (Martins et al. 2017). O clima da região é tropical (Classificação de Köppen AW) e estações de chuva (outubro a março) e seca (abril a setembro) bem definidas, com precipitação anual 1600-1900mm e temperatura média anual do ar 22-24 ° C (Alvares et al. 2014).

Para determinar o padrão de atividade acústica de *S. fuscomarginatus* utilizamos a técnica de gravadores digitais automatizados (ADR), com adaptações descritas em Madalozzo et al. (2017) e Souza et al. (2018). Em cada corpo d'água, instalamos um gravador de áudio Sony ICD-PX312 (48kbps e formato MP3) para gravar a atividade acústica da espécie-alvo. Adicionalmente, instalamos um Datalogger (Marca= ICEL; Modelo = HT-4000) para obter os registros de temperatura e umidade do ar. Ambos os registradores foram instalados em árvores ou arbustos localizados nas bordas das

lagoas, posicionados cerca de 50 cm acima do solo e protegidos contra a chuva usando um abrigo de plástico (figura 02), conforme metodologia proposta por Souza *et al.* (2018). Desta forma, os gravadores e os dataloggers permaneceram instalados nos corpos d'águas entre os meses de outubro de 2016 e março de 2017. Em cada ponto de amostragem, registramos os fatores abióticos e a atividade acústica da espécie-alvo, ininterruptamente, por um período de três dias ao longo de cada mês.

Tabela 01. Pontos fixos de coleta para amostragem das atividades acústica.

Cidade	Latitude	Longitude
	43.57083	80.70111
Jataí	43.74111	80.70528
	43.77944	80.63639
	51.88194	80.45056
Rio Verde	51.13889	80.53028
	49.05972	80.52167
	43.50028	79.13639
Itajá	43.52417	79.19167
	43.18056	79.21083



Figura 02. Instalação do gravador automatizado em um dos pontos fixos de coleta.

Análises acústicas

As gravações de áudio foram analisadas com o auxílio do software *Audacity* versão 2.1.3 (Audacity Team 2017), no qual quantificamos a taxa de emissão (cantos/minuto) de canto da espécie. Para isto, consideramos os seis minutos finais de cada hora (10%) no período das 18:00 as 06:00h, totalizando um esforço amostral de 11,664 minutos (194.4 horas). Para cada dia amostrado, obtivemos as seguintes variáveis ambientais: temperatura mínima e máxima (°C) e umidade relativa do ar (UR).

Calculamos estatística descritiva (média e desvio padrão) da taxa de canto (cantos/minuto) da espécie para cada horário analisado e testamos a relação entre a atividade acústica de *S. fuscomarginatus* e temperatura do ar usando análise de correlação de Person.

Construção dos modelos

Modelagem do nicho ecológico e distribuição geográfica

Para a construção do modelo de nicho ecológico (ENM) foram necessários dados de ocorrência da espécie e variáveis climáticas em formato SIG. Os dados de ocorrência foram extraídos de Vasconcelos e Nascimento (2016), acrescido com as informações obtidas dos trabalhos de campo. Obtivemos os mapas de variáveis climáticas disponíveis no banco de dados climáticos ecoClimate (www.ecoclimate.org) para os períodos presente (1950-1999) e futuro (2080 - 2100), ambos simulados pelo modelo de circulação global CCSM4 (Lima-Ribeiro et al. 2015). As simulações climáticas do futuro foram obtidas para dois cenários de emissão de gases: RCP4.5 e RCP8.5.

A distribuição da espécie foi modelada para o presente e projetada para os cenários climáticos futuros, utilizando quatro métodos baseados apenas em presenças (Bioclim, Domain, Maxent e ENFA). Esses modelos iniciais foram combinados para obter o mapa final de adequabilidade climática para a espécie em cada cenário climático (Araújo & New 2007; Diniz Filho et al. 2009). Por fim, foram obtidos os mapas binários de distribuição da espécie usando o quantil 5% dos valores de adequabilidade associados aos pontos de ocorrência da espécie como limiar. Os modelos foram gerados no software R com os pacotes *dismo*, *factoextra* e *raster*.

Modelagem acústica

A frequência da atividade de canto da espécie foi modelada em função da temperatura utilizando os dados coletados em campo. Para isso, foi utilizado um modelo aditivo generalizado misto (GAMM) com a função de suavização “tp” (thin plate regression spline), considerando as lagoas (pontos de coleta) como fator aleatório e controlando a autocorrelação ao longo dos meses.

Para avaliar o efeito da mudança climática futura sobre a atividade de canto da espécie, o modelo acústico foi projetado para as condições de temperatura do início (2000-2010) e final (2090-2100) do século XXI, cobrindo toda a área de distribuição da espécie predita pelos modelos de nicho em cada período. Para realizar essas previsões espaciais, obtivemos as simulações de temperatura média de superfície (variável *tas*) para o início e final do século XXI, com frequência de 3 horas, a partir do modelo de

circulação geral CCSM4 disponível no banco de dados CMIP5 (<https://cmip.llnl.gov/cmip5/>). As simulações climáticas foram interpoladas para uma resolução espacial de 0.5°x0.5° lat/long utilizando o mesmo procedimento de krigagem do banco de dados ecoClimate (veja Lima-Ribeiro et al. 2015) e as camadas climáticas delimitadas para a região Neotropical. Por fim, calculamos a média da temperatura para toda a década inicial (2000-2010) e final (2090-2100) do século XXI, a cada hora da noite (18, 21, 0, 3, 6) e meses do ano (outubro a março).

Os modelos acústicos foram gerados no software R (R Core Team 2017) utilizando o pacote “mgcv” (Wood 2011), as predições espaciais utilizando o pacote “raster” (Hijmans 2016) e as interpolações utilizando os scripts disponíveis no banco de dados ecoClimate (www.ecoclimate.org; veja também Lima-Ribeiro et al. 2015).

RESULTADOS

As temperaturas nos sítios de coleta variaram de 15.2°C a 40.5°C e somente no início da noite (horários das 18 às 19 e das 19 às 20 horas) foi observado uma correlação positiva entre a atividade acústica da espécie e temperatura (Tabela 02). Nos demais horários obtivemos uma correlação negativa ou nula na resposta comportamental (Tabela 02). As maiores frequências de cantos de *S. fuscomarginatus* foram registradas entre 18:00 e 22:00 horas, com posterior redução das atividades a partir das 22:00 (Figura 03).

Tabela 02. Médias e desvio padrão da taxa de cantos de anúncio e temperatura e o resultado da análise de regressão linear para da hora analisada entre as 18:00 e 06:00.

Horários	Taxa de repetição do canto de anúncio	Temperatura (°C)	R	p
18 hrs – 19 hrs	69,96±82,49	27,11±5,86	0,3814	<0,001
19 hrs – 20 hrs	60,81±82,59	26,88±5,99	0,1634	<0,05
20 hrs – 21 hrs	44,95±76,33	25,12±4,6	0,0827	0,315
21 hrs – 22 hrs	37,97±61,52	22,37±2,7	-0,1320	0,108
22 hrs – 23 hrs	36,42±55,1	21,23±1,56	-0,1266	0,123
23 hrs – 00 hrs	37,27±58,88	20,84±1,21	-0,032	0,701
00 hrs – 01 hrs	30,89±54,64	20,61±1,13	-0,022	0,786
01 hrs – 02 hrs	28,53±49,61	20,75±1,98	-0,062	0,451
02 hrs – 03 hrs	24,89±42,22	20,47±1,87	-0,114	0,165
03 hrs – 04 hrs	18,59±33,28	19,99±1,27	-0,15	0,066
04 hrs – 05 hrs	10,66±25,39	19,58±1,13	-0,164	<0,05
05 hrs – 06 hrs	1,09±5,58	19,36±1,13	-0,038	0,643

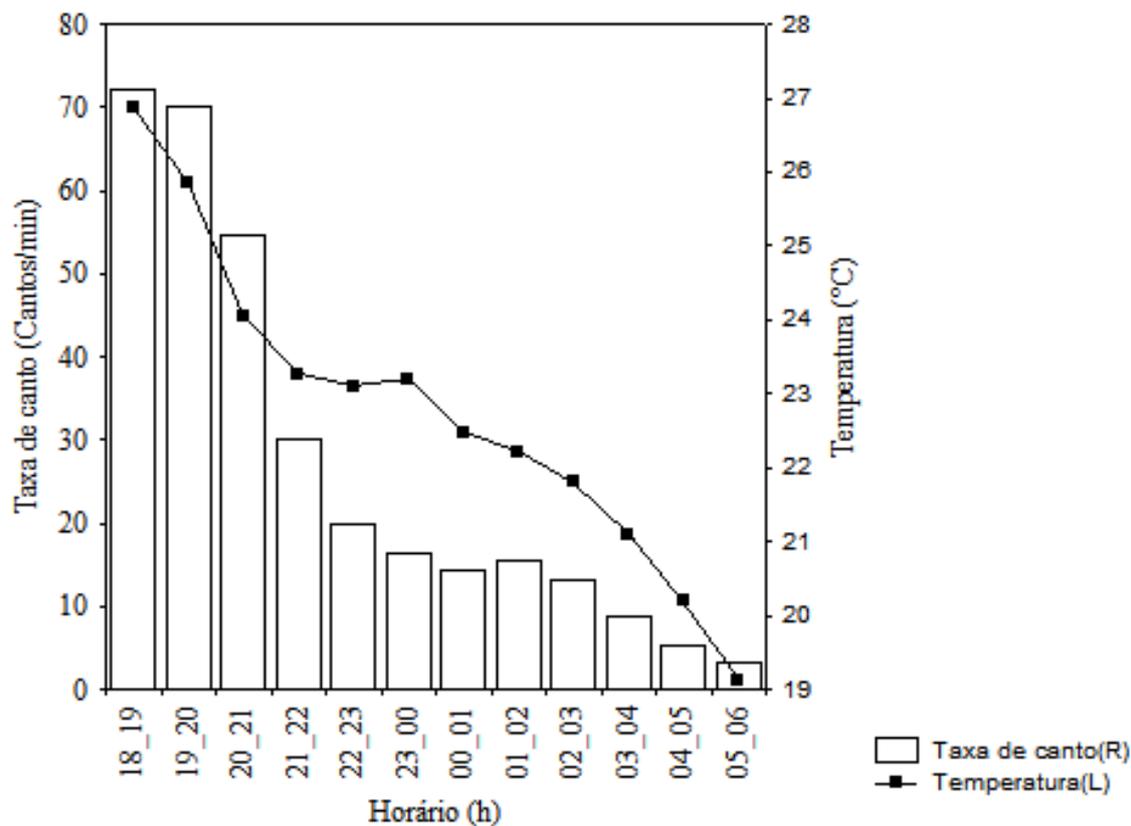


Figura 03: Taxa de canto por hora e temperatura durante o período de atividade de *Scinax fuscomarginatus*.

Em geral, os modelos de nicho predisseram uma ampla área de distribuição geográfica atual da espécie na América do Sul (Figura 5). Nos cenários futuros otimista (RCP45) e pessimista (RCP85) foi observado uma mudança em toda sua extensão espacial de distribuição, pois a espécie-alvo terá sua distribuição restrita a pequenas áreas do Bioma Cerrado e se concentrará na costa leste da América do Sul, região atualmente caracterizada por Mata Atlântica (Figura 04).

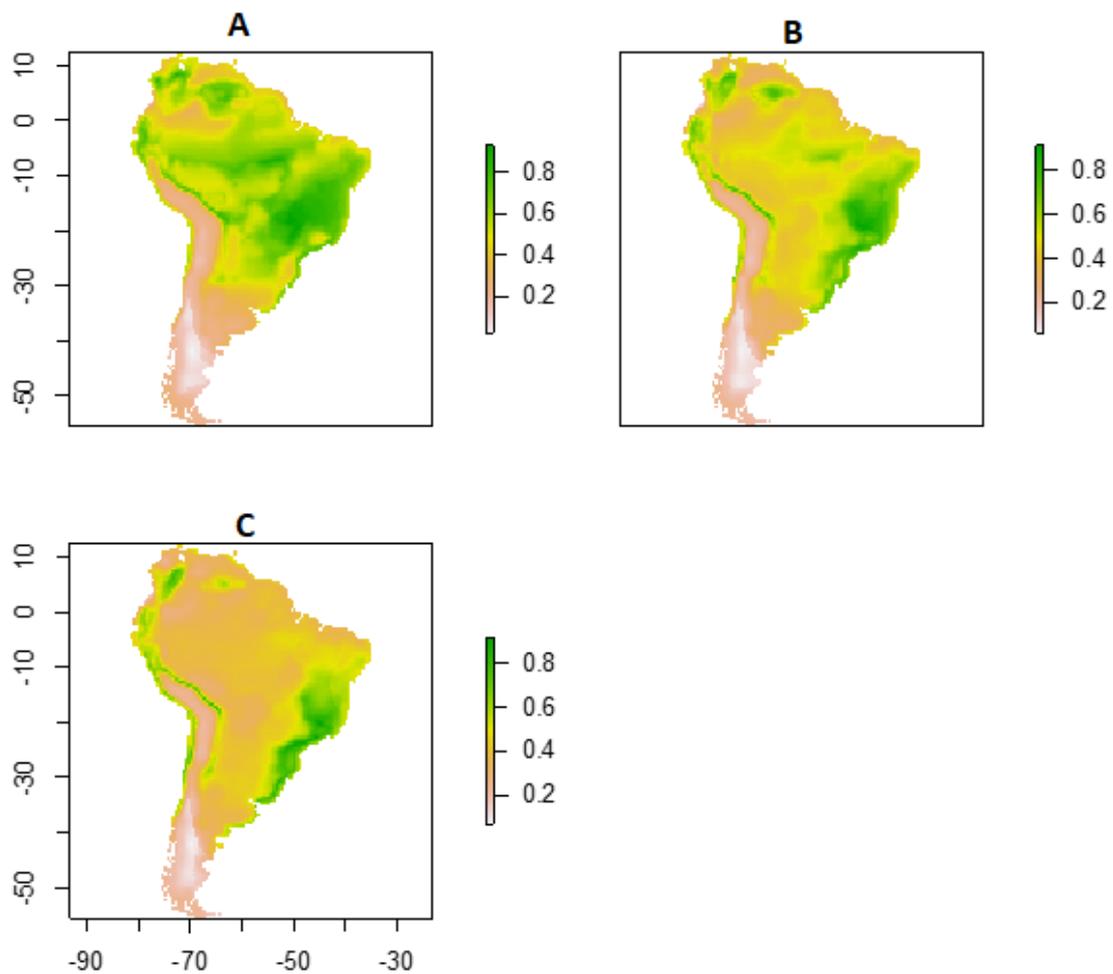


Figura 04. Área de distribuição geográfica de *Scinax fuscomarginatus* predita pelos modelos de nicho ecológico no presente (A) e em dois cenários de mudança climática no futuro, RCP4.5 (B) e RCP8.5 (C)

Atualmente, o pico máximo da taxa de emissão de cantos é visto no início da noite, até as 21 horas, ocorrendo em pontos específicos de sua área de distribuição (e.g. Bioma Cerrado). Durante a madrugada (0-6 horas) percebe-se uma maior atividade espacialmente distribuída em toda sua área de ocorrência, embora com menor intensidade de canto em geral (Figura 05).

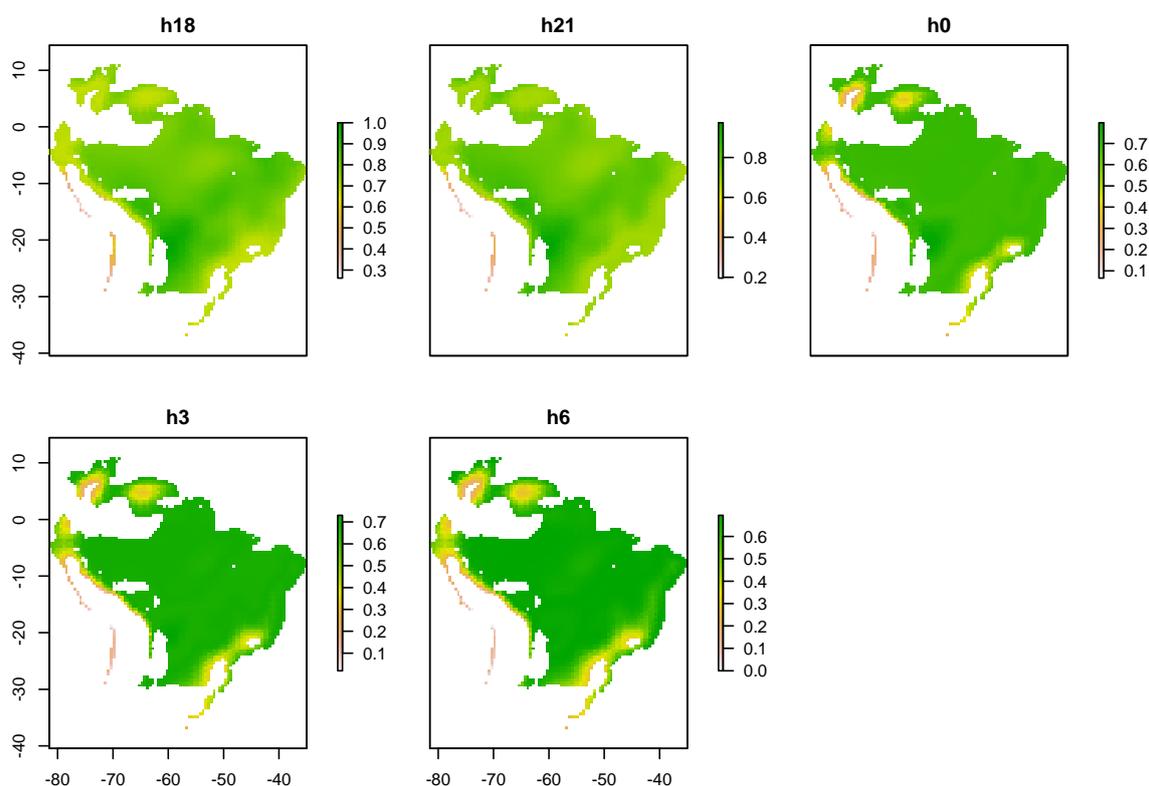


Figura 05. Padrão espacial atual da frequência de canto de *Scinax fuscomarginatus* em diferentes períodos da noite. Das 18 às 22 horas a espécie tem suas atividades em poucos locais da sua distribuição geográfica, porém com maior intensidade de canto. Das 23 às 06 horas a emissão do canto diminui, mas a atividade se torna simultânea em toda sua área de ocorrência. A intensidade da cor verde representa a atividade da espécie, quanto mais escuro maior a atividade e conforme mais amarelado menor a atividade.

O período de atividade acústica de *S. fuscomarginatus* foi observado entre os meses de outubro a março, com maiores intensidades no início da estação chuvosa (Figura 06).

Espacialmente, as atividades de canto também foram previstas mais amplamente distribuídas em toda a área de ocorrência no início da estação chuvosa (outubro,

novembro e dezembro) e com uma posterior redução espacial durante os três últimos meses da estação (janeiro, fevereiro e março) (Figura 07).

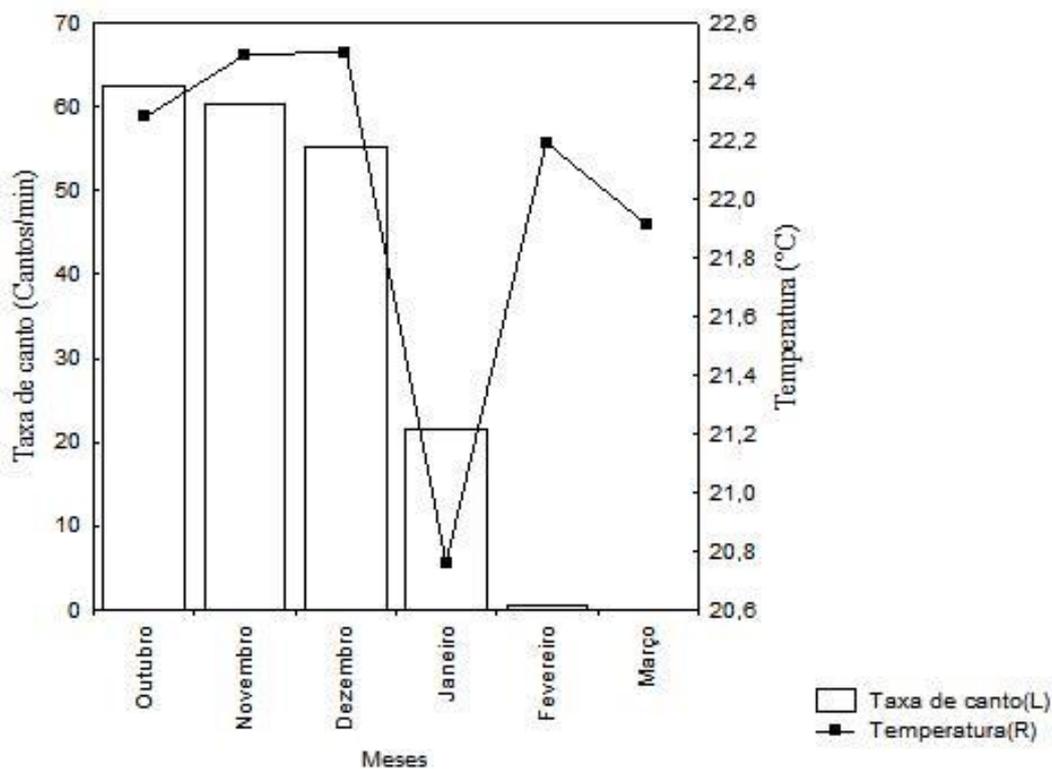


Figura 06: Taxa de canto por mês e temperatura durante o período de atividade de *Scinax fuscomarginatus*

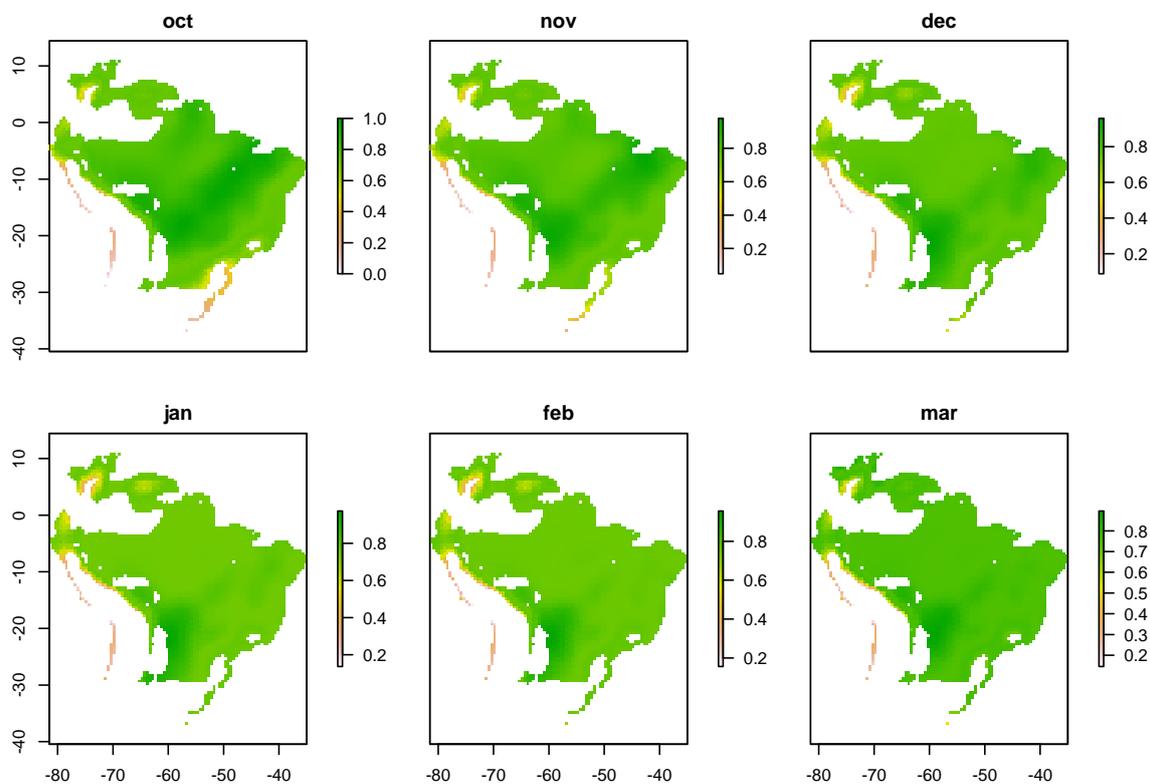


Figura 07. Padrão espacial atual das atividades de canto de *Scinax fuscomarginatus* em diferentes meses do ano. O período reprodutivo da espécie ocorre atualmente entre os meses de outubro a março, com maior intensidade nos 3

primeiros meses (outubro, novembro e dezembro) e com uma posterior redução para os três últimos meses (janeiro, fevereiro e março). A intensidade da cor verde representa a atividade da espécie, quanto mais escuro maior a atividade e conforme mais amarelado menor e a atividade.

Ao projetarmos o nicho acústico da espécie frente a cenários futuros de mudança climática, o pico máximo da taxa de emissão de canto continuará em locais isolados no início da noite (18 às 21 horas), porém a intensidade espacialmente distribuída no futuro retardará para o final da madrugada (a partir das 03 horas, mas principalmente às 06 horas; Figura 08) em relação ao padrão atual que se inicia à 00 hora (Figura 04). Também observamos um retardamento no período das atividades de *S. fuscomarginatus* ao longo do ano. Atualmente, o período de atividade da espécie é observado com maior frequência no início da estação chuvosa (outubro a dezembro), frente à mudança climática observamos que a espécie passará a ter maiores atividades nos três últimos meses da estação chuvosa (janeiro a março) (Figura 09).

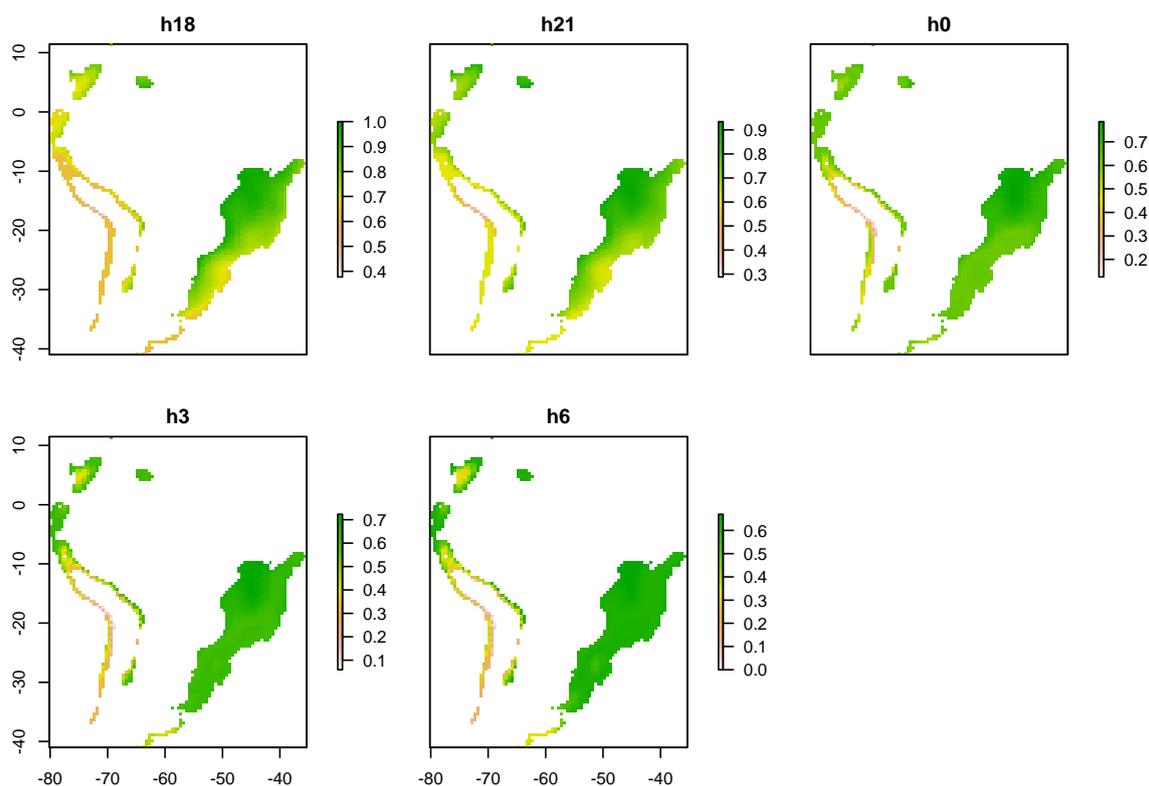


Figura 08. Padrão espacial futuro das atividades de canto de *Scinax fuscomarginatus* durante diferentes períodos da noite para o ano de 2100. A intensidade da cor verde representa a atividade da espécie, quanto mais escuro maior a atividade e conforme mais amarelado menor e a atividade

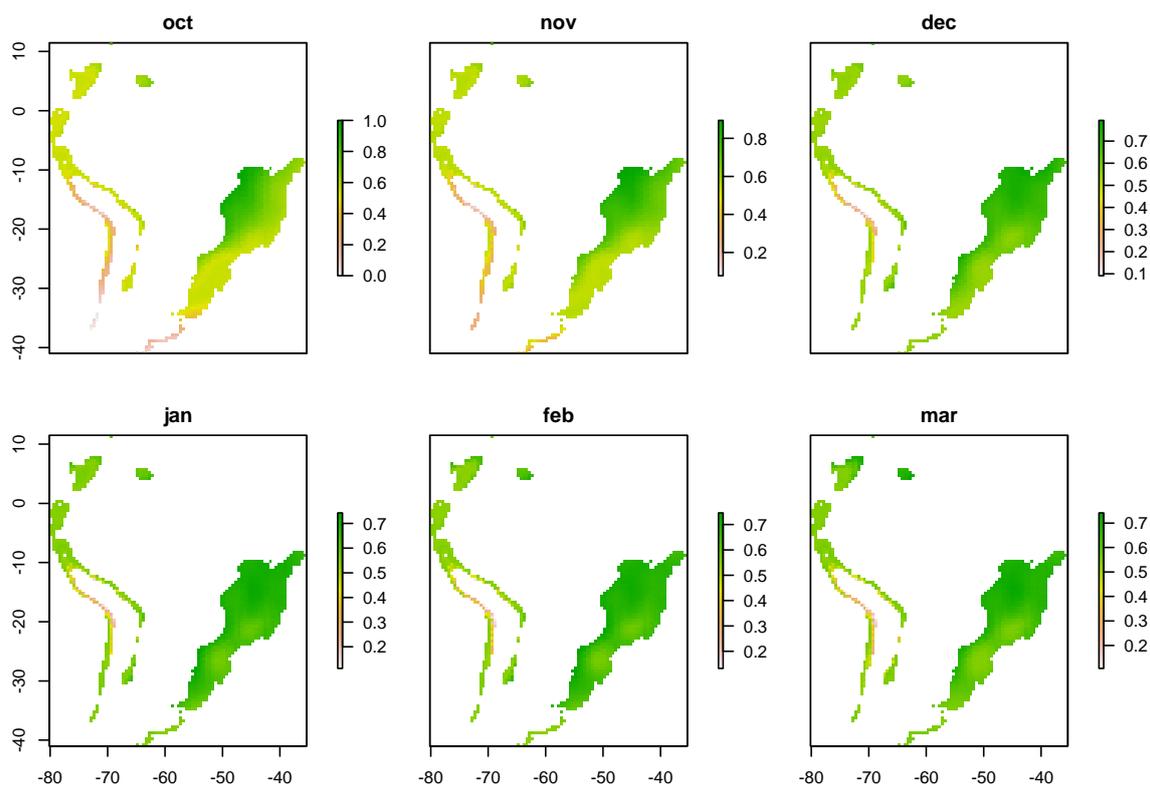


Figura 09. Padrão espacial futuro das atividades de canto de *Scinax fuscomarginatus* em diferentes meses para o ano de 2100. A intensidade da cor verde representa a atividade da espécie, quanto mais escuro maior a atividade e conforme mais amarelado menor e a atividade.

A taxa de emissão de canto média diminuirá a 0h, justamente no horário com maior emissão de canto em toda sua área de distribuição no presente. A diferença na taxa de emissão de canto entre hoje e futuro diminui com o horário, indicando ainda que os bichos cantarão mais no início da noite em relação a madrugada (Figura 10).

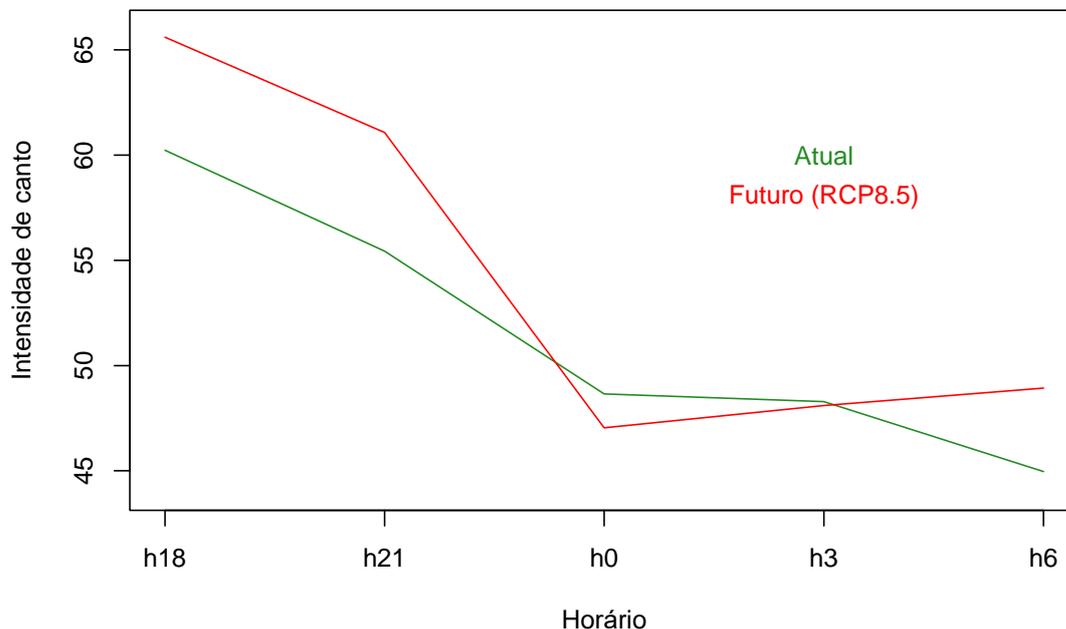


Figura 10. Padrão da distribuição do canto ao longo da noite em cenários climáticos atual e futuro.

DISCUSSÃO

O padrão de atividade acústica de machos de *S. fuscomarginatus* descrito neste estudo é similar àquele observado previamente (Toledo & Haddad 2005, Souza *et al.* 2018), reforçando que o pico de vocalização desta espécie ocorre entre 18:00 e 22:00 horas e posterior redução a partir das 22:00. Este padrão de atividade pode estar associado ao fato de se tratar de um animal ectotérmico, que tem sua atividade diária regulada pela temperatura ambiente (Grzimek, 2003). As temperaturas mais altas foram registradas no início da noite, assim tendo uma correlação positiva com a atividade acústica da espécie. Neste período de intensa atividade da espécie é notável variações no coro, onde são percebidas variações no canto com chamadas de anúncio (Bastos *et al.* 2003) e chamadas agressivas. Durante este período, os machos estabelecem seus territórios para a chegada das fêmeas e reduzem as interferências com os vizinhos (Bastos & Haddad, 2002; Dias *et al.*, 2017). Este mesmo padrão foi visto em outras espécies do gênero (e.g. *Scinax rizibilis*; Bastos & Haddad, 2002), bem como em outras espécies da Família Hylidae (e.g. *Hyla elegans*; Bastos & Haddad, 1995).

O fato da sua atividade ser maior em toda sua área de distribuição durante a madrugada (porém com taxas menores de emissão de canto) pode ser atribuída as dimensões da distribuição da espécie, pois *S. fuscomarginatus* ocorre em uma ampla área. As atividades da espécie estão ligadas a fatores abióticos, tais como umidade e temperatura, e durante a madrugada estes fatores devem chegar o mais próximo possível um do outro em toda a distribuição da espécie assim ocorrendo as atividades simultâneas em toda sua área de distribuição. Assim ocorrendo as atividades simultâneas em toda sua área de distribuição.

O período reprodutivo de *S. fuscomarginatus* é considerado prolongado, pois as atividades foram observadas anteriormente por Toledo & Haddad (2005) e Souza et al. (2018) entre os meses de outubro a março, o mesmo observado por nós neste estudo. O pico das atividades reprodutivas é observado entre os meses de outubro a dezembro e com uma posterior redução para os três últimos meses da estação chuvosa (p.ex.: janeiro a março). Nesta região, a referida espécie não apresenta atividades nos meses referentes a estação seca (abril a setembro), este fato pode estar associado às baixas temperaturas e a baixa pluviosidade encontradas nestes período (Souza et al. 2018). Durante os meses monitorados se encontra as maiores temperaturas e os maiores índices pluviométricos, os quais influenciam a atividade da espécies em questão. Ao projetarmos o nicho acústico utilizando técnicas de modelos de nicho ecológico onde associamos a distribuição geográfica e a fenologia frente as alterações do climáticas para 2100, observa-se que *S. fuscomarginatus* terá sua distribuição restrita a uma pequena área do Bioma Cerrado, porém se concentrará, principalmente, na região da Mata Atlântica.

Para Katzenberger et al. (2011) espécies de áreas abertas, como é o caso de *S. fuscomarginatus*, estão próximos do seu limite fisiológico, pois estes animais tendem a sofrer mais com o aquecimento, pois apresentam baixa capacidade de aclimatização e fraca capacidade de dispersão, o que impossibilita evitar possíveis condições adversas. Essas alterações no clima podem afetar diretamente a reprodução da espécie, pois animais ectotérmicos necessitam da manutenção da temperatura corporal para as mínimas atividades diárias (Grzimek, 2003), a emissão do canto por exemplo está ligada diretamente a mecanismos fisiológicos regulados pela temperatura.

Alterações no comportamento acústico das espécies podem, por exemplo, dificultar o reconhecimento intraespecífico, interferindo nas relações territoriais entre

machos, na identificação de parceiros sexuais e resultando em redução na taxa reprodutiva dos indivíduos, (Costa et al 2012). Taxas reprodutivas menores reduzem potencialmente o fluxo gênico entre populações, diminuindo a variabilidade genética e aumentando o risco de extinção das espécies ao longo do tempo (Costa et al., 2012). Na verdade, dentre os vertebrados, os anfíbios representam o grupo taxonômico mais ameaçado do planeta, uma vez que declínios populacionais têm sido registrados para diversas espécies ao redor do mundo (Verdade et al 2010). O que pode gerar grandes impactos negativos ao se associar a reprodução, pois os machos necessitam de um tempo para estabelecerem seus sítios reprodutivos para a chegada das fêmeas e diminuir as interferências com os vizinhos (Bastos & Haddad, 2002). Portanto, o tempo necessário para que o macho consiga estabelecer território diminuirá ao longo do dia, assim como o período de recrutamento das fêmeas e, conseqüentemente, ocorrerá uma menor atividade reprodutiva da espécie.

Assim como a atividade diária, também foi observado um deslocamento das atividades de acústicas do início para o final da estação reprodutiva. Este fator está diretamente associado à mudança no clima, pois, atualmente, é possível notar que um atraso do período chuvoso, possivelmente as chuvas se concentraram no final da estação o que reforça ainda mais o decréscimo na reprodução e na fenologia da espécie. O atraso nas chuvas pode afetar diretamente os ambientes de reprodução dos anuros (Katzenberger *et al.* 2011), pois espécies como *S. fuscovarius* utilizam de ambientes temporários e poças permanentes para a reprodução, os baixos índices pluviométricos e o aumento da temperatura podem atuar diretamente na metamorfose dos anuros, na eutrofização dos ambientes e no tamanho da lamina d'água dos ambientes reprodutivos.

REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA

Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M., Sparovek, G. (2014): Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22: 711-728.

Araújo, M. B., Thuiller, W. e Pearson, R. G. (2006). Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe. *Journal of Biogeography* 33, 1712–1728.

Araújo, M.B., New, M. 2007. Ensemble forecasting of species distributions. *Trends in Ecology and Evolution* 22: 42-4.

Audacity Team (2017) Audacity (version 2.1.3): Free Audio Editor and Recorder. Available from <http://www.audacityteam.org/> (accessed 12 June 2017).

Bastos, R.P. & Haddad, C.F.B. (2002). Acoustic and aggressive interactions in *Scinax rizibilis* (Anura, Hylidae) during the reproductive activity in southeastern Brazil. *Amphibia– Reptilia* 23, 97–104.

Bastos, R. P. & Haddad, C. F. B. 1995. Vocalizações e interações acústicas em *Hyla elegans* (Anura, Hylidae) durante atividade reprodutiva. *Naturalia*, 20: 165-176.

Bastos, R. P. & Haddad, C. F. B. 2002. Acoustic and aggressive interactions in *Scinax rixibilis* (Anura: Hylidae) during the reproductive activity in southeastern Brazil. *Amphibia–Reptilia*, 23: 97 104.

Bellard C, Bertelsmeier C, Leadley P, Thuiller W, Courchamp F (2012) Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecol Lett* 15:365–377.

Bernie Krause. Using ecoacoustic methods to survey the impacts of climate change on biodiversity *Biological Conservation* 195 (2016):245–254.

Bicudo, C. E. M. e Bicudo, D. C. (2008). Mudanças climáticas globais: efeitos sobre as águas continentais superficiais. In: Marcos S. Buckeridge. (Org.). *Biologia e Mudanças Climáticas no Brasil*. 1 ed. São Carlos SP: Rima Editora.

Blaustein, A.R., Belden, L.K., Olson, D.H., Root, T.L. & Kiesecker, J.M. (2001) Amphibian breeding and climate change. *Conservation Biology* 15, 1804–1809.

Brusquetti, F., Jansen, M., Barrio-Amorós, C., Segalla, M., Haddad, C.F.B. (2014): Taxonomic review of *Scinax fuscomarginatus* (Lutz, 1925) and related species (Anura; Hylidae). *Zoological Journal of the Linnean Society* 171: 783-821.

Buckley LB, Hurlbert AH, Jetz W (2012) Broad-scale ecological implications of ectothermy and endothermy in changing environments. *Glob Ecol Biogeogr* 21:873 885.

Costa, T. R. N.; Carnaval, A. C. O. Q.; Toledo, L. F. (2012). Mudanças climáticas e seus impactos sobre os anfíbios brasileiros. *Revista da Biologia*, v. 2012, p. 33-37.

Dias, T.M; Prado, C. P. A; Bastos, R.P. Nightly calling patterns in a Neotropical gladiator frog. ACTA ETHOLOGICA, v. 20, p. 207-214, 2017. Diniz Filho JAF et al. 2009. Partitioning and mapping uncertainties in ensembles of forecasts of species turnover under climate change. *Ecography* 32: 897-906.

Erschbamer B, Kiebacher T, Mallaun M, Unterluggauer P (2009) Short-term signals of climate change along an altitudinal gradient in the South Alps. *Plant Ecol* 202:79–89. Doi: 10.1007/s11258-008-9556-1

Faivovich, J. 2002. A cladistic analysis of *Scinax* (Anura: Hylidae). *Cladistics* 18:367–393.

Frost, Darrel R. 2017. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 (24 November 2017). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.

Giacoma, C., Zugolaro, C. e Beani, L. (1997). The advertisement calls of the green toad (*Bufo viridis*): variability and role in mate choice. *Herpetologica* 53, 454–464.

Giovanelli, J. G. R; HADDAD, C. F. B.; ALEXANDRINO, J. M. B. Predicting the potential distribution of the alien invasive American bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) in Brazil. *Biological Invasions*, v. 10, p. 585-590, 2008.

Giovanelli, J. G. R; ARAUJO, C. O.; HADDAD, C. F. B.; ALEXANDRINO, J. M. B. Modelagem do nicho ecológico de *Phyllomedusa ayeaye* (Anura: Hylidae): previsão de novas áreas de ocorrência para uma espécie rara. *Neotropical Biology and Conservation*, v. 3, p. 59-65, 2008.

Grzimek, Bernhard. 2003 *Grzimek's Animal Life Encyclopedia*, 2nd edition. Volume 6, Amphibians, edited by Michael Hutchins, William E. Duellman, and Neil Schlager. Farmington Hills, MI: Gale Group.

Kearney M, Porter W (2009) Mechanistic niche modelling: combining physiological and spatial data to predict species ranges. *Ecol Lett* 12:334–350.

Kageyama, Paulo Yoshio; Gandara, Flávio B.(2008). A biodiversidade brasileira e a questão das mudanças climáticas globais. In: Emília Wanda Rutkowski. (Org.).

Mudanças climáticas e Mudanças Socioambientais globais: reflexões sobre alternativas de futuro. 1ed. Brasília: UNESCO, 2008, v. 1, p. 65-80.

Lingnau, R. e Bastos R. (2007). Vocalizations of the Brazilian torrent frog *Hylodes heyeri* (Anura: Hylodidae): Repertoire and influence of air temperature on advertisement call variation. *Journal of Natural History* 41(17–20), 1227–1235.

Lima-Ribeiro, Matheus S.; Diniz-Filho, José A. F. Modelos Ecológicos e a Extinção da Megafauna: clima e homem na América do Sul. 1. ed. São Carlos: CUBO, 2013. 155p.

Lima, Ribeiro, M. S.; Varela, Sara; Gonzalez-Hernandez, J.; Oliveira, G.; Diniz Filho, J.A.F.; Terrible, Levi Carina. EcoClimate: a database of climate data from multiple models for past, present, and future for macroecologists and biogeographers. *Biodiversity Informatics*, v. 10, p. 1-21, 2015.

Martins, A. P.; Scopel, I; Souza, M. S.; Peixinho. D. M. . Uso da terra e cobertura vegetal de 1985 a 2015 no Sudoeste de Goiás e relações com o meio físico. In: Dimas Moraes Peixinho, Marluce Silva Sousa. (Org.). Reconfiguração do Cerrado - Uso, conflitos e impactos ambientais. 1ed. Goiânia: Gráfica UFG, 2016, v. 1, p. 11-34.

Pereira, H.M., Leadley, P.W., Proenca, V., Alkemade, R., Scharlemann, J.P.W., Fernandez-Manjarres, J.F. et al. (2010). Scenarios for global biodiversity in the 21st century. *Science*, 330, 1496–1501.

Pounds e col., (2007) Pounds A., Carnaval A.C.O.Q., Corn S. (2007) Climate Change, Biodiversity Loss, and Amphibian Declines. In Gascon C, Collins J.P., Moore R.D., Church D.R., McKay J.E., Mendelson J.R. III (eds). *Amphibian Conservation Action Plan: IUCN/SSC Amphibian Specialist Group*. Glands, Cambridge.

Toledo, L.F., Haddad, C.F.B. (2005): Acoustic Repertoire and calling behavior of *Scinax fuscomarginatus* (Anura, Hylidae). *Journal of Herpetology* 39: 455-464.

Verdade, V. K.; Dixo, M.; Curcio, F. F. Os riscos de extinção de sapos, rãs e pererecas em decorrência das alterações ambientais. *Estudos Avançados (USP. Impresso)*, v. 24, p. 161-172, 2010.

CAPÍTULO 2

COMPOSIÇÃO, RIQUEZA E MODO REPRODUTIVO DOS ANUROS DO SUDOESTE DE GOIÁS, BRASIL

Composição, riqueza e modos reprodutivos dos anuros do sudoeste de Goiás, Brasil

RESUMO

O Bioma Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, ocupando cerca de 21% do território nacional. É composto por um mosaico fitofisionômico com mais 20 formas vegetacionais. Além dos remanescentes naturais, esta região também apresenta uma extensa área dominada por monoculturas. Apesar da grande biodiversidade de animais no Cerrado brasileiro, a anurofauna ainda é considerada pouco conhecida, sendo registradas na literatura 210 espécies de anfíbios. O presente trabalho visou o levantamento das espécies, modo reprodutivo e status de conservação dos anuros de uma área de Cerrado no Brasil Central, região com alta atividade agropecuária. O presente estudo foi realizado na região sudoeste de Goiás. A Anurofauna do sudoeste goiano foi estudada entre os anos de 2009 a 2012, com visitas a campo a cada três meses durante 10 dias. Ao final com um total de 28 pontos em 3 municípios. Em campo, a amostragem das espécies de anfíbios ocorreu através da utilização de metodologias complementares, tais como: armadilhas de interceptação-e-queda, busca em sítios de reprodução e sensores auditivos. Adicionalmente, foram considerados estudos previamente publicados que tenham descrito listas de espécies para a região sudoeste do estado de Goiás e a partir dos dados compilados classificamos os anuros quanto aos seus modos reprodutivos. Foram registradas 45 espécies de anuros coletados em 88 pontos amostrais na região sudoeste de Goiás. Desta forma, o presente estudo apresenta uma lista sistematizada de espécies de anuros da região sudoeste do estado de Goiás, além de apresentar seis novos registros de ocorrência para região, incrementando as informações previamente disponibilizadas. As espécies registradas estão distribuídas em seis famílias e 16 gêneros. Encontramos nove modos reprodutivos. Ao avaliar o *status* de conservação nenhuma das espécies registrada neste estudo está listada como ameaçada de extinção e apenas uma espécie está listada como deficiente de dados (DD), sendo as demais espécies listadas na categoria menor preocupação (LC). A riqueza de espécies de anuros para a região sudoeste equivale a 6% daquela registradas para o Brasil, e 22% da riqueza encontrada para o bioma Cerrado. Do total de 45 espécies registradas no presente estudo, nove são endêmicas. Destas, três espécies não constam em listas anteriores. O modo reprodutivo no qual as espécies têm ovos e girinos exotróficos em corpos d'água lântico é o mais generalizado entre espécies de anuros do sudoeste de Goiás. Nestes estudos, a baixa diversidade de modos reprodutivos é atribuída à menor heterogeneidade em termos de micro-habitat.

Palavras-chave: Cerrado, Endemismo, Lista Vermelha, Amostragem.

Species composition, species richness and reproductive modes of the anurans from southwestern Goiás, Brasil

ABSTRACT

The Cerrado savanna is the second largest biome in Brazil, covering 21% of the country's total area. The Cerrado is formed by a phytophysiognomic mosaic, composed of more than 20 distinct types of vegetation. The remaining natural vegetation is being encroached progressively by monocultures of cash crops, which now occupy a considerable proportion of the whole biome. While the Cerrado is home to a considerable diversity of animals, its anuran fauna is still relatively poorly studied, even though 210 amphibian species are known to occur in this biome. The present study surveyed the anuran fauna of an area of Cerrado in central Brazil, within a region of intense cattle ranching activity, providing data on species richness and composition, reproductive modes, and conservation status. The study area was located in the southwest region of the state of Goiás, where the anuran fauna was surveyed between 2009 and 2012, with a 10-day field trip being conducted every three months. A total of 28 points were sampled in three municipalities. Sampling consisted of three complementary approaches: pitfall traps, active searches at breeding sites, and auditory censuses. Published studies that provide species lists for southwestern Goiás were also considered, and the reproductive modes of the species were defined. A total of 45 anuran species were collected from 88 sampling points in southwestern Goiás. In addition to providing a comprehensive inventory of the anuran species found in southwestern Goiás, the present study also recorded the occurrence of six new species in the region, amplifying the information available on its anuran fauna. The species recorded in the study represent six families distributed in 16 genera. Nine reproductive modes were recorded. None of the species recorded in the study are listed as endangered with extinction, although one is listed as Data Deficient (DD), while all the others are Least Concern (LC). The species richness of the study region is the equivalent of 6% of the total anuran diversity found in Brazil, and 22% of that of the Cerrado biome. Nine of the 45 species recorded in the present study are endemic to the Cerrado, and three of these had not been recorded previously. The most common reproductive mode in the study area was that in which exotrophic eggs and tadpoles are deposited in lentic bodies

of water. The low diversity of reproductive modes found in the region appears to be related to the reduced heterogeneity of micro-habitats.

Key words: Cerrado, Endemism, Red List, Sampling.

INTRODUÇÃO

O Bioma Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, ocupando cerca de 21% do território nacional (Borlaug, 2002). É composto por um mosaico fitofisionômico com mais 20 formas vegetacionais florestais, savânicas e campestres (Ribeiro e Walter, 1998). A região do Bioma cerrado além de apresentar vasta extensão territorial, heterogeneidade vegetal e grande riqueza faunística, é cortado pelas três maiores bacias hidrográficas da América do Sul, Amazônica, Prata e Sanfranciscana (Adámolo et al., 1986).

Além dos remanescentes naturais, esta região também apresenta uma extensa área dominada por monoculturas (p.ex.: cana-de-açúcar, milho e soja) e também a ocorrência de algumas espécies exóticas como *Eucalyptus sp.* (Eucaliptos) e *Melinis minutiflora* (Capim gordura).

O Cerrado é considerado um dos 25 “hotspots” globais de biodiversidade, ou seja, suas áreas são caracterizadas pela grande concentração de espécies endêmicas e por apresentar uma ascendente perda de hábitat, tendo em vista que 67% das áreas de Cerrado são consideradas como "altamente modificadas".

Apesar da grande biodiversidade de animais no Cerrado brasileiro, a anurofauna ainda é considerada pouco conhecida, sendo registradas na literatura 210 espécies de anfíbios (Valdujo et al., 2012). Estes animais estão presentes em quase todos os ambientes terrestres, ocupando posições importantes em cadeias tróficas. São considerados bioindicadores de poluição, pois respondem de forma rápida, a fatores como fragmentação do hábitat, alterações hidrológicas, contaminação do ar e da água

por agentes químicos e variações climáticas de larga escala, sendo que seu declínio serve como advertência (Miguel et al. 2007).

Neste sentido, no intuito de incrementar o conhecimento acerca dos anuros do Cerrado, o presente trabalho visou o levantamento das espécies, modo reprodutivo e status de conservação dos anuros de uma área de Cerrado no Brasil Central, região com alta atividade agropecuária.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na região sudoeste de Goiás, Brasil Central. Esta região possui área total de 56.111,526 km² e a agropecuária representa a principal atividade econômica (Martins *et al.* 2016), as quais, nas últimas décadas, vêm aumentando de maneira significativas nesta região. Esta área está totalmente inserida no domínio do Cerrado, apresentando clima tropical (Classificação de Köppen AW) e estações de chuva (outubro a março) e seca (abril a setembro) bem definidas.

A Anurofauna do sudoeste goiano foi estudada entre os anos de 2009 a 2012. As visitas a campo foram realizadas trimestralmente, com duração de 10 dias, totalizando um esforço amostral de 240 dias. No geral, foram amostrados 28 pontos amostrais (Tabela 1), distribuídos nos municípios de Aparecida do Rio Doce (18° 17' 50.61" S 51° 08' 46.50" O), Aporé (18° 47' 24.07" S 52° 03' 50.13" O) e Jataí (17° 52' 44.77" S 51° 43' 14.42" O).

Tabela 01. Pontos de coleta, descrições fitofisionomias e método de amostragem.

Ponto	Latitude	Longitude	Município	Descrição do ambiente	Método
1	18° 04' 16.27" S	51° 10' 20.09" W	Aparecida do Rio Doce	Mata de galeria	Pitfall
2	18° 04' 01.16" S	51° 10' 01.89" W	Aparecida do Rio Doce	Cerradão	Pitfall
3	18° 00' 40.89" S	51° 11' 23.28" W	Aparecida do Rio Doce	Lagoa	Busca auditiva
4	18° 04' 13.83" S	51° 10' 15.93" W	Aparecida do Rio Doce	Riacho	Busca auditiva
5	18° 00' 37.67" S	51° 11' 12.36" W	Aparecida do Rio Doce	Lagoa	Busca auditiva
6	18° 41' 06.72" S	52° 26' 52.83" W	Aporé	Lagoa	Busca auditiva
7	18° 41' 46.94" S	52° 26' 07.63" W	Aporé	Lagoa	Busca auditiva
8	18° 42' 14.38" S	52° 26' 21.82" W	Aporé	Lagoa	Busca auditiva
9	18° 45' 14.09" S	52° 24' 26.62" W	Aporé	Mata de galeria	Pitfall
10	18° 48' 26.68" S	52° 21' 40.00" W	Aporé	Cerradão	Pitfall
11	17° 56' 42.46" S	51° 43' 02.48" W	Jataí	Cerradão	Pitfall
12	17° 56' 53.60" S	51° 44' 03.27" W	Jataí	Cerradão	Pitfall
13	17° 56' 06.51" S	51° 43' 53.23" W	Jataí	Cerradão	Pitfall

14	17° 57' 04.78" S	51° 44' 29.10" W	Jataí	Lagoa	Busca auditiva
15	17° 57' 35.60" S	51° 43' 49.88" W	Jataí	Lagoa	Busca auditiva
16	17° 44' 51.00" S	51° 39' 01.33" W	Jataí	Lagoa	Busca auditiva
17	17° 44' 14.28" S	51° 37' 57.07" W	Jataí	Lagoa	Busca auditiva
18	17° 42' 41.28" S	51° 37' 31.13" W	Jataí	Lagoa	Busca auditiva
19	17° 42' 35.11" S	51° 37' 06.91" W	Jataí	Lagoa	Busca auditiva
20	17° 43' 35.41" S	51° 34' 34.54" W	Jataí	Lagoa	Busca auditiva
21	17° 45' 02.29" S	51° 34' 02.48" W	Jataí	Lagoa	Busca auditiva
22	17° 45' 50.36" S	51° 33' 01.02" W	Jataí	Lagoa	Busca auditiva
23	17° 45' 50.36" S	51° 33' 01.02" W	Jataí	Cerradão	Pitfall
24	17° 46' 08.47" S	51° 32' 26.03" W	Jataí	Cerradão	Pitfall
25	17° 44' 00.04" S	51° 38' 36.72" W	Jataí	Mata de galeria	Pitfall
26	17° 42' 46.01" S	51° 37' 51.26" W	Jataí	Cerrado stricto sensu	Pitfall
27	17° 42' 30.47" S	51° 36' 32.23" W	Jataí	Cerrado stricto sensu	Pitfall
28	17° 43' 10.93" S	51° 34' 40.25" W	Jataí	Cerrado stricto sensu	Pitfall

Em campo, a amostragem das espécies de anfíbios ocorreu através da utilização de metodologias complementares, tais como: armadilhas de interceptação-e-queda (*Pitfall traps*), busca em sítios de reprodução (Scott e Woodward, 1994) e sensores auditivos.

As armadilhas de interceptação-e-queda (*Pitfall traps*) foram constituídas por quatro baldes de 60 litros enterrados no solo, interligados por uma tela plástica com 50 cm de altura e 35 m de comprimento. As armadilhas foram dispostas em formato de Y (Ceci e Martins, 2000), sendo mantida uma distância de 10 m entre os baldes. As armadilhas foram instaladas em diferentes fitofisionomias e permaneceram abertas apenas durante as visitas a campo, sendo revisadas a cada 24 horas.

A busca em sítio de reprodução (Scott e Woodward, 1994) foi estabelecida em pontos amostrais específicos, tais como: riachos, corpos d'água, lagoas e represas. Para este método, o período de amostragem ocorreu entre 18h e 24h, sendo os corpos d'água percorridos por um período de 60 minutos. Os indivíduos avistados eram registrados ou suas vocalizações gravadas para posterior. Exemplares testemunhos de anuros foram coletados, sendo sacrificados com xilocaína 5% e fixados em solução de formol a 10% para posterior conservação em álcool 70%. Os indivíduos coletados foram depositados na Coleção Zoológica da Universidade Federal de Goiás campus Jataí (TBH). A nomenclatura utilizada segue Frost (2017) e SBH (2016). Para a identificação das espécies também foram realizadas consultas a especialistas.

Adicionalmente, foram considerados estudos previamente publicados que tenham descrito listas de espécies para a região sudoeste do estado de Goiás. A saber, tais estudos são: Vaz-Silva et al. (2007), Kopp et al. (2010), Morais et al. (2011), Oliveira et al. (2015). A partir destes, compilamos dados sobre as espécies de anuros e consideramos todas as espécies presentes nos estudos, porém, não foram consideradas aquelas espécies com com incertezas taxonômicas (e.g., *Scinax* sp, *Scinax* gr. *ruber*, *Elachistocleis* cf. *ovalis*, *Pseudopaludicola* aff. *falcipes*).

A partir dos dados compilados classificamos os anuros quanto aos seus modos reprodutivos. Para isto, foram considerados os seguintes autores: Kopp *et al.* (2007), Haddad & Prado (2005), Vasconcelos *et al.* (2010), Vieira *et al.* (2008). Para avaliar o *status* de conservação, procuramos informações referentes às espécies nas listas vermelhas de espécies ameaçadas da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 2017) e do Brasil (MMA, 2014). Por fim, checamos o grau de endemismo das espécies em Valdujo *et al.* 2012.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No geral, foram registradas 45 espécies de anuros coletados em 88 pontos amostrais (Tabela 3; Figura 01) na região sudoeste de Goiás. Desta forma, o presente estudo apresenta uma lista sistematizada de espécies de anuros da região sudoeste do estado de Goiás, além de apresentar seis novos registros de ocorrência para região, incrementando as informações previamente disponibilizadas.

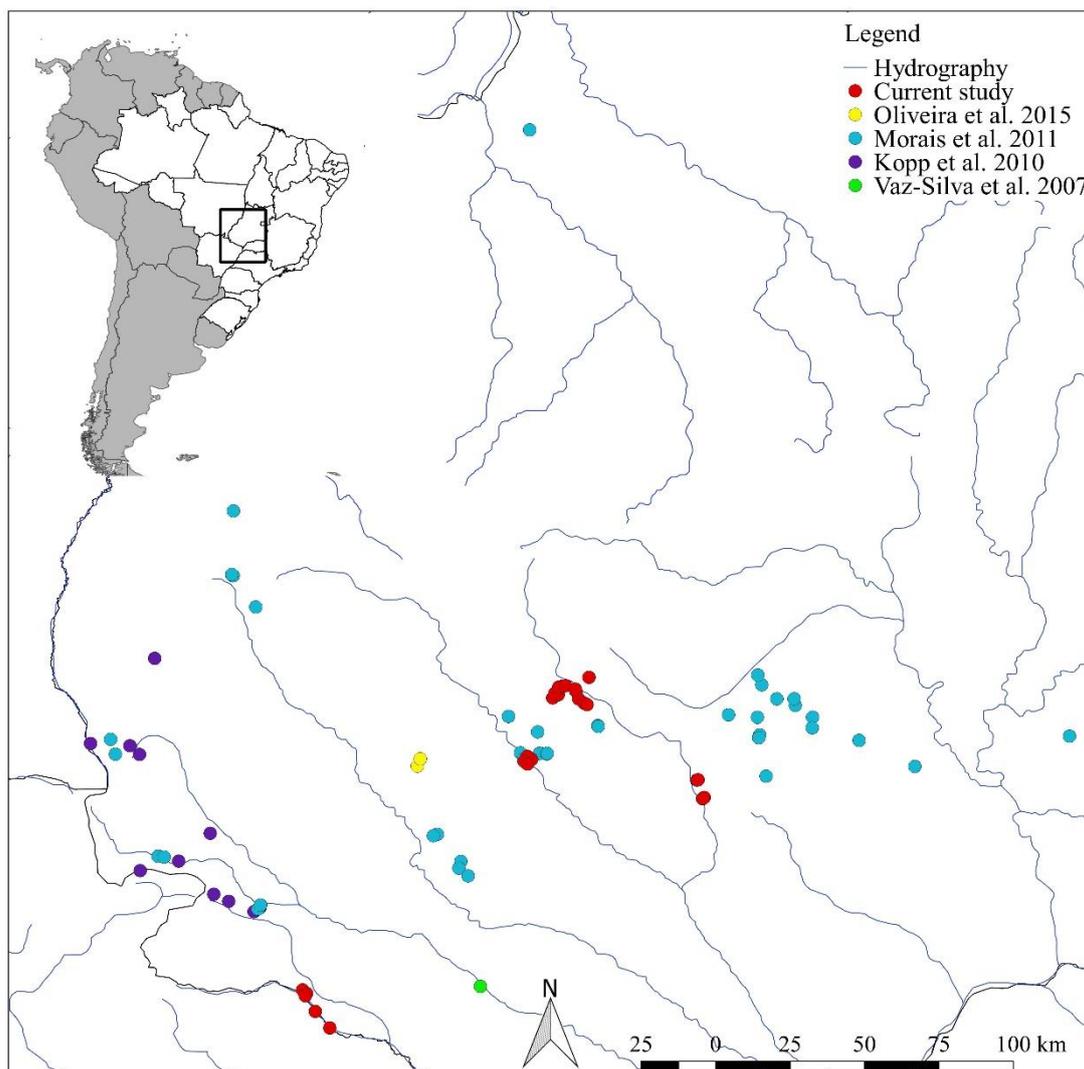


Figura 01: Pontos de coleta de anuros localizados no sudoeste de Goiás.

De modo geral, as espécies registradas estão distribuídas em seis famílias e 16 gêneros. Hylidae e Leptodactylidae foram as famílias mais representativas com dezoito espécies amostradas, seguida por Bufonidae e Odontophrynidae (três espécies cada), Microhylidae (duas espécies) e Craugastoridae (uma espécie). Encontramos nove modos reprodutivos (Tabela 2) para as espécies de anuros registradas na região, sendo possível observar uma correlação positiva ($r=0,90$; $p=0.01$), em que quanto maior o número de espécies por família maior a quantidade de modo reprodutivo (Figuras 02 e 03). Ao avaliar o *status* de conservação nenhuma das espécies registrada neste estudo está listada como ameaçada de extinção, de acordo com as listas vermelhas da IUCN e do Brasil, apenas uma espécie (*Pithecopus azureus*) está listada como deficiente de dados (DD), sendo as demais espécies listadas na categoria “menor preocupação” (Least

Concern - LC) ou não avaliadas (NA). Foram identificadas nove espécies como endêmica para o Bioma Cerrado (Tabela 03).

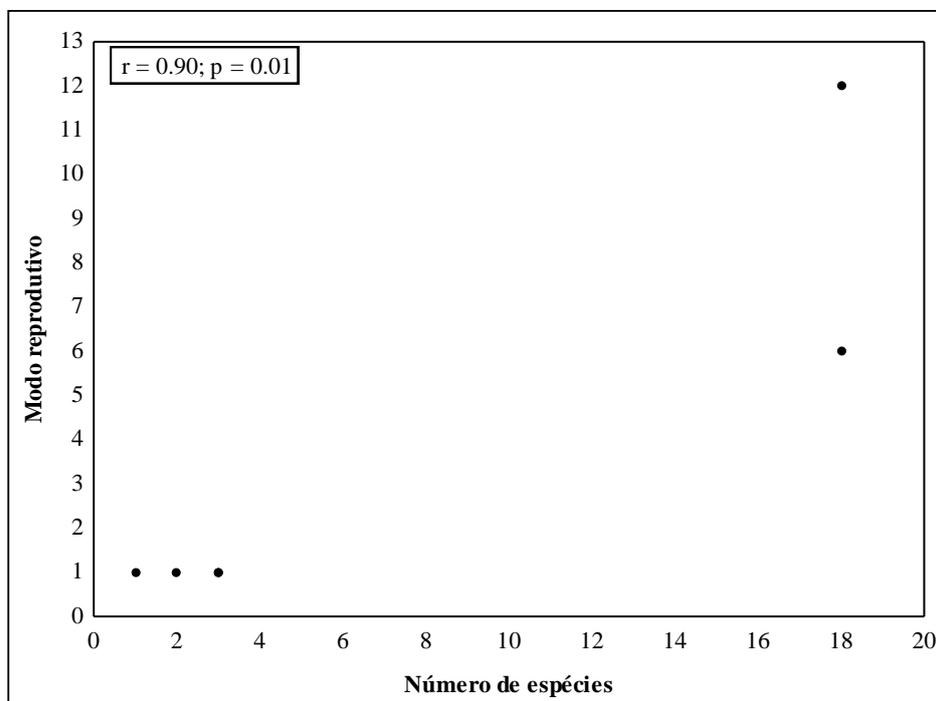


Figura 02: Correlação entre número de espécies e modos reprodutivos.

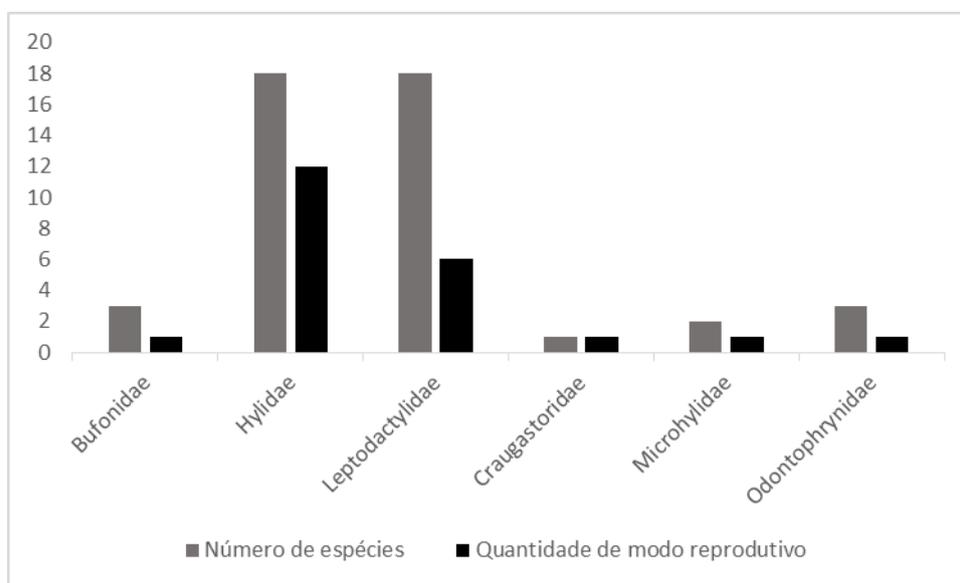


Figura 03: Modos reprodutivos e quantidade de espécies por família.

Tabela 02: Modos reprodutivos encontrados na região sudoeste de Goiás.**Legenda:** MR- Modo reprodutivo

MR	Descrição	Número de espécies
1	Ovos e girinos exotróficos em corpos d'água lântico	27
4	Ovos e estágios larvais iniciais em piscinas naturais ou construídas; após a inundação, girinos exotróficos em corpos d'água lântico ou lótico	1
11	Ovos em ninhos de espuma flutuante em corpos d'água lântico; girinos exotróficos em corpos d'água lântico	6
13	Ovos em ninhos de espuma flutuante em água acumulada em piscinas construídas; girinos exotróficos em corpos d'água lântico	2
23	Desenvolvimento direto de ovos terrestres	1
24	Dos ovos eclodem girinos exotróficos que caem em corpo d'água lântico	1
30	Ninho de espuma com ovos e estágios iniciais em ninho subterrâneos construídos; após inundação, girinos exotróficos em corpos d'água lântico	4
32	Ninho de espuma com ovos em tocas subterrâneas construídas; girinos endotróficos completam o desenvolvimento na toca	3

Tabela 03: Listagem de espécies referente a todos os estudos, status de conservação, modo reprodutivo e endemismo para o cerrado**Legenda:**LC- Menor preocupação, DD- Deficiente de dados, NA- Não avaliado.

Família/Espécies	Presente estudo	Vaz-Silva et al. 2007	Kopp et al. 2010	Morais et al. 2011	Oliveira et al. 2015	Status de conservação MMA/IUCN	Modo reprodutivo	Endemismo Cerrado
Família Bufonidae						LC/LC		
<i>Rhinella mirandaribeiroi</i> (Gallardo, 1965)	X	X		X		LC/LC	1	
<i>Rhinella schneideri</i> (Werner, 1894)	X	X	X	X	X	LC/LC	1	
<i>Rhinella ocellata</i> (Günther, 1859)		X				LC/LC	1	X

Familia Hylidae						LC/LC		
<i>Dendropsophus cruzi</i> (Pombal & Bastos, 1998)	X	X	X	X		LC/LC	1	X
<i>Dendropsophus jimi</i> (Napoli & Caramaschi, 1999)	X	X	X	X		LC/LC	1	
<i>Dendropsophus minutus</i> (Peters, 1872)	X	X	X	X	X	LC/LC	1	
<i>Dendropsophus nanus</i> (Boulenger, 1989)	X	X		X		LC/LC	1	
<i>Dendropsophus rubicundulus</i> (Reinhardt & Lütken, 1862)	X	X		X		LC/LC	1	
<i>Dendropsophus soaresi</i> (Jim & Caramaschi, 1980)	X	X		X	X	LC/LC	1	
<i>Boana albopunctatus</i> (Spix, 1824)	X	X	X	X		LC/LC	1	
<i>Boana goianus</i> (B. Lutz, 1968)	X					LC/LC	1	X
<i>Boana lundii</i> (Burmeister, 1856)	X		X	X		LC/LC	4	
<i>Boana paranaiba</i> (Günther, 1859"1858")	X	X		X		NA/LC	1	
<i>Boana raniceps</i> Cope, 1862	X	X	X	X		LC/LC	1	
<i>Pithecopus azureus</i> (Cope, 1862)	X			X		LC/DD	24	
<i>Scinax constrictus</i> Lima, Bastos & Giaretta, 2004	X			X		LC/LC	1	X
<i>Scinax fuscovarius</i> (Lutz, 1925)	X	X		X	X	LC/LC	1	
<i>Scinax fuscomarginatus</i> (A. Lutz, 1925)	X	X	X	X	X	LC/LC	1	
<i>Scinax x-signatus</i> (Spix, 1824)		X		X		LC/LC	1	
<i>Trachycephalus typhonius</i> (Linnaeus, 1758)	X	X				LC/LC	1	
<i>Pseudis bolbodactyla</i> Lutz, 1925	X	X		X		LC/LC	1	
Familia Leptodactylidae						LC/LC		
<i>Adenomera hylaedactyla</i> (Cope, 1868)	X		X	X		LC/LC	32	
<i>Adenomera martinezi</i> Bokermann, 1956			X			LC/LC	32	X
<i>Adenomera marmorata</i> (Steindachner, 1867)	X		X			LC/LC	32	
<i>Leptodactylus furnarius</i> Szajma & Bokermann, 1978	X		X	X		LC/LC	30	
<i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneider, 1799)	X	X	X	X	X	LC/LC	30	
<i>Leptodactylus labyrinthicus</i> (Spix, 1824)	X	X		X		LC/LC	13	
<i>Leptodactylus latrans</i> (Steffen, 1815)	X		X	X	X	LC/LC	11	
<i>Leptodactylus mystacinus</i> (Burmeister, 1861)	X			X	X	LC/LC	30	

<i>Leptodactylus podicipinus</i> (Cope, 1862)	X	X	X	X		LC/LC	13	
<i>Leptodactylus sertanejo</i> Giaretta & Costa, 2007			X			LC/LC	30	
<i>Leptodactylus syphax</i> Bokermann, 1969	X			X		LC/LC	11	
<i>Pseudopaludicola falcipes</i> (Hensel, 1867)	X	X		X		LC/LC	1	
<i>Pseudopaludicola mystacalis</i> (Cope 1887)	X					LC/LC	1	
<i>Pseudopaludicola saltica</i> (Cope, 1887)	X		X	X		LC/LC	1	X
<i>Physalaemus centralis</i> Bokermann, 1962	X	X	X	X	X	LC/LC	11	
<i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826	X	X	X	X	X	LC/LC	11	
<i>Physalaemus marmoratus</i> (Reinhardt & Lütken, 1862 "1861")	X	X			X	LC/LC	11	
<i>Physalaemus nattereri</i> (Steindachner, 1863)	X	X	X	X	X	LC/LC	11	
Família Craugastoridae						LC/LC		
<i>Baricholos ternetzi</i> (Miranda –Ribeiro, 1937)	X					NA/LC	23	X
Família Microhylidae						LC/LC		
<i>Chiasmocleis albopunctata</i> (Boettger, 1885)	X	X			X	LC/LC	1	
<i>Elachistocleis cesarii</i> (Miranda-Ribeiro, 1920)	X			X	X	NA/LC	1	
Família Odontophrynidae						LC/LC		
<i>Odontophrynus americanus</i> (Duméril & Bibron, 1841)	X					LC/LC	1	
<i>Odontophrynus cultripes</i> Reinhardt & Lütken, 1861"1862"	X					LC/LC	1	X
<i>Proceratophrys dibernadoi</i> (Brandão, Caramaschi, Vaz-Silva, and Campos, 2013)	X					NA/NA	1	X

A riqueza de espécies de anuros para a região sudoeste equivale a 6% daquela registradas para o Brasil, (SBH, 2016), e 22% da riqueza encontrada para o bioma Cerrado (Valdujo et al. 2012). As famílias Hylidae e Leptodactylidae apresentam o maior número de espécies no Brasil (SBH, 2010). Isto é observado em diferentes localidades do bioma Cerrado (Colli et al. 2002; Brasileiro et al. 2005; Kopp et al. 2010; Santoro & Brandão, 2014; Oliveira et al. 2015), bem como no Pantanal (Prado et al. 2005) e Mata Atlântica (Haddad & Prado, 2005).

Do total de 45 espécies registradas no presente estudo, nove são endêmicas (Tabela 2). Destas, três espécies não constam em listas anteriores (Vaz-Silva et al. 2007, Kopp et al. 2010, Morais et al. 2011, Oliveira et al. 2015). *Barycholos ternetzi* (Miranda-Ribeiro, 1937) e *Odontophrynus cultripes* (Reinhardt & Lütken, 1861"1862") são típicas do Cerrado (Valdujo et al. 2012) e podem ser registradas em outras localidades no Cerrado (Morais et al. 2012). Por outro lado, *Proceratophrys dibernadoi* (Brandão, Caramaschi, Vaz-Silva, e Campos, 2013) é conhecida no sudoeste de Goiás e Mato Grosso (Frost 2017).

No Cerrado, as espécies endêmicas correspondem a 51,6%, porém este número pode mudar à medida em que novas espécies são descobertas ou revisões taxonômicas ocorrem (Valdujo et al. 2012). Além disso, investigações em áreas já inventariadas podem resultar na detecção de espécies de anfíbios ainda não observadas (Verdade et al. 2012). Neste último caso, *Proceratophrys dibernadoi* (Brandão, Caramaschi, Vaz-Silva, e Campos, 2013) não foi detectada em listas anteriores a 2013, o mesmo argumento é válido para seis espécies ainda não listadas para o sudoeste de Goiás (Tabela 2).

O modo reprodutivo no qual as espécies têm ovos e girinos exotróficos em corpos d'água lêntico (Modo reprodutivo 1) é o mais generalizado entre espécies de anuros do sudoeste de Goiás (Tabelas 2 e 3). Além disso, famílias de anuros com maior número de espécies tendem a exibir maior número de modos reprodutivos (Figura 02 e 03).

Por exemplo, a quantidade de modos reprodutivos de Hylidae e Leptodactylidae corresponde a 3 e 5, respectivamente. Estas duas tendências ocorrem em biomas como Mata Atlântica (Haddad & Prado, 2005) e Pantanal (Prado et al. 2005). Encontramos modos reprodutivos relacionados a corpos de água (MR 1 e 11), à vegetação (MR 24) e ao solo (MR 4, 13, 23, 30 e 32). Diferente de Kopp et al. (2010), registramos modo

reprodutivo relacionado à vegetação para *Pithecopus azureus* (Cope, 1862), uma espécie deficiente de dados na lista da IUCN. Mesmo diante da diversidade de ambientes amostrados (Tabela 02), observamos apenas dois modos reprodutivos adicionais para a região sudoeste de Goiás (MR 23 e 24). Estudos anteriores em ambientes sazonais, como sudoeste de Goiás (Kopp et al. 2010) e Pantanal (Prado et al. 2005), reportam uma baixa diversidade de modos reprodutivos.

Nestes estudos, a baixa diversidade de modos reprodutivos é atribuída à menor heterogeneidade em termos de microhabitat. Os ambientes amostrados no presente estudo não são tão heterogêneos quanto ambientes florestais (ver Kopp et al, 2010). Adicionalmente, o clima no sudoeste de Goiás apresenta grande variação sazonal. Vasconcelos et al. (2010) mostrou que modos reprodutivos de anuros em localidades de clima sazonal estão associados com a concentração anual de chuva. Entre os modos observados no presente estudo, apenas os modos 23 e 32 não estão diretamente associados à presença de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adámoli, J.; Macedo J.; Azevedo L. G.; Madeira Neto J. S. Caracterização da Região dos Cerrados. Solos dos Cerrados: Tecnologias e Estratégias de Manejo. Planaltina: Embrapa - São Paulo. 1986.
- Brasileiro, C.A., Sawaya, R.J., Kiefer, M.C. & Martins, and M. (2005): Amphibians of an open Cerrado fragment in southeastern Brazil. *Biota Neotropica*. 5 (2). <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/pt/abstract?article+BN00405022005>.
- Colli, G.R., Bastos, R.P., Araújo A.F.B., (2002): The character and dynamics of the Cerrado Herpetofauna. pp. 223-241. In: Oliveira P.S., Marquis R.J. (eds.), and the Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna. Columbia University Press, New York.
- Frost, D.R. 2017. Amphibian Species of the World: an online reference. American Museum of Natural History, New York. Version 5.4. Disponível em: <<http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php>>. Acesso em 15 de outubro de 2017.
- Haddad, C.F.B., Prado, C.P.A. (2005): Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *BioScience* 55: 207-217.

- Heneiques, R. P. B. Influência da História, Solo e Fogo na Distribuição e Dinâmica das Fitofisionomias no Bioma do Cerrado. Brasília, DF: Departamento de Ecologia Universidade de Brasília. 2005.
- Kopp, K., Signorelli, L., Bastos, R.B. (2010): Distribuição temporal e diversidade de modos reprodutivos de anfíbios anuros no Parque Nacional de Emas e entorno, estado de Goiás, Brasil. *Iheringia Série Zoologia* 100:192-200.
- Martins, A. P.; Scopel, I; Souza, M. S.; Peixinho. D. M. . Uso da terra e cobertura vegetal de 1985 a 2015 no Sudoeste de Goiás e relações com o meio físico. In: Dimas Moraes Peixinho, Marluce Silva Sousa. (Org.). Reconfiguração do Cerrado - Uso, conflitos e impactos ambientais. 1ed.Goiânia: Gráfica UFG, 2016, v. 1, p. 11-34.
- Miguel, P. S; Tavela, R. C.; Martins-Neto, R. G. O Declínio Populacional de Anfíbios e suas Conseqüências Ecológicas. Sociedade de Ecologia do Brasil, VIII CEB –UFJF. 2007.
- Morais, A.R., R.P. Bastos, R. Vieira L. Signorelli. (2011): Herpetofauna da Floresta Nacional de Silvânia, um remanescente de Cerrado no Brasil Central. *Neotropical Biology and Conservation* 7(2): 114-121.
- Oliveira, S.L., Silva, D.M., Bastos, R.P., Moraes, A.R. (2015): Anfíbios anuros nos covais do município de Jataí, Estado de Goiás. *Revista Eletrônica do Curso de Geografia* 24: 49-60.
- Prado, C.P., Uetanabaro, M., Haddad, C.F.B. (2005): Breeding activity patterns, reproductive modes, and habitat use by anurans (Amphibia) in a seasonal environment in the Pantanal, Brazil. *Amphibia-Reptilia* 26: 211-221.
- Ribeiro, J. F., e B. M. T. Walter. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In S. M. Sano e S. P. de Almeida (Eds.). *Cerrado: ambiente e flora*. p. 89-168. EMBRAPA-CPAC. Planaltina, DF. 1998.
- Santoro, G.R.C.C., Brandão, R. A. (2014): Reproductive modes, habitat use, and richness of anurans from Chapada dos Veadeiros, Central Brazil. *North-Western Journal of Zoology* 10 (2): 365-373.
- Scott JR., N. & B.D. Woodwar. 1994. Surveys at breeding sites, p.118-125. In: Heyer, W.R.; M.A. Donnelly; R.W. Mcdiarmid; L.C. Hayk & M.S. FOoster (Eds). *Measuring and Monitoring Biological Diversity – Standard Methods for Amphibians*. Washington, Smithsonian Institution Press, 364p

SBH.2010.Brazilianamphibians

Listofspecies.Accessibleat<http://www.sbherpetologia.org.br>. Captured on date of your online consult.

Valdujo, P. H., Silvano, D. L., Colli, G., Martins, M. (2012): Anuran Species Composition and distribution patterns in Brazilian Cerrado a Neotropical Hotspot. *South American Journal of Herpetology* 7(2): 63-78.

Vasconcelos, T.S., Santos, T.G., Haddad, C.F.B., Rossa-Feres, D.C. (2010): Climatic variables and altitude as predictors of anuran species richness and number of reproductive modes in Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 26: 423-432.

Verdade, V.K., Valdujo, P.H., Carnaval, A.C. Schiesari, L., Toledo, L.F., Mott, T., Andrade, G.V., Eterovick, P.C., Menin, M., Pimenta, B.V.S., Nogueira, C., Lisboa, C.S., Paula, C.D. 2012. A leap further: the Brazilian Amphibian Conservation Action Plan. *Alytes* 29 (1-4): 27-42.

Vaz-Silva, W., Guedes, A.G., Azevedo-Silva, P.L., Gontijo, F.F., Barbosa, R.S, Aloisio, G.R., Oliveira, F.C.G. (2007): Herpetofauna, Espora Hydroelectric Power Plant, state of Goiás, Brazil. *Check List* 3(4): 338-345.

CAPÍTULO III

**AS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO SÃO EFICIENTES PARA PRESERVAR
OS ANUROS DO CERRADO?**

As unidades de conservação são eficientes para preservar os anuros do Cerrado?

RESUMO

Aproximadamente 137 espécies de animais que ocorrem no Cerrado estão ameaçadas de extinção devido ao aumento das atividades antropogênicas. Dentre os grupos ameaçados, os anfíbios demonstram um elevado grau de vulnerabilidade. Para amenizar a atual crise da biodiversidade, algumas medidas são tomadas, como a criação de unidades de conservação (UCs) que são importantes instrumentos para a conservação. O número de UCs e a extensão por elas protegida vêm crescendo aceleradamente nas últimas décadas. Porém, ainda hoje, somente 8,21% do Cerrado é legalmente protegido por UCs. O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto das UCs para a conservação das espécies de anuros do bioma Cerrado. Uma lista exhaustiva das espécies de anuros foi obtida tanto por coletas de campo quanto na literatura. As coletas de campo foram realizadas entre os anos de 2009 a 2017, em sete municípios do estado de Goiás, com um total de 59 pontos de coletas. Para amostragem da Anurofauna foram utilizadas metodologias complementares, tais como: armadilhas de interceptação-e-queda, busca em sítios de reprodução e sensores auditivos. Para avaliar a eficiência do esforço amostral nas áreas de estudo, foi construída uma curva de acumulação de espécies. O estimador não-paramétrico Jackknife de primeira ordem foi utilizado para estimar a riqueza de espécies. Para comparar a riqueza estimada de espécies de anfíbios em áreas protegidas *vs.* áreas não protegidas, utilizamos o teste-t de Student. Foram encontrados 19 trabalhos para Unidades de Conservação entre os anos de 2005 e 2016 dentro do bioma Cerrado. No total, foram registradas 173 espécies distribuídas em 10 famílias. Desse total, 165 espécies pertencentes a todas famílias foram registradas em áreas protegidas do Cerrado, com riqueza estimada de $237,95 \pm 37,85$ espécies. Para as áreas não protegidas, foram registradas 54 espécies distribuídas em 6 famílias, com a riqueza de espécies estimada de $67,71 \pm 10,49$. Foi encontrado um total de 62 espécies endêmicas, sendo que 58 são encontradas dentro das UCs e 16 nas áreas fora das UCs. Em geral, a riqueza estimada de espécies em áreas protegidas é maior que em áreas não protegidas do bioma Cerrado. No entanto, a extensão de ocorrências das espécies em áreas protegidas é menor que em áreas não protegidas. O tempo desde a descrição e o tamanho das espécies não diferiram entre as áreas protegidas e não protegidas. Nossos resultados demonstram um cenário contraditório em relação ao papel das UCs para a preservação dos anuros no Cerrado. Por um lado, a maioria das espécies conhecidas foram observadas ou descritas dentro das áreas protegidas, o que mostra que as UCs estão propiciando condições favoráveis para estudos sobre anuros no bioma Cerrado. Por outro lado, as UCs normalmente apresentam áreas restritas e isoladas entre si no espaço geográfico, limitando a distribuição geográfica da maioria das espécies.

Palavras-chave: Ameaçados, Anfíbios, Armadilhas, Eficiência.

Are the protected areas effective to preserve the anurans in the Brazilian Cerrado?

ABSTRACT

Approximately 137 animal species found in the Brazilian Cerrado savanna are considered to be endangered with extinction due to the ongoing increase in anthropogenic impacts. Amphibians are one of the most vulnerable groups of these animals. One of the measures taken in an effort to mediate the current biodiversity crisis is the creation of protected areas, which are fundamental conservation tools. The number of conservation units and the area they protect has grown at an increasing rate in recent decades, although, up to now, only 8.21% of the Cerrado is legally protected. The present study evaluated the impact of these protected areas for the conservation of the anurans of the Cerrado biome. An exhaustive inventory of anuran species was compiled through both the collection of data in the field and the analysis of published studies. Fieldwork was conducted between 2009 and 2017 in seven municipalities of the Brazilian state of Goiás, at a total of 59 sampling points. Three complementary approaches were used to sample the anuran fauna: pitfall traps, active searches at breeding sites, and auditory censuses. A cumulative species curve was plotted to evaluate the efficiency of the sampling effort within the study areas, with a first-order, nonparametric Jackknife procedure being used to estimate species richness. Species richness was compared between protected areas and non-protected areas using Student's *t*. The literature search revealed a total of 19 studies in Cerrado conservation units published between 2005 and 2016. A total of 173 species distributed in 10 families were recorded, and 165 of these species (representing all 10 families) were recorded in protected areas, for which, estimated species richness was 237.95 ± 37.85 species. In non-protected areas, 54 species were recorded from six families, with an estimated species richness of 67.71 ± 10.49 . Overall, 62 of the species were endemic to the Cerrado, of which, 58 were recorded in conservation units and 16 in unprotected areas. In general, estimated species richness was higher in protected areas of the Cerrado biome than in unprotected areas, although the areas of occurrence of the species found in protected areas were much smaller than those in unprotected areas. Neither the time elapsed since the species description nor the body size of the species varied significantly between protected and unprotected areas. The results of the present study point to a contradictory role of conservation units in the preservation of the

anurans of the Cerrado. On the one hand, most known species were observed or recorded in protected areas, which indicates that the conservation units provide favorable conditions for anuran research in the Cerrado biome. On the other hand, the biome's conservation units are typically relatively small and isolated areas, which may contribute to the relatively limited geographic distribution of most species.

Key words: Endangered species, Amphibians, Traps, Efficiency.

INTRODUÇÃO

O Cerrado é considerado um dos 25 “hotspots” globais, com elevada concentração de espécies endêmicas e uma crescente perda de hábitat. Cerca de 67% das áreas originais de Cerrado foram transformados em pastagens plantadas, culturas anuais e outros tipos de uso (Machado et al., 2004; Klink & Machado, 2005) e aproximadamente 137 espécies de animais que ocorrem no Cerrado estão ameaçadas de extinção (Fundação Biodiversitas, 2003).

Atividades antropogênicas vêm causando uma aceleração na perda da biodiversidade, essas atividades afetam de forma direta ou indireta o meio ambiente. Atividades diretas como caça, introdução de espécies exóticas e desmatamento podem sobreexplorar espécies que são alvo para a conservação. As atividades indiretas como poluição, mudanças climáticas e perda de habitat atuam de forma não seletiva, atingindo uma gama maior de espécies (Henry-Silva, 2005).

Para desacelerar a atual crise da biodiversidade, algumas medidas são tomadas. Entre estas, a criação de unidades de conservação (UCs) são importantes instrumentos para a conservação ambiental e manutenção da biodiversidade (Marques & Nucci 2007).

O número de UCs e a extensão por elas protegida vêm crescendo aceleradamente nas últimas décadas, nos três níveis de governo (Municipal, Estadual e Federal) (Araújo, 2007). Esse crescimento é fundamental e urgente para garantir a conservação da biodiversidade (Drummond et al., 2010). Porém, ainda hoje, somente 8,21% do Cerrado é legalmente protegido por UCs, totalizando 265 UCs (Françoso et al., 2015). Da área total protegida, 2,85% representam unidades de conservação de proteção integral e

5,36% de unidades de conservação de uso sustentável, incluindo RPPNs (0,07%) (MMA 2014).

Dentre os grupos ameaçados pelas atividades antropogênicas, os anfíbios demonstram um elevado grau de vulnerabilidade por se tratarem de um grupo com baixa mobilidade e fracas condições de adaptação a alterações no ambiente (Navas et al., 2012). Atualmente são conhecidas cerca de 210 espécies de anuros para o Cerrado, com aproximadamente 50% de endemismo (Valdujo *et al*,2012); porém esta riqueza é subestimada por se tratar de um grupo com baixa detectabilidade.

Tendo em vista o elevado grau de ameaça aos anuros presente no bioma Cerrado, o objetivo deste trabalho foi avaliar a importância das UCs presentes no domínio deste bioma para a conservação das espécies de anuros. Avaliamos diferentes aspectos dos anuros presentes dentro e fora das UCs a partir de estudos de campo e dados da literatura. Especificamente, respondemos as seguintes questões:

- Existe diferença entre a riqueza de espécies contida dentro e fora das UCs?
- Existe diferença entre a área distribuição geográfica das espécies que ocorrem dentro e fora das UCs?
- Existe diferença no tempo descrição das espécies dentro e fora das UCs?
- Existem diferenças no tamanho corporal de espécies que ocorrem dentro e de fora das UCs?

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta dos dados em Campo

As coletas de campo foram realizadas entre os anos de 2009 a 2017 em sete municípios do estado de Goiás (Jataí, Aporé, Itajá, Pilar de Goiás, Campo Alegre de Goiás, Catalão e Aparecida do Rio Doce) com um total de 59 pontos de coletas (Quadro 01). Esta área está totalmente inserida no domínio do Cerrado, apresentando clima tropical (Classificação de Koppen AW) e estações de chuva (outubro a março) e seca (abril setembro) bem definidas.

Quadro 01: Pontos de coleta, definição ambiental e método.

Ponto	Latitude	Longitude	Município	Descrição do ambiente	Método
1	-18.0711111	-51.17222222	Aparecida do Rio Doce	Mata de galeria	Pitfall
2	-18.0669444	-51.16694444	Aparecida do Rio Doce	Cerradão	Pitfall
3	-18.0111111	-51.18972222	Aparecida do Rio Doce	Lagoa	Busca auditiva
4	-18.0702778	-51.17083333	Aparecida do Rio Doce	Riacho	Busca auditiva
5	-18.0102778	-51.18666667	Aparecida do Rio Doce	Lagoa	Busca auditiva
6	-18.685	-52.44777778	Aporé	Lagoa	Busca auditiva
7	-18.6961111	-52.43527778	Aporé	Lagoa	Busca auditiva
8	-18.7038889	-52.43916667	Aporé	Lagoa	Busca auditiva
9	-18.7538889	-52.40722222	Aporé	Mata de galeria	Pitfall
10	-18.8072222	-52.36111111	Aporé	Cerradão	Pitfall
11	-17.945	-51.71722222	Jataí	Cerradão	Pitfall
12	-17.9480556	-51.73416667	Jataí	Cerradão	Pitfall
13	-17.935	-51.73138889	Jataí	Cerradão	Pitfall
14	-17.9511111	-51.74138889	Jataí	Lagoa	Busca auditiva
15	-17.9597222	-51.73027778	Jataí	Lagoa	Busca auditiva
16	-17.7475	-51.65027778	Jataí	Lagoa	Busca auditiva
17	-17.7372222	-51.6325	Jataí	Lagoa	Busca auditiva
18	-17.7113889	-51.62527778	Jataí	Lagoa	Busca auditiva
19	-17.7097222	-51.61833333	Jataí	Lagoa	Busca auditiva
20	-17.7263889	-51.57611111	Jataí	Lagoa	Busca auditiva
21	-17.7505556	-51.56722222	Jataí	Lagoa	Busca auditiva
22	-17.7638889	-51.55027778	Jataí	Lagoa	Busca auditiva
23	-17.7638889	-51.55027778	Jataí	Cerradão	Pitfall
24	-17.7688889	-51.54055556	Jataí	Cerradão	Pitfall

25	-17.7333333	-51.64333333	Jataí	Mata de galeria	Pitfall
26	-17.7127778	-51.63083333	Jataí	Cerrado stricto sensu	Pitfall
27	-17.7083333	-51.60888889	Jataí	Cerrado stricto sensu	Pitfall
28	-17.7194444	-51.57777778	Jataí	Cerrado stricto sensu	Pitfall
29	-22.2561111	-80.25722222	Catalão	Mata de galeria	Busca auditiva
30	-22.385	-80.25805556	Catalão	Mata de galeria	Busca auditiva
31	-22.3627778	-80.25027778	Catalão	Mata de galeria	Busca auditiva
32	-21.7175	-80.33722222	Catalão	Cerrado stricto sensu	Pitfall
33	-21.9852778	-80.34944444	Catalão	Cerrado stricto sensu	Pitfall
34	-21.985	-80.33777778	Catalão	Cerrado stricto sensu	Pitfall
35	-22.0125	-80.34194444	Catalão	Cerrado stricto sensu	Pitfall
36	-22.0761111	-80.33611111	Catalão	Cerrado stricto sensu	Pitfall
37	-21.4669444	-80.28305556	Catalão	Cerrado stricto sensu	Pitfall
38	-21.5133333	-80.28694444	Catalão	Mata de galeria	Pitfall
38	-21.685	-80.2825	Catalão	Mata de galeria	Pitfall
40	-21.9275	-80.27333333	Catalão	Cerrado stricto sensu	Pitfall
41	-22.3275	-80.98833333	Catalão	Cerrado stricto sensu	Pitfall
42	-21.7433333	-80.79666667	Catalão	Mata de galeria	Pitfall
43	-21.6636111	-80.82111111	Catalão	Mata de galeria	Pitfall
44	-21.5688889	-80.59888889	Campo Alegre de Goiás	Campo rupestre	Busca auditiva
45	-21.6330556	-80.60472222	Campo Alegre de Goiás	Campo rupestre	Busca auditiva
46	-21.6233333	-80.47722222	Campo Alegre de Goiás	Mata de galeria	Busca auditiva
47	-65.3677778	-84.08444444	Pilar de Goiás	Transição de Floresta estacional semidecidual e Cerrado stricto sensu	Busca auditiva
48	-65.8825	-84.40138889	Pilar de Goiás	Mata semidecidual	Pitfall
49	-65.9544444	-84.05944444	Pilar de Goiás	Mata semidecidual	Busca auditiva

50	-66.1333333	-84.08972222	Pilar de Goiás	Cerrado stricto sensu	Busca auditiva
51	-66.4788889	-84.05138889	Pilar de Goiás	Cerrado stricto sensu	Busca auditiva
52	-66.5505556	-84.06638889	Pilar de Goiás	Mata semidecidual	Busca auditiva
53	-43.5538889	-79.10611111	Itajá	Lagoa	Busca auditiva
54	-44.2413889	-79.1175	Itajá	Lagoa	Busca auditiva
55	-44.4908333	-79.13583333	Itajá	Lagoa	Busca auditiva
56	-44.5086111	-79.18277778	Itajá	Lagoa	Busca auditiva
57	-44.5938889	-79.02055556	Itajá	Lagoa	Busca auditiva
58	-43.1683333	-79.20805556	Itajá	Lagoa	Busca auditiva
59	-44.1122222	-79.01861111	Itajá	Lagoa	Busca auditiva

Para amostragem da Anurofauna em campo foram utilizadas metodologias complementares, tais como: armadilhas de interceptação-e-queda (pitfall traps), busca em sítios de reprodução (Scott e Woodward, 1994) e sensores auditivos.

As armadilhas de interceptação-e-queda (Pitfall traps) foram constituídas por quatro baldes de 60 litros enterrados no solo, interligados por uma tela plástica com 50 cm de altura e 35 m de comprimento. As armadilhas foram dispostas em formato de Y (Cechin e Martins, 2000), sendo mantida uma distância de 10 m entre os baldes. As armadilhas foram instaladas em diferentes fitofisionomias e permaneceram abertas apenas durante as visitas a campo, sendo revisadas a cada 24 horas.

A busca em sítio de reprodução (Scott e Woodward, 1994) foi estabelecida em pontos amostrais. Para este método, o período de amostragem ocorreu entre 18h e 24h, sendo os corpos d'água percorridos por um período de 60 minutos. Os indivíduos avistados eram registrados ou suas vocalizações gravadas para posterior identificação. Exemplares testemunhos de anuros foram coletados, sendo abatidos com xilocaína 5% e fixados em solução de formol a 10% para posterior conservação em álcool 70%. Os indivíduos coletados foram depositados na Coleção Zoológica da Universidade Federal de Goiás campus Jataí (TBH).

Coleta dos dados em Literatura

Para a coleta de dados na literatura foram utilizadas as bases de dados Thompson ISI Web Of Science, Scopus e Scielo, em que procuramos artigos referentes a Unidades de Conservação no Bioma Cerrado utilizamos as seguintes combinações para a busca: “Cerrado anuros” e “Unidade de conservação anuros”. Para checar o endemismo das espécies seguimos Valdujo et al., (2012).

Análises estatísticas

Para avaliar a eficiência do esforço amostral nas áreas de estudo, foi construída uma curva de acumulação de espécies. Para isto, foi considerado os seguintes cenários: 1) área total (áreas protegidas + áreas não protegidas); 2) apenas áreas protegidas e 3)

apenas áreas não protegidas. Para as áreas protegidas, cada estudo obtido a partir da literatura foi considerado como unidade amostral, enquanto que para as áreas não protegidas, cada localidade amostrada em campo foi considerada como unidade amostral. O estimador não-paramétrico Jackknife de primeira ordem foi utilizado para estimar a riqueza de espécies, considerando 100 aleatorizações. Para isso foi usado o software Estimates 7.5 (COLWELL *et al.*, 2005). Foi utilizado teste-t de Student para comparar a riqueza estimada de espécies, o tempo descrição, área distribuição geográfica e tamanho corporal dos anuros entre áreas protegidas vs. áreas não protegidas.

RESULTADO

Foram encontrados 19 trabalhos para Unidades de Conservação entre os anos de 2005 e 2016 dentro do Bioma Cerrado (Figura 01, Tabela 02). No total, foram registradas 173 espécies distribuídas nas seguintes famílias: Centrolenidae, Brachycephalidae, Bufonidae, Craugastoridae, Cycloramphidae, Dendrobatidae, Hylidae, Hylodidae, Leptodactylidae, Microhylidae.

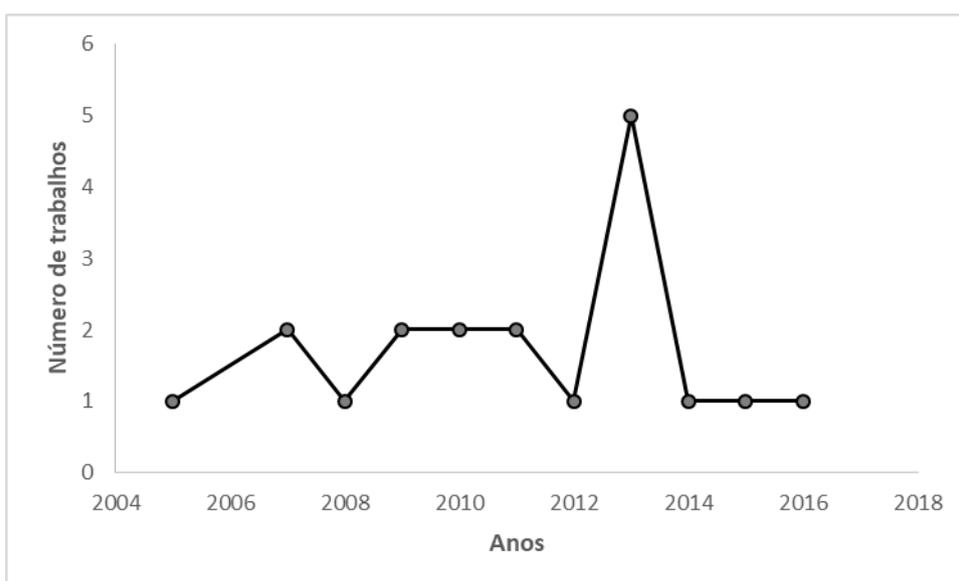


Figura 01: Números de trabalhos em Unidades de conservação para o Bioma Cerrado.

Tabela 02: Artigos referentes a Unidades de Conservação para o Bioma Cerrado.

Título do artigo	Autores	Ano de publicação	Área protegida	Estado
Patterns of Spatial distribution and microhabitats use to by syntopic anuran species along	Oliveira & Eterovick	2010	Parque Estadual do Rio Preto	Minas Gerais
The herpetofauna of the Estação Ecológica de Uruçuí-Uma, State of Piauí, Brazil	Vechio <i>et al</i>	2013	Estação Ecológica de Uruçuí-Uma	Piauí
Anurans of the Serra do Caraça, southeastern Brazil: species composition and phenological patterns of calling activity	Canelas & Bertoluci	2007	Reserva Particular do Patrimônio Santuário do Caraça	Minas Gerais
Checklist of amphibians and reptiles from the Nova Roma Ecological Station, in the cerrado of the state of Goiás, central Brazil	Campos & Lage	2013	Estação Ecológica Nova Roma	Goiás
Herpetofauna of protected areas in the Caatinga IV: Chapada Diamantina National Park, Bahia, Brazil	Magalhães <i>et al</i>	2015	Parque Nacional Chapada Diamantina	Bahia
Distribuição temporal e diversidade de modos reprodutivos de anfíbios anuros no Parque Nacional das Emas e entorno, estado de Goiás, Brasil	Kopp <i>et al</i>	2010	Parque Nacional das Emas	Goiás
Anuros da Estação Ecológica de Santa Bárbara, um remanescente de formações abertas de Cerrado no estado de São Paulo	Araújo <i>et al</i>	2013	Estação Ecológica de Santa Bárbara	São Paulo
Diversidade de Anuros (Amphibia) na reserva extrativista Lago do Cedro e seu entorno, Aruanã, Goiás	Melo <i>et al</i>	2013	Reserva Extrativista Lago do Cedro	Goiás
Amphibians of na open cerrado fragments in southeastern Brazil.	Brasileiro <i>et al</i>	2005	Estação Ecológica de Itirapina	São Paulo
Anurans in a forest remnant in the transition zone between cerrado and atlantic rain forest domains in southeastern Brazil.	Pirani <i>et al</i>	2013	Floresta Estadual do Uaimií	Minas Gerais
Herpetofauna da Floresta Nacional de Silvânia, um remanescente de Cerrado no Brasil Central.	Morais <i>et al</i>	2012	Floresta Nacional de Silvânia	Goiás
Herpetofauna de um remanescente de cerrado no estado de São Paulo, sudeste do Brasil.	Araujo & Almeida-	2011	Estação Ecológica de	São Paulo

	Santos		Assis	
Species richness, relative abundance, and habitat of reproduction of terrestrial frogs in the Triângulo Mineiro region, Cerrado Biome, southeastern Brazil	Giaretta <i>et al</i>	2008	Estação Ecológica do Panga	Minas Gerais
Anfíbios da Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins, região do Jalapão, Estados do Tocantins e Bahia.	Valdujo <i>et al</i>	2011	Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins	Tocantins e Bahia
Anura, Estação Ecológica de Jataí, São Paulo state, southeastern Brazil	Prado <i>et al</i>	2009	Estação Ecológica de Jataí	São Paulo
Anuros do cerrado da Estação Ecológica e da Floresta Estadual de Assis, sudeste do Brasil	Ribeiro-Júnior & Bertoluci	2009	Floresta Estadual de Assis	São Paulo
Reproductive modes, habitat use, and richness of anurans from Chapada dos Veadeiros, central Brazil	Santoro & Brandão	2014	Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros	Goiás
Anfíbios e répteis do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brasil	Uetanabaro <i>et al</i>	2007	Parque Nacional da Serra da Bodoquena	Mato Grosso do Sul
Amphibian Species and Priorities for Regional Conservation at the Espinhaço Mosaic, Southeastern Brazil	Barata <i>et al</i>	2016	Parque Estadual do Biribiri	Minas Gerais

Desse total, 165 espécies pertencentes à todas famílias foram registradas em áreas protegidas do Cerrado. Para as áreas protegidas, a riqueza estimada de espécies foi de $237,95 \pm 37,85$. Para as áreas não protegidas, foram registradas 54 espécies distribuídas em 6 famílias (Bufonidae, Craugastoridae, Dendrobatidae, Hylidae, Leptodactylidae, Microhylidae), com riqueza estimada de $67,71 \pm 10,49$ espécies. A riqueza de espécies em áreas protegidas foi significativamente superior às áreas não-protegidas ($t = 4,33$; $df = 186,8$; $p = < 0,001$) (Figura 2). Foi encontrado um total de 62 espécies endêmicas do Cerrado, sendo que 58 são encontradas dentro das UCs e 16 nas áreas coletadas fora das UCs. As curvas de acumulação de espécies para as áreas protegidas e não protegidas tenderam à estabilização.

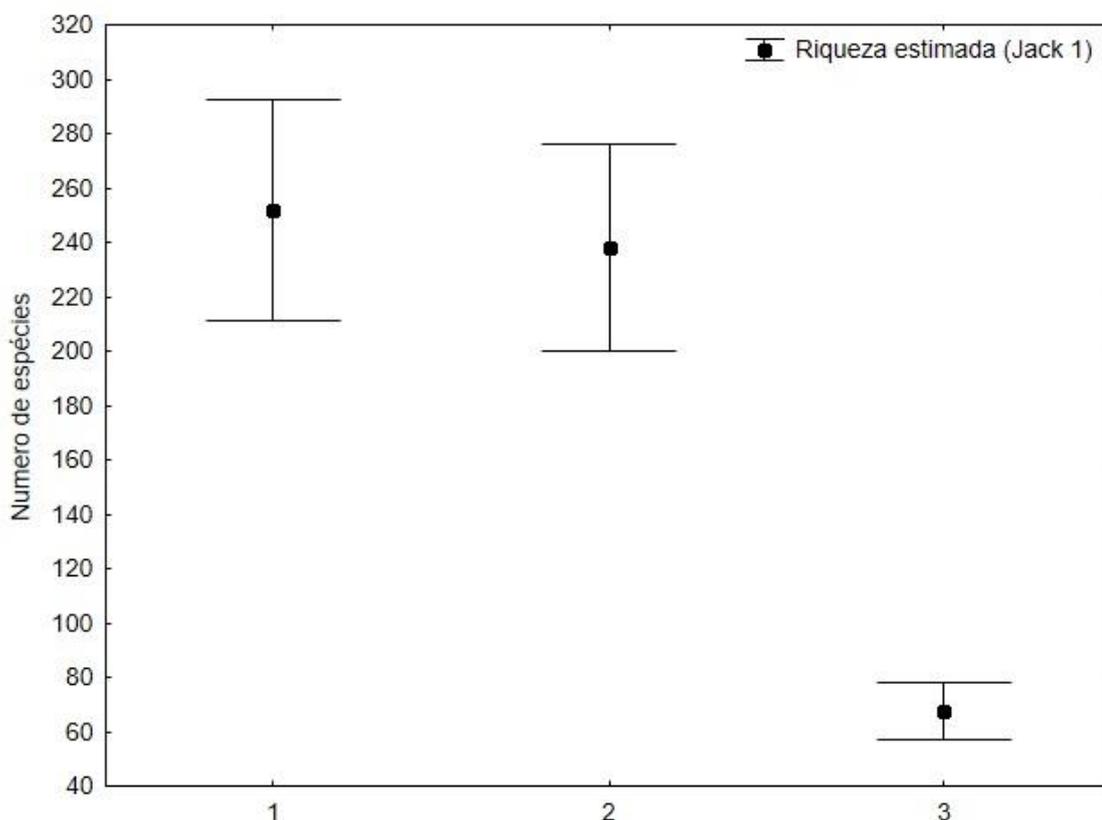


Figura 02: Riqueza de espécies estimadas para áreas de conservação e áreas não protegidas. 1) área total (áreas protegidas + áreas não protegidas); 2) apenas áreas protegidas e 3) apenas áreas não protegidas

Nas áreas protegidas, o tempo desde a descrição, a extensão de ocorrência e o tamanho das espécies variaram, respectivamente, de 8 a 260 anos ($98,85 \pm 67,89$), de 13,66 a 12815573 km² (2086716 ± 3294896) e de 23 a 307 mm ($72,57 \pm 54,65$), enquanto nas áreas externas às UCs variaram, respectivamente, de 5 a 250 anos ($117,55 \pm 67,54$), de

44808,6 a 12815573,37 km² (4371247,72±4220953,19) e de 25 a 213 mm (64,75±38,61). O tempo desde a descrição ($t = -1,701$; $df = 192$; $p = 0,09$) e o tamanho ($t = 0,839$; $df = 160$; $p = 0,402$) das espécies não diferiram entre as espécies registradas dentro e fora das áreas protegidas. No entanto, a extensão de ocorrências das espécies é significativamente menor dentro das UCs que fora delas ($t = -4,285$; $df = 186$; $p < 0,001$) (Figura 03).

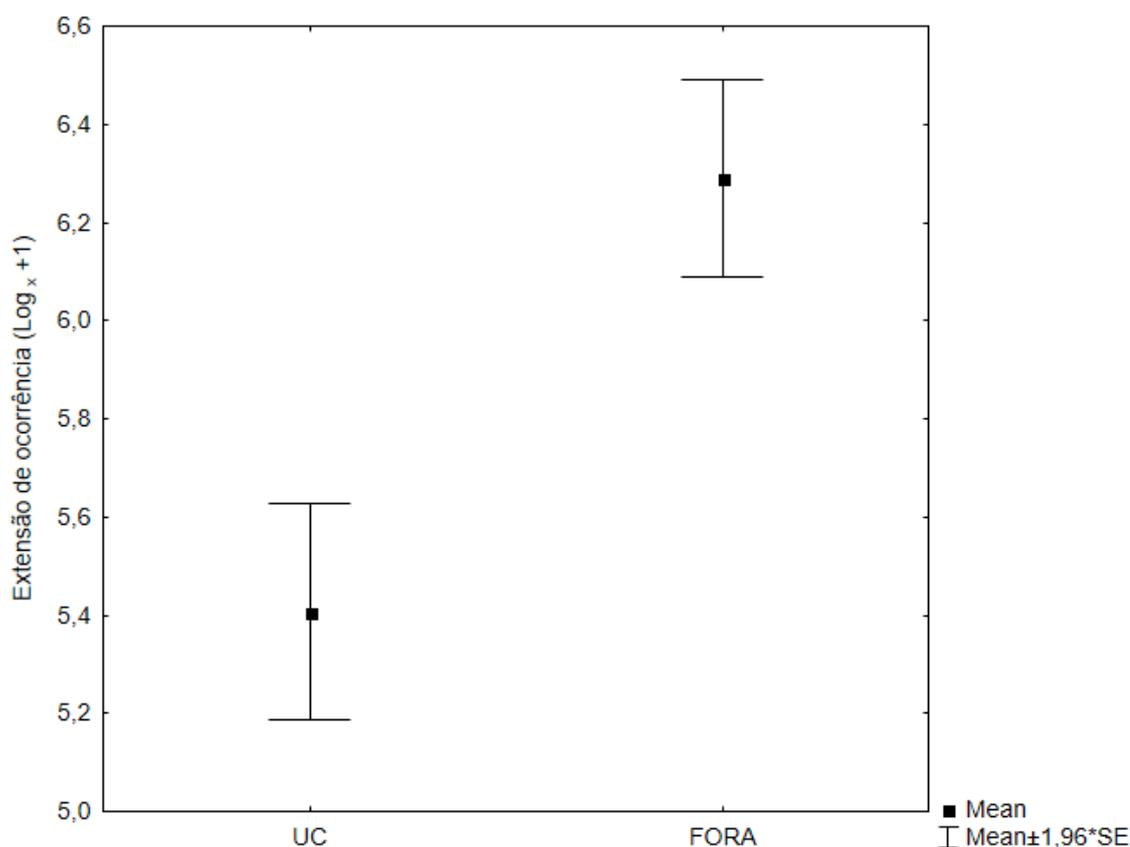


Figura 03: extensão da ocorrência tempo de descrição das espécies dentro e fora de Unidades de Conservação.

DISCUSSÃO

Nossos resultados demonstram um cenário contraditório no papel das UCs para a preservação dos anuros no Cerrado. Ao mesmo tempo que a maioria das espécies estão representadas dentro das UCs, elas apresentam área de distribuição restrita.

A maioria das espécies é conhecida dentro das UCs (maior riqueza), o que mostra que as UCs estão propiciando condições favoráveis para estudos sobre anuros em suas áreas,

ou até mesmo que muitas espécies de anuros estejam restritas às UCs devido às modificações antrópicas em áreas não protegidas. A priori, as UCs estão fazendo seu papel de conservação da biodiversidade de anuros.

Entretanto, as espécies dentro das UCs estão restritas às próprias áreas de conservação, limitando a sua distribuição geográfica apenas nas áreas protegidas. Em geral, espécies com distribuição restrita são mais vulneráveis a extinção (Thomas et al., 2004). Pequenas áreas levariam a um problema de declínio populacional, aumentando o risco de extinção dessas espécies que estão dentro das UCs. Isso é contraditório ao resultado inicial, por um lado as UCs beneficiam as espécies protegendo seus habitats naturais, mas por outro lado limitam sua distribuição geográfica e fluxo gênico.

A riqueza de espécies (165 spp.) encontradas em Unidades de conservação é considerada alta, uma vez que a listagem para o Bioma Cerrado é de aproximadamente 210 espécies, segundo Valdujo et al. (2012). O que mostra que áreas protegidas abrigam boa parte da riqueza das espécies para o Bioma enquanto áreas não protegidas apresentam um número bem inferior de espécies (54 spp.), entretanto este número pode aumentar à medida que novas áreas são amostradas. Apesar do grande número de espécies encontradas dentro de unidades de conservação, esse valor ainda é subestimado (Figura 02), pois existe uma flutuação constante no número de espécies e apenas 19 das 265 Unidades de Conservação do Bioma Cerrado apresentam registro de espécies de anuros.

A alta proporção de espécies em UC's pode ser devido a diferenças no esforço de amostragem e metodologias utilizadas. Outro aspecto a ser avaliado é questão de preferências com menores distúrbios, pois anuros em geral são considerados bioindicadores de qualidade ambiental (Verdade et al 2010).

Todavia, as espécies de anuros necessitam de áreas com baixo grau de antropização para manter suas atividades, tais como alimentação, reprodução e vocalização (Toledo et al 2005).

Uma vez que a maioria das espécies estão dentro das UCs, esses resultados contraditórios indicam a necessidade de aumentar as áreas protegidas para garantir maior distribuição e, conseqüentemente, maiores populações de anuros no cerrado, garantido, de fato, menor risco de extinção e maior eficiência das políticas conservacionistas. O estabelecimento e manutenção de áreas de conservação é uma forma importante para a conservação da biodiversidade (Margules et al., 2000).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adámolo, J.; Macedo J.; Azevedo L. G.; Madeira Neto J. S. Caracterização da Região dos Cerrados. Solos dos Cerrados: Tecnologias e Estratégias de Manejo. Planaltina: Embrapa - São Paulo. 1986.

Araújo, Marcos Antônio Reis. Unidades de conservação no Brasil: da República à Gestão de Classe Mundial. Belo Horizonte: Segrac, 2007.

Borlaug, N.E. 2002. Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead. In: R. Bailey (Ed.). Global warming and other eco-myths. pp. 29-60. Competitive Enterprise Institute, Roseville, EUA.

Drummond, J. A. L.; Franco, J. L. A.; Oliveira, D. Uma análise sobre a história e a situação das unidades de conservação no Brasil. In: Roseli Senna Ganem. (Org.). Conservação da biodiversidade - legislação e políticas públicas. 1ed. Brasília: Câmara dos Deputados - Edições Câmara, 2010, v. 1, p. 341-386.

Françoso, R. D.; Brandão, R.A.; Nogueira, C. C.; Salmons, Y.; Machado, R. B.; Colli, G.R. Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado biodiversity hotspot. *Natureza & Conservação*, v. 13, p. 35-40, 2015.

Fundação Biodiversitas. 2003. Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, Brasil. Disponível em <http://www.biodiversitas.org.br/> (acessado em 10 de janeiro de 2018).

Henry-Silva, Gustavo Gonzaga. A importância das unidades de conservação na preservação da diversidade biológica. *Revista Logos (São Paulo)*, v. 12, p. 127-154, 2005.

Klink, C. A., & Machado, R. B. (2005). Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology*, 19, 707-713.

Machado, R.B., L.M.S. Aguiar, M.B. Ramos Neto, A. Hass & F.B. Aquino. 2004. Atlas de conservação da natureza brasileira: unidades federais/Brazilian nature conservation atlas: federal areas. Metalivros, São Paulo.

Machado, R.B., M.B. Ramos Neto, P. Pereira, E. Caldas, D. Gonçalves, N. Santos, K. Tabor & M. Steininger. 2004a. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Conservation International do Brasil, Brasília.

MMA. (2014). Mapas de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros. Available at [http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm/?/](http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm?/) Accessed 08.01.18.

Margules, C.R.; Pressey, R.L. Systematic conservation planning. *Nature*, n. 405, p. 243-253, 2000.

Marques A.C. & Nucci J.C. 2007. Planejamento, gestão e manejo em unidades de conservação. *Revista Ensino e Pesquisa*, 4: 33-39.

Navas, C. A.; Bevier, C. R.; Carnaval, A. C. Integrative and objective science is the best link between amphibian decline research and conservation on the ground. *Alytes - international journal of batrachology*, v. 29, p. 119-132, 2012.

Ribeiro JF, Walter BMT (2008) As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: Sano SM, Almeida SP, Ribeiro JF (eds) *Cerrado Ecologia e Flora*. Embrapa Cerrados, Brasília, pp 151–199.

Silvano DL (2011) *Distribuição e conservação de anfíbios no Cerrado em cenários atuais e futuros*. Universidade de Brasília, Brazil.

Thomas C.D, Cameron A, Green R.E, Bakkenes M, Beaumont L.J, Collingham Y.C, Erasmus B.F, De Siqueira M.F, Grainger A, Hannah L, Hughes L, Huntley B, Van Jaarsveld AS, Midgley GF, Miles L, Ortega-Huerta MA, Peterson AT, Phillips OL, Williams S.E. *Nature*. 2004 Jan 8;427(6970):145-8.

Toledo, L. F., Zina, J. & Hadadd, C. F. B. 2003. Distribuição Espacial e Temporal de uma Comunidade de anfíbios Anuros do Município de Rio Claro, São Paulo, Brasil. *Holos Environment*. 3 (2): 136-149.

Valdujo, P. H., Silvano, D. L., Colli, G., Martins, M. (2012): Anuran Species Composition and distribution patterns in Brazilian Cerrado a Neotropical Hotspot. *South American Journal of Herpetology* 7(2): 63-78.

Verdade, V.K., Valdujo, P.H., Carnaval, A.C. Schiesari, L., Toledo, L.F., Mott, T., Andrade, G.V., Eterovick, P.C., Menin, M., Pimenta, B.V.S., Nogueira, C., Lisboa, C.S., Paula, C.D. 2012. A leap further: the Brazilian Amphibian Conservation Action Plan. *Alytes* 29 (1-4): 27-42.

CONCLUSÃO GERAL

Atividades antropogênicas vêm causando uma aceleração na perda da biodiversidade e, frente às mudanças que estamos passando, os anfíbios constituem um modelo biológico adequado para analisar os efeitos, por se tratarem de espécies com diversos hábitos de vida e necessidade de ambientes com baixa antropização. Estudos com história natural e ecologia subsidiam hipóteses de como as espécies vão se portar em um futuro próximo. Ferramentas como modelos de nicho ecológico são de extrema importância para prever resposta das espécies às alterações climáticas futuras e, subsidiando ações do ponto de vista conservacionista e governamentais. Ações como a criação de unidades de Conservação, que é uma ferramenta para preservar as espécies, porém ainda falta estudos nessas áreas. Uma vez que a maioria das espécies estão dentro das UCs, é necessário aumentar o número de áreas protegidas para garantir maior distribuição e, conseqüentemente, maiores populações, garantido, de fato, menor risco de extinção e maior eficiência das políticas conservacionistas.

