



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Biológicas

Programa de Pós-Graduação em Zoologia

UnB

Varição temporal na diversidade e uso de microhabitats em uma comunidade de anuros na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasil Central.

Emayre Rebecca dos Santos Campos

Brasília – DF

2017



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Biológicas

Programa de Pós-Graduação em Zoologia

UnB

Varição temporal na diversidade e no uso de microhábitats em uma comunidade de anuros na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasil Central.

Orientador: Reuber Albuquerque Brandão.

Dissertação apresentada
ao Programa de Pós-Graduação em
Zoologia da Universidade de Brasília
como parte dos requisitos necessários
para a obtenção do título de Mestre em
Zoologia.

Brasília – DF

2017

Dissertação de Mestrado

EMAYRE REBECCA DOS SANTOS CAMPOS

Título:

“Variação temporal na diversidade e no uso de microhábitats em uma comunidade de anuros na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasil Central.”.

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Reuber Albuquerque Brandão
Presidente/Orientador
UnB



Prof. Dr. Débora Leite Silvano
Membro Titular
IFB



Prof. Dr. Natan Medeiros Maciel
Membro Titular
UFG

Dr. Pedro De Podestà Uchôa de Aquino
Membro Suplente
UnB

17 de julho de 2017

Agradecimentos

Gostaria de primeiramente agradecer ao melhor Chefão de todos, Reuber Brandão, por me receber tão bem. Mesmo não sabendo nada sobre mim, você topou embarcar nesse projeto comigo e eu não poderia ser mais grata. Aprendi tanto com você, não só sobre ciência e como amar a nossa profissão, mas também sobre a vida. Muito obrigada por ser o paizão/Amigo/Carrasco quando eu precisei.

Agradeço também à equipe do LAFUC por proporcionar não só conhecimento, mas companheirismo também. Aqueles momentos de desespero na reta final não seriam os mesmos sem vocês ali para me ouvir. Nossas viagens que acrescentaram tanto nessa minha jornada. Nossos debates científicos e sobre todo o resto. Tudo isso contribuiu para a conclusão desse projeto.

À minha família por me aturar todos esses meses. Por se preocuparem se eu estava comendo direito, dormindo direito (Inclusive deixando essa sapóloga aqui dormir até mais tarde!). Obrigada pelo apoio, já que mesmo não entendendo muito do que acontecia nos meus dias, sempre estiveram ali me incentivando a realizar meu sonho. Vocês são os melhores!

Obrigada também aos amigos, que entenderam a minha ausência, meus horários loucos, minha falta de atenção. A vida não faz sentidos sem aqueles que a gente escolhe “pra” está junto. Mesmo não falando muito, vocês ali do lado tornaram as coisas bem mais fáceis.

Ao pessoal do campo, Andrea Lira, Beatriz Vasconcelos, José Marcos Abreu, Antonio Gabriel e Renata Diniz. Vocês foram demais. Um ano de coletas poderia ter sido longo, mas vocês fizeram tudo mais divertido e gratificante do que eu imaginava. Muito obrigada pela paciência, risadas, companheirismo, pelos conselhos, as palavras de encorajamento e amizade. Nunca vou esquecer vocês.

Agradeço em particular a Daniele Carvalho pelo socorro, principalmente nesses últimos dias. Não sei mesmo o que faria sem você me ajudando e me acalmando. Ao Tarcísio Abreu (Seu Moço), por praticamente me ensinar estatística em alguns dias. De verdade, essas análises não sairiam sem você e essa sua paciência

inexplicável (nem estou citando suas cantorias de passarinho...hahah). À Juliana Martins, não só pela paciência e conforto da loucura dos dias, mas por revisar minha gramática e ajudar nas traduções. Não tenho como agradecer o suficiente. A Giselli Kelly por me salvar tempo formatando minhas referências. Gi, uma vez parceiras de trabalho, sempre parceiras de trabalho. Ao anjo Luciana Medeiros, por facilitar os procedimentos nesses últimos problemas burocráticos na secretaria da Pós.

Obrigada aos meus bichanos (Snow e Sophia), pela companhia durante toda essa jornada. A terapia dos gatos fez efeito e vocês ajudaram a mamãe se manter centrada.

E por fim, agradeço à CAPES pela bolsa concedida. Ao IBRAM pela autorização de coletas. Aos vigias da ESECAE por sempre estarem dispostos a abrir o portão nos horários mais loucos.

Sumário

Índice de Figuras	viii
Índice de Tabelas	ix
Resumo	x
Abstract	xi
Introdução	12
Objetivo	15
Objetivos Específicos	15
Métodos	15
Área de estudo	15
Coleta de dados.....	17
Análises estatísticas.....	18
Espécies e clima.....	18
Espécies e uso do Microhábitat.....	18
Condição corporal e Microhábitat.....	19
Sobreposição de nicho espacial e temporal.....	20
Resultados	21
Espécies e clima.....	21
Espécies e uso do Microhábitat.....	25
Condição corporal e Microhábitat.....	29
Sobreposição de nicho espacial e temporal.....	29
Discussão	31

Espécies e clima.....	31
Espécies e uso do Microhábitat.....	32
Condição corporal e Microhábitat.....	35
Sobreposição de nicho espacial e temporal.....	35
Considerações Finais.....	37
Referências Bibliográficas.....	39

Índice de Figuras

- Figura 1. Mapa da Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE) em destaque do mapa do Distrito Federal. Marcador azul aponta a Lagoa Bonita.....16
- Figura 2. Os dois transectos de estudo referenciados da base da Lagoa Bonita – ESECAE.....17
- Figura 3. Espécies de Anuros registrados nas parcelas de estudo. a) *Boana albopunctata*; b) *Boana lundii*; c) *Dendropsophus minutus*; d) *Dendropsophus rubicundulus*; e) *Elachistocleis cesarii*; f) *Leptodactylus fuscus*; g) *Leptodactylus latrans*; h) *Leptodactylus mystacinus*; i) *Physalaemus centralis*; j) *Physalaemus cuvieri*; k) *Physalaemus nattereri*; l) *Rhinella rubescens*; m) *Scinax fuscovarius*; n) *Scinax fuscomarginatus*. Retirada de: Guia de Anfíbios do DF (www.lafuc.com.br).....22
- Figura 4. Variação na riqueza, densidade e abundância com os índices de precipitação e de temperatura mínima ao longo do ano.....25
- Figura 5. Gráfico da CCA com as variáveis de microhabitat e as espécies distribuídas nos eixos canônicos. As legendas são: 1 = número de árvores; 3 = volume de árvores; 4 = altura média de árvores; 5 = Altura média de gramineas; 6 = profundidade da água; 7 = altura de herbáceas; 8 = proporção da parcela coberta por gramineas; 9 = proporção da parcela coberta por lâmina d'água; 10 = proporção da parcela coberta por herbáceas; 11 = proporção da parcela coberta por solo exposto; A = *Dendropsophus minutus*; B = *Dendropsophus rubicundulus*; C = *Elachistocleis cesarii*; D = *Boana albopunctata*; E = *Leptodactylus fuscus*; F = *Leptodactylus latrans*; G = *Physalaemus centralis*; H = *Physalaemus cuvieri*; I = *Physalaemus nattereri*; J = *Rhinella rubescens*; K = *Scinax fuscomarginatus*; L = *Scinax fuscovarius*.....26
- Figura 6. Gráfico da Análise de Componentes Principais (PCA) mostrando a distribuição das parcelas (números) no gradiente das variáveis. O conjunto azul representa as parcelas do primeiro transecto e o conjunto verde a do segundo transecto. As variáveis são: altgram = Altura média de gramineas; altarv = altura média de árvores; altherb = altura de herbáceas; volarv = volume de árvores; numarv = número de árvores; porgram = proporção da parcela coberta por gramineas; porsolo = proporção da parcela coberta por solo exposto; poragua = proporção da parcela coberta por lâmina d'água; propherb = proporção da parcela coberta por herbáceas; profag = profundidade da água.....28
- Figura 7. Distribuição da frequência dos valores das simulações da sobreposição de nicho espacial pelo Índice de Pianka e o valor da sobreposição observada (seta vermelha), após 10.000 aleatorizações de Monte Carlo pelo algoritmo RA2.....30
- Figura 8. Distribuição da frequência dos valores das simulações da sobreposição de nicho temporal pelo Índice de Pianka e o valor da sobreposição observada (seta vermelha), após 10.000 aleatorizações de Monte Carlo pelo algoritmo RA2.....30

Lista de Tabelas

- Tabela 1. Espécies encontradas no estudo com (A) número de capturas (indivíduos); (B) número de recapturas (indivíduos); (C) densidade absoluta (número de indivíduos vs área total das parcelas); (D) abundância relativa (abundância da espécie vs abundância da comunidade) e (E) densidade relativa (densidade absoluta vs densidade total).....21
- Tabela 2. Coeficientes de correlação da Análise de Correspondência Canônica (CCA) para as espécies coletadas.....27
- Tabela 3. Coeficientes de correlação da Análise de Componentes Principais (PCA).....28
- Tabela 4. Descrição dos dois melhores modelos e o modelo cheio criados com as variáveis de microambiente e climáticas para o tamanho dos indivíduos, usando o Critério de Informação de Akaike como seletor. As variáveis utilizadas foram v1 = altura do poleiro; v2 = distância da água; v3 = exposição; v4 = tipo de poleiro; b1 = temperatura; b2 = umidade relativa do ar; b3 = precipitação. Onde df = graus de liberdade; AIC = Critério de Informação de Akaike; ΔAIC = discrepância do modelo em relação ao melhor modelo.....29
- Tabela 5. Tabela de atividade das espécies durante os meses de coleta para as espécies de maior representatividade (mais que 10 indivíduos coletados) onde, V = indivíduos vocalizando; R = indivíduos em repouso; f = fêmeas ovadas; c = presença de caracteres sexuais (calos sexuais e hipertrofia dos membros anteriores).....31

Resumo

O ambiente regula a intensidade das interações biológicas, as quais determinam a distribuição e a dinâmica das espécies. A limitação dos recursos espaciais e temporais leva à especialização de nicho, que será fixada evolutivamente. Os anuros são um grupo antigo, caracterizados por possuírem adaptações à dessecação, porém ainda dependentes da água em algum nível. O objetivo deste trabalho foi descrever os padrões de uso do espaço e do tempo por anuros, avaliando os efeitos da condição corporal e variáveis ambientais no uso de microhábitats. O estudo foi realizado na Estação Ecológica de Águas Emendadas, com duas visitas semanais, durante um ano. Foram feitos dois transectos com 36 parcelas de 25m². Todos os indivíduos dentro dos limites das parcelas foram medidos, pesados, marcados e registradas as informações sobre microhábitat. Para avaliar a contribuição das variáveis climáticas sobre a riqueza e a abundância das espécies foram feitas regressões múltiplas com Modelos Lineares Generalizados (GLM). Uma Análise de Correspondência Canônica foi aplicada para interpretar o uso do espaço pelas espécies. Para avaliação da condição corporal relacionada ao ambiente foram aplicados GLM e testes de correlação. Para a análise de sobreposição de nicho foram feitos modelos nulos com o coeficiente de Pianka. Foram coletados 708 indivíduos de 14 espécies, sendo a atividade das espécies mais concentrada nos meses mais chuvosos. As espécies tiveram forte relação entre as variáveis de microhábitat e a PCA agrupou os dois transectos separadamente. Não houve relação entre altura de poleiro e condição corporal enquanto a exposição dos indivíduos teve uma fraca relação. Houve sobreposição de nicho maior que a esperada para a análise temporal e menor para a análise espacial. As espécies amostradas são um subconjunto das espécies de área aberta do local. A relação entre condição corporal e altura de poleiro não é comumente encontrada. Contudo, as espécies em ambientes sazonais tentem a se sobrepôr no

tempo, mas se diferem no espaço e outras dimensões. Este estudo aponta a importância da conservação dos microhabitats para a manutenção dos anfíbios de áreas abertas.

Palavras-Chave: Ecologia de comunidades; Savana; Cerrado; Sobreposição de nicho; Distribuição temporal; Distribuição espacial.

Abstract

The environment acts as a regulator in the intensity of biological interactions and these interactions determine the distribution and dynamics of species. The limitation of space and time resources presses a niche specialization that will be evolutionarily fixed. Anurans are an ancient group, characterized by having adaptations to desiccation, but are still dependent on water at some level. The aim of this work was to describe spatial and temporal patterns of anurans by evaluating the effects of body condition and environmental variables on the use of microhabitats. The study was conducted at Estação Ecológica de Águas Emendadas, with two weekly visits during one year. Two transects were made with 36 plots of 25m². All individuals within the boundaries of the plots were measured, weighed, marked and microhabitat information was recorded. To evaluate the contribution of climatic variables to species richness and abundance, multiple regressions were performed with Generalized Linear Models (GLM). A Canonical Correspondence Analysis was applied for the interpretation of the use of space by the species. GLM and correlation tests were applied to assess the body condition related to the environment. For the analysis of niche overlap, I made null models with the Pianka coefficient. I recorded a total of 708 individuals from 14 species, being the species activity concentrated in wetter months. The species had a strong relation between microhabitat variables and the PCA grouped the two transects separately. There was no relation between perch height and body condition and the individuals exposure also had a poor relation. I find a greater niche overlap greater than that expected randomly for the temporal analysis and smaller for the spatial analysis. The species sampled were a subset of the open area species of the site. The relation between body condition and perch height is not commonly found. However, species in seasonal environments often overlap in time, but differ in space use and in other dimensions.

We find that microhabitat maintenance are essential for the conservation of open areas amphibian communities.

Key-words: communities ecology; savanna; Cerrado; niche overlap; temporal distribution; spacial distribution.

Introdução

O objetivo central da ecologia de comunidades é entender como fatores bióticos e abióticos influenciam a estrutura das comunidades, que pode ser descrita como a resposta da estabilidade e da produtividade das populações que levam à uma organização entre riqueza e abundância (Watt, 1968; Vellend, 2010). A diversidade de anfíbios está diretamente relacionada à heterogeneidade ambiental (Haddad & Prado, 2005; Kopp & Eterovick, 2006). Características do ambiente onde as espécies estão inseridas, como precipitação, altitude, temperatura e energia, desempenham importante papel na composição e regulação das comunidades e sobre a história natural das espécies (Gaston, 2000; Tews et al., 2004; Prado et al., 2005). O ambiente atua como filtro, regulando o tamanho das populações, afetando a intensidade de interações ecológicas (favoráveis ou não) e, a partir de um *pool* regional de espécies, a abundância das espécies e a composição das comunidades se modelam ao longo do tempo, influenciadas pelo resultado dessas interações (Underwood & Petraitis, 1993; Bartness & Callaway, 1994; Didham et al., 2007). Com as ameaças à biodiversidade sendo amplamente discutidas, é necessário avaliar o uso do espaço pelas espécies, visando determinar como os organismos respondem a diferentes gradientes ambientais na oferta de recursos, visto que um dos principais efeitos da degradação ambiental é a homogeneização dos ecossistemas, o que pode causar a extinção de diversas espécies sensíveis a mudanças nas estruturas dos ecossistemas (Skelly, 1995; Hazell et al., 2001).

A composição de comunidades pode ser determinada por competição, predação, morfologia dos organismos, comportamentos sociais, pluviosidade, fatores históricos e ecológicos, processos estocásticos, tempo geológico e interação entre ambiente e organismos (Kopp & Eterovick, 2006). Muito destaque tem sido dado à competição como a principal interação ecológica atuando na estrutura das comunidades (p.ex. Miller, 1967; Brown, et al., 2000). O efeito da competição ocorre basicamente por conta da redução na taxa de fertilidade dos organismos dada à necessidade de ajustes aos recursos disponíveis, enquanto a disponibilidade desses recursos é afetada pela forma como os competidores os acessam e os utilizam. Desta forma, a competição determina a distribuição e a dinâmica das espécies no meio (Goldberg & Barton, 1992; Begon, et al., 1996; Coomes & Grubb, 2000). As espécies que utilizam um conjunto variado de recursos vão se substituir

em cada local onde o tipo de recurso e a sua quantidade tende a variar (Blake & Loiselle, 1991). Assim, quando é dito que uma espécie está distribuída num dado espaço, sua distribuição está associada diretamente com a distribuição dos recursos usados por essa população (Begon et al., 1996; McIntyre & Wiens, 1999).

A forma como recursos essenciais limitados determinam a composição de assembléias e a abundância das espécies, também pressionam a especialização de nichos, direcionando a partição no uso desses recursos para amenizar a competição (Kuzmin, 1995; Boquimpani-Freitas et al., 2007; Duré et al., 2009). Populações podem variar sua abundância como resultado de mudanças temporais na oferta de recursos ou por conta da dispersão para ambientes com condições favoráveis (Koch, 1987; Begon et al., 1996; Vellend, 2010). O comportamento nos grupos também é influenciado pela disponibilidade de recursos, como maior agressividade ou interrupção completa de atividade dos indivíduos em períodos de escassez de recursos (Krebs & Davies, 1993; Duellman & Trueb, 1994). Ao longo do tempo evolutivo, a especialização e a adaptação dos organismos à disponibilidade dos recursos selecionaram a ocupação de microambientes similares pelas espécies, mesmo para aquelas de ampla distribuição geográfica e com grande amplitude de nicho (MacArthur & Levins, 1964; Duellman, 1977).

Os anuros, dentre os tetrápodes terrestres, são um grupo antigo caracterizado por possuírem duas fases de vida distintas, uma larval com respiração branquial e uma adulta, com respiração predominantemente pulmonar (Hickman et al., 2004; Giaretta et al., 2008). A fecundação externa, a deposição de ovos em ambientes aquáticos, a necessidade de corpos de água para o desenvolvimento das larvas e o risco de dessecação nos ambientes terrestres representam fortes limitações ecológicas, fisiológicas e comportamentais para os anfíbios, afetando sua distribuição na paisagem (Brandão & Araujo 2001). Tais restrições podem ser ainda mais importantes em biomas fortemente sazonais, como o Cerrado (Colli et al., 2002).

A ordem Anura é composta atualmente por de 6.766 espécies distribuídas em quase todo o planeta, com 1039 espécies ocorrendo no Brasil e mais de 256 espécies no Cerrado, sendo que aproximadamente $\frac{3}{4}$ destas são consideradas típicas e 50% são endêmicas (Valdujo et al., 2012; Segalla et al., 2016; Berneck et

al., 2017; AmphibiaWeb, 2017). Esse alto valor de endemismo no Cerrado é explicado pela alta heterogeneidade ambiental do bioma (Valdujo et al., 2012). Existe assim, a tendência de áreas de vegetação aberta possuírem um conjunto de espécies diferentes das áreas de mata, sendo que algumas espécies utilizam apenas ambientes lênticos (lagos, lagoas, poças), enquanto outras usam ambientes lóticos (riachos), ainda ocorrem espécies especializadas em corpos de água temporários, enquanto outras utilizam corpos d'água permanente (Silvia & Bates, 2002; Tews et al., 2004; Valdujo et al., 2012; Campos et al., 2013; Santoro & Brandão 2014). No Cerrado existem duas estações climáticas bem distintas, uma chuvosa e quente (com alto índice de pluviosidade) e uma seca (com baixas temperaturas mínimas) (Nimer, 1989), o que interfere na atividade da maioria dos anuros dessa região, e direciona a reprodução para os meses chuvosos (Gottsberger & Gruber, 2004).

As comunidades de anuros podem ser descritas como um conjunto de populações com atividades reprodutivas e abundâncias diretamente influenciadas pelas chuvas e pela temperatura e, por isso, ocorrem sobreposições intra e interespecíficas muito evidentes em ambientes sazonais (Wells, 2007). A estratégia reprodutiva desses organismos pode, a grosso modo, ser classificada em dois grandes padrões, os de reprodução prolongada e os de reprodução explosiva (Wells, 1977). Por outro lado, os anfíbios apresentam a maior diversidade de modos reprodutivos conhecida entre os vertebrados terrestres, com mais de 39 modos descritos (Haddad & Prado, 2005), sendo que as florestas úmidas neotropicais, como a Mata Atlântica, compreendem grande parte dessa diversidade (Haddad & Prado, 2005). No Cerrado, por sua vez, existe uma grande proporção de modos reprodutivos em relação à diversidade de espécies semelhante à observada na Amazônia (Santoro & Brandão 2014), criando uma elevada expectativa quanto à seleção de sítios reprodutivos entre as diferentes espécies ao longo da dimensão horizontal das paisagens do Cerrado. Devido à competição entre sítios de vocalização, ainda é possível avaliar se machos de maior porte (i.e. maior aptidão competitiva) podem selecionar locais mais eficientes na propagação de seu canto (Melo et al., in press; Munoz-Guerrero et al., 2007).

Devido à ocorrência de uma grande diversidade de anfíbios no Cerrado, grande complexidade horizontal da paisagem (dada pela diversificação dos tipos

vegetacionais) e a limitações nas condições climáticas impostas pela sazonalidade, espera-se que essa fauna apresente uma marcante seleção de habitats e de ambientes reprodutivos neste bioma (p.ex. Cardoso & Bates, 2002; Santoro & Brandão, 2014; Gambale et al., 2014).

Objetivo Geral

O Objetivo geral deste trabalho é descrever os padrões de distribuição espacial e temporal de uma comunidade de anuros em uma área de formação campestre no Cerrado, avaliando o efeito do tamanho corporal e de variáveis climáticas no uso de microhabitats.

Objetivos específicos

- Analisar a contribuição das variáveis climáticas nas atividades das espécies.
- Analisar a relação entre as espécies e as características do espaço.
- Determinar se existe relação entre condição corporal e a seleção de sítios de vocalização por espécies arborícolas.
- Diferenciar as atividades das espécies durante os meses estudados.
- Avaliar o efeito da competição interespecífica sobre a seleção de microhabitats e recurso temporal.

Métodos

Área de estudo

O local escolhido para as coletas foi a Estação Ecológica de Águas Emendadas (Esecae) localizada em 15°33'20.8"S 47°36'45.7"W, foi criada como Reserva Biológica pelo decreto Distrital nº 771/68. Posteriormente, a área foi recategorizada para Estação Ecológica pelo decreto Distrital nº 11.137/88. Localizada no centro do bioma Cerrado, na parte norte do Distrito Federal, possui 10.547ha, e inclui nos seus limites a Lagoa Bonita ou Mestre d'Armas, a maior lagoa natural do Distrito Federal e a única dentro de uma Unidade de Conservação (Figura 1). A Lagoa Bonita é contornada por várias fitofisionomias, incluindo mata de galeria, cerrado *sensu strictu*, campo limpo, campo sujo, cerradão e vereda. Existe também forte

pressão antrópica nos arredores da lagoa, como plantações, desmatamento e o estabelecimento de um aglomerado urbano nos limites da ESECAE. Na lagoa existe um dique que foi utilizado para a formação de tanques para piscicultura, posteriormente abandonados após a criação da Unidade de Conservação. A lagoa possui comprimento máximo de 1730m, largura de 1390m, perímetro de 4800m e profundidade máxima de 3,5 m (Brandão et al., 1998; Albuquerque, 2008).

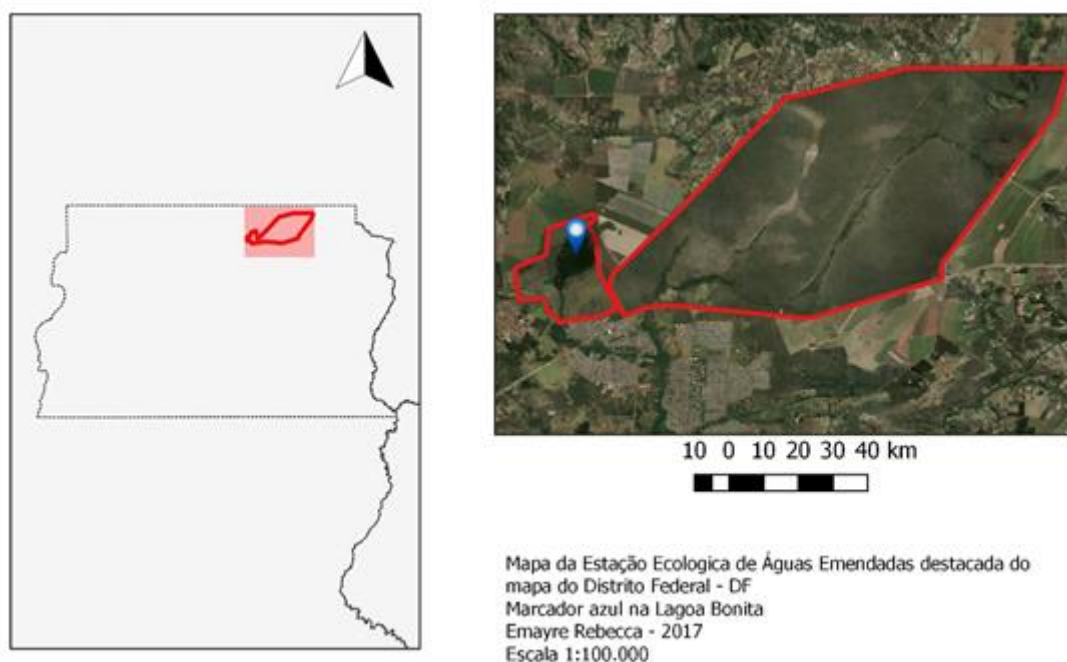


Figura 1. Mapa da Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE) em destaque do mapa do Distrito Federal. Marcador azul aponta a Lagoa Bonita.

Coleta de dados

As coletas foram feitas em dois transectos com 18 parcelas de 25m² cada, totalizando 36 parcelas amostrais. O primeiro conjunto de parcelas foi instalado numa área alagável margeada por um córrego, enquanto o segundo foi instalado entre dois poços de piscicultura desativados, entre uma estrada abandonada e a margem da lagoa. As parcelas do primeiro transecto apresentaram grande parte coberta por gramíneas rasteiras ou solo exposto, além de algumas lenhosas de grande porte ao longo do córrego, chegando a cobrir o curso de água em algumas parcelas. No segundo transecto as parcelas eram cobertas por gramíneas altas e

herbáceas e somente duas parcelas continham uma árvore de grande porte, que cobria tanto as parcelas como o espelho d'água. Esse segundo grupo de parcelas ainda continha um conjunto de buritis (*Mauritia flexuosa*) cujas folhas caídas formavam abrigo para vários anfíbios (Figura 2). A escolha dos transectos foi feita tentando abranger a maior parte dos microhábitats disponíveis no local que representavam a formação aberta, esta caracterizada como formação cerrado *sensu strictu* e campo de murundu. Essa descrição foi feita por características presentes a maior parte dos meses de coleta. A própria comunidade de anuros local foi composta por espécies de área aberta (Borghetti & Pujol-Luz, 2008).



Figura 2. Os dois transectos de estudo com as 36 parcelas, o primeiro destacado de amarelo no campo de murundu e o segundo de vermelho as margens da Lagoa Bonita e entre os poços de piscicultura na Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE).

As coletas ocorriam duas vezes por semana, sempre a partir do crepúsculo até que todos os indivíduos das parcelas fossem localizados, ou após 30 minutos de amostragem contínua sem encontrar nenhum indivíduo. Os trabalhos de campo foram realizados entre março de 2016 e março de 2017. Foram feitas amostragens nos transectos com a captura dos indivíduos, marcação, descrição do local de captura, hora de captura, medição do peso (Pesola[®]) e comprimento (paquímetro 0,01mm), hora da captura e atividade do indivíduo. Os indivíduos foram marcados para evitar efeitos de pseudo-réplicas nas análises. As marcações foram feitas pelo

método de ablação de falange (Donnely et al., 2001) com a higienização do material com álcool 70%. Todas as falanges foram depositadas no Laboratório de Fauna e Unidades de Conservação (LAFUC - UnB) como tecido. A descrição do local de captura dos espécimes foi feita por número da parcela, tipo de poleiro de vocalização ou encontro, altura do poleiro em relação à água ou chão e distância entre o poleiro e a água.

Para determinar a influência dos fatores climáticos sobre as atividades dos indivíduos foi aferida a temperatura do ambiente e umidade relativa do ar no momento da coleta com termohigrômetro, e dados de pluviosidade diário e mensal, assim como dados de temperatura e umidade relativa do ar (URA) semanais e mensais foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), estação meteorológica de Águas Emendadas-A045.

Foram estipulados dados mensais de riqueza, abundância total e relativa, densidade total e relativa sendo essa considerada a abundância total pela área amostrada, e biomassa total como o somatório da massa de todos os anuros presentes nas parcelas em cada momento de amostragem e esses dados foram apresentados devido à sua importância sobre a ecologia dos ecossistemas (Gibbons et al., 2006).

Análises Estatísticas

Espécies e clima

Para verificar a influência das variáveis climáticas (temperatura máxima e mínima, umidade relativa do ar máxima e mínima, e precipitação) sobre a riqueza e abundância da comunidade local, utilizei Modelos Lineares Generalizados (*Generalized Linear Models* - GLM). Esse teste gera modelos lineares de associação combinados e indica quais variáveis explicam melhor a distribuição dos dados resposta (Nelder & Wedderburn, 1972). Verifiquei a distribuição da riqueza, abundância, biomassa e densidade entre os meses de amostragem e teste a normalidade dos dados com o teste de Shapiro-Wilks, com o grau de significância de 0,05. Avaliei graficamente o efeito da precipitação média e da temperatura mínima sobre a abundância e riqueza dos anuros mês a mês. Todas as análises foram produzidas no *software* RStudio (Versão 1.0.136).

Espécies e uso do Microhábitat

Avaliei a associação entre as características dos microambientes e a riqueza e a abundância das espécies com Análise de Correspondência Canônica (CCA), gerando um grau de relação da ocorrência das espécies para cada característica de microhábitat. Nesta análise, a riqueza e a abundância das espécies foram as variáveis resposta e as características do microambiente foram as variáveis explanatórias. As espécies com menos de 10 indivíduos capturados não foram acrescentadas na análise para evitar tendências espúrias nos resultados. As características tomadas do microambiente foram o número de árvores, a densidade de árvores, o volume de árvores, a altura média de árvores, a porcentagem de cobertura da parcela por herbáceas, a porcentagem de cobertura da parcela por gramíneas, a altura da camada de gramíneas, a porcentagem da parcela coberta por água, a profundidade da água e a porcentagem de solo exposto em cada parcela. A resposta gerada com os dados extraídos do mesmo sítio foi visualizada num diagrama de ordenação, onde as espécies e variáveis analisadas aparecem como pontos nos eixos canônicos. Assim, o tamanho e a direção das setas representam o quanto essas variáveis estão relacionadas com a abundância das espécies (Ter Braak, 1986). O valor de P foi calculado com Análise de Variância (ANOVA) da CCA, com grau de significância de 0,05. Uma Análise de Componentes Principais (PCA) foi feita para verificar a distribuição das parcelas de acordo com as variáveis medidas.

Condição corporal e Microhábitat

Avaliei o efeito das variáveis de microhábitat sobre o tamanho corporal através de GLM, com o uso do Critério de Akaike para a seleção dos modelos que melhor descrevem a distribuição dos dados (Yamaoka et al., 1978, Spiegelhalter et al., 2014). Para o uso dos dados de microhábitat, desenvolvi uma matriz numérica com todos os registros no momento da coleta dos indivíduos. A transformação para a inclusão dos dados descritivos na matriz foi feita com a classificação em gradiente das características do local. Os tipos de substrato foram classificados como zero para água, gramíneas com classificação 1, solo exposto classificação 2, vegetação herbácea classificada 3 e vegetação arbórea com classificação 4. A exposição dos indivíduos foi feita por classificação binária, sendo zero = exposto; um = encoberto

(como em Kopp & Eterovick, 2006). Incluí também os registros de altura em relação à água ou solo e distância do corpo de água mais próximo.

Realizei testes de correlação (coeficiente de Pearson) para verificar a relação entre condição corporal e a altura de poleiro para as espécies de hilídeos. A condição corporal foi determinada como os resíduos da regressão linear entre a altura do poleiro e o peso de cada indivíduo. Das seis espécies de hilídeos encontradas nas parcelas, excluí aquelas de tamanho muito pequeno, devido à baixa precisão na medida da massa dos animais, enquanto outras foram retiradas devido ao baixo número de observações. Com isso, avaliei o efeito da qualidade corporal na seleção de poleiros apenas para duas espécies (*Boana albopunctata* e *Scinax fuscovarius*). Todas as análises foram realizadas no *software* R (Versão 1.0.136).

Sobreposição de Nicho espacial e temporal

A sobreposição de nicho por similaridade do uso de hábitat (nicho espacial) foi calculada par a par, seguindo o coeficiente de Pianka (1973). Avaliei a sobreposição na distância do poleiro para água e a altura do poleiro; o tamanho e o peso dos indivíduos. Para cada espécie foi estipulada a média ponderada para cada variável. O coeficiente de sobreposição calcula a porcentagem do recurso utilizado por cada par de espécies e é dado pela fórmula:

$$I_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^N P_{ij} \cdot P_{ik}}{\sqrt{\sum_{i=1}^N P_{ij}^2 \cdot \sum_{i=1}^N P_{ik}^2}}$$

onde I_{jk} = a sobreposição de nicho entre as espécies j e k; P_{ij} = proporção do recurso utilizado por j; P_{ik} = proporção do recurso utilizado por k e i = recurso. Foi feita ainda a análise de sobreposição de nicho por abundância mensal (nicho temporal), nesta análise é estipulado se as espécies estão se sobrepondo no espaço temporal. Foram usados os algoritmos de randomização RA2 (Gotteli & Ellison, 2013), já que tínhamos segurança de que todos os microhábitats foram amostrados e assim os zeros na aleatorização deveriam ser mantidos. As análises foram rodadas com o

pacote EcoSimR v. 0.1.0 no Software RStudio, onde foram criadas 10.000 randomizações de Monte Carlo, criando pseudo-comunidades, para obter a significância estatística da média de sobreposição de nicho (Richter-Boix et al., 2013; Entsminger, 2014; Gotelli et al., 2015).

Resultados

Registrei 702 indivíduos de 14 espécies de sete gêneros e quatro famílias, com 468 recapturas, ao longo de 1128 horas/homem de esforço amostral (Figura 3). As espécies com maior densidade encontradas foram *Physalaemus cuvieri*, *Boana albopunctata* e *Leptodactylus fuscus*, com densidade relativa entre 20 e 14% de toda a abundância (Tabela 1).

Tabela 1. Espécies encontradas no estudo com (A) número de capturas (indivíduos); (B) número de recapturas (indivíduos); (C) densidade absoluta (número de indivíduos vs área total das parcelas); (D) abundância relativa (abundância da espécie vs abundância da comunidade) e (E) densidade relativa (densidade absoluta vs densidade total).

Espécie	A	B	C	D	E	
Bufonidae						
<i>Rhinella rubescens</i> (Lutz, 1925)		47	12	0,05	0,07	0,06
Hylidae						
<i>Boana albopunctata</i> (Spix, 1824)		97	72	0,11	0,14	0,14
<i>Boana lundii</i> (Burmeister, 1856)		2	0	0,00	0,00	0,00
<i>Dendropsophus minutus</i> (Peters, 1872)		11	3	0,01	0,02	0,01
<i>Dendropsophus rubicundulus</i> (Reinhardt & Lutken, 1862)		54	46	0,06	0,08	0,08
<i>Scinax fuscomarginatus</i> (Lutz, 1925)		46	37	0,05	0,06	0,06
<i>Scinax fuscovarius</i> (Lutz, 1925)		69	41	0,08	0,10	0,10
Leptodactylidae						
<i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneider, 1799)		101	99	0,11	0,14	0,14
<i>Leptodactylus latrans</i> (Steffen, 1815)		42	59	0,05	0,06	0,06
<i>Leptodactylus mystacinus</i> (Burmeister, 1861)		3	0	0,00	0,00	0,00
<i>Physalaemus centralis</i> Bokermann, 1962		36	12	0,04	0,05	0,05
<i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826		145	75	0,16	0,21	0,20
<i>Physalaemus nattereri</i> (Steindachner, 1863)		15	4	0,02	0,02	0,03
Microhylidae						
<i>Elachistocleis cesarii</i> (Miranda-Ribeiro, 1920)		34	8	0,04	0,05	0,05
Total		702	468			

Espécies e clima

Observei que a riqueza, densidade e biomassa de anuros tendeu a ser maior nos meses chuvosos (Figura 4).



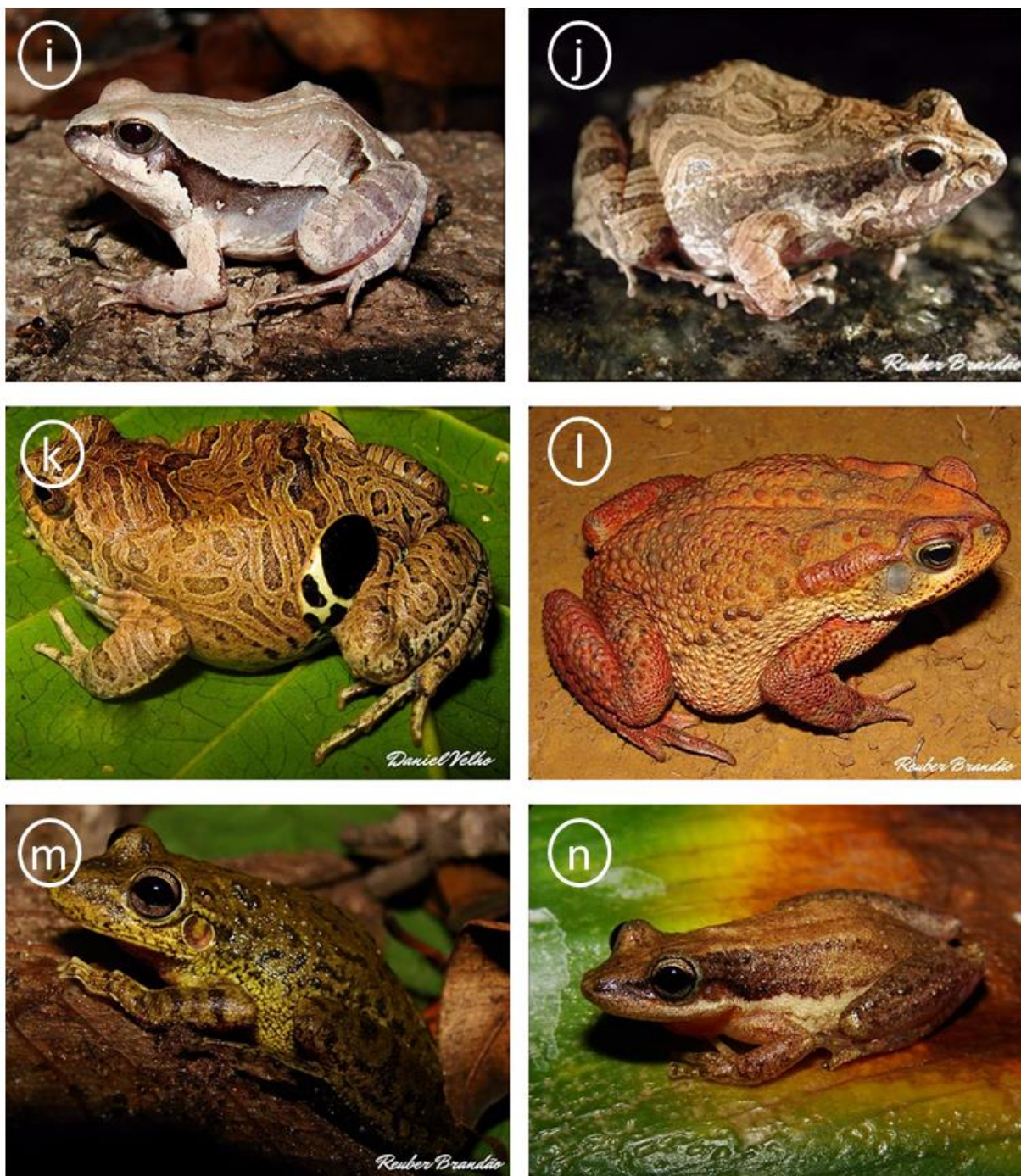


Figura 3. Espécies de Anuros registrados nas parcelas de estudo. a) *Boana albopunctata*; b) *Boana lundii*; c) *Dendropsophus minutus*; d) *Dendropsophus rubicundulus*; e) *Elachistocleis cesarii*; f) *Leptodactylus fuscus*; g) *Leptodactylus latrans*; h) *Leptodactylus mystacinus*; i) *Physalaemus centralis*; j) *Physalaemus cuvieri*; k) *Physalaemus nattereri*; l) *Rhinella rubescens*; m) *Scinax fuscovarius*; n) *Scinax fuscomarginatus*. Retirada de: Guia de Anfíbios do DF (www.lafuc.com.br).

A riqueza tende a acompanhar as mudanças da temperatura durante todo o ano. A densidade teve seu pico coincidindo com o de maior precipitação, que ocorreu em

novembro. A biomassa, por outro lado, ocorre em picos (abril, junho e novembro) associados a altas temperaturas, picos de reprodução ou de recrutamento das espécies, incluindo aí a explosão reprodutiva de *Rhinella rubescens*. O mês de abril foi atípico, com valores importantes para abundância, densidade e riqueza, mesmo com baixa precipitação, mas com temperaturas mais altas e a ocorrência de chuvas esporádicas. As variáveis abundância, densidade e biomassa também seguem a temperatura mínima, isto é, menos espécies e indivíduos encontrados em menores temperaturas, com a exceção do pico de biomassa em junho (Figura 4). A estação chuvosa, que começou em outubro, coincidiu com o aumento nas três variáveis (abundância, riqueza e densidade). A riqueza se manteve parecida em todos os meses chuvosos, porém com troca de espécies entre os meses. A biomassa, por outro lado, ocorre em picos (abril, junho e novembro) associados a altas temperaturas, picos de reprodução ou de recrutamento das espécies (Figura 4).

O GLM das variáveis climáticas para os valores de diversidade não foi significativo para nenhuma das variáveis isoladamente, entretanto foi significativo para a combinação tanto para riqueza ($p = 7,15 \times 10^{-9}$) quanto para abundância ($p = 0,000653$)

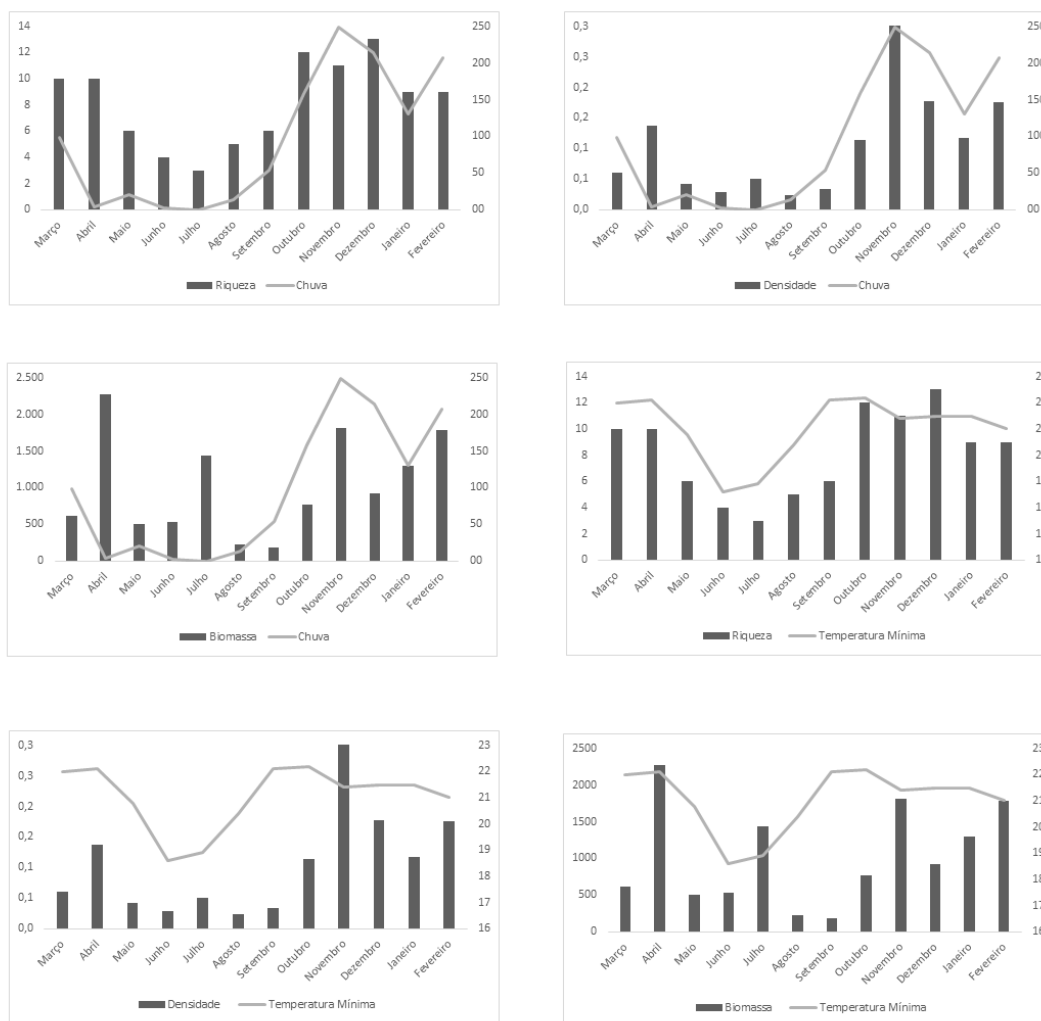


Figura 4. Variação na riqueza, densidade e abundância com os índices de precipitação e de temperatura mínima ao longo do ano.

Espécies e uso de microhábitat

A Análise de Correspondência Canônica recuperou relação significativa entre os conjuntos de dados ($p = 0,001$), com 89% de explicação dos componentes nos três primeiros eixos (Tabela 2). As espécies apresentam claras associações com as principais características de microhábitat (Figura 5). *Leptodactylus fuscus* e *Boana albopunctata* estão diretamente relacionadas à presença de vegetação lenhosa e de vegetação rasteira, enquanto *Leptodactylus latrans* e *Physalaemus cuvieri* apresentam maior associação a parcelas com maior proporção de cobertura por água, o oposto do observado em *Dendropsophus minutus*, *Physalaemus nattereri*,

Rhinella rubescens e *Scinax fuscomarginatus*, que tendem a utilizar locais com menor quantidade de água na parcela.

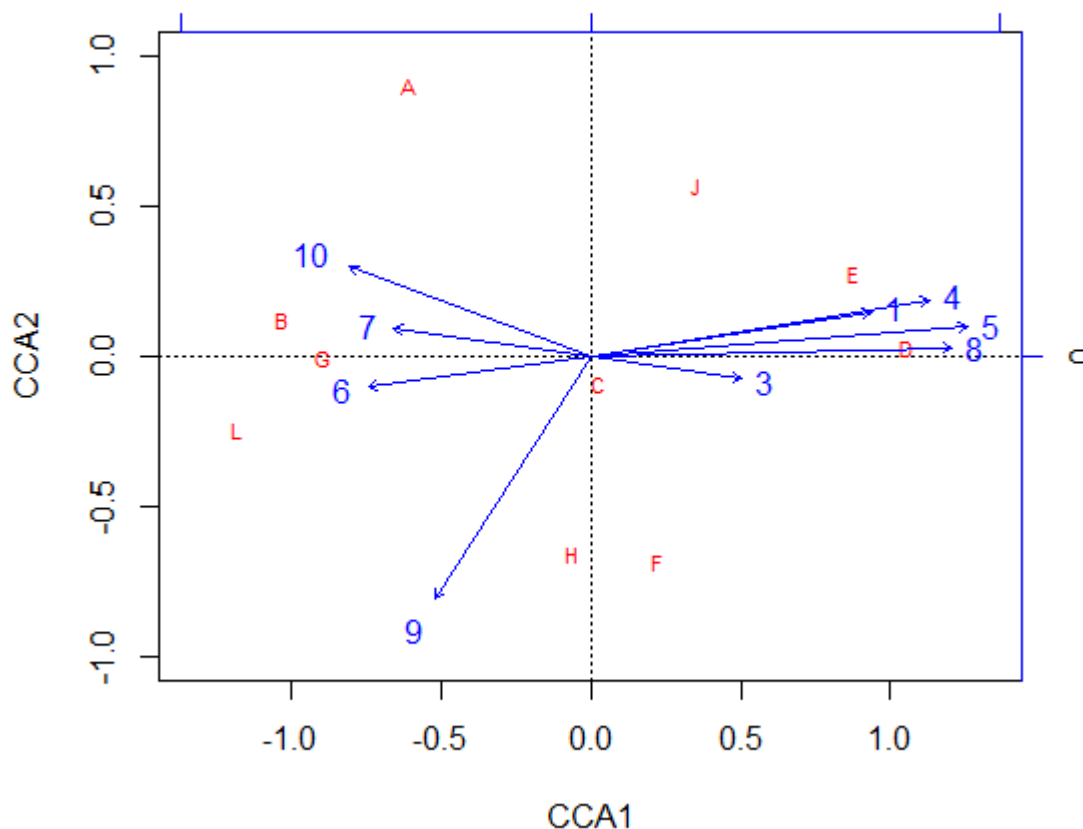


Figura 5. Gráfico da CCA com as variáveis de microhabitat e as espécies distribuídas nos eixos canônicos. As legendas são: 1 = número de árvores; 3 = volume de árvores; 4 = altura média de árvores; 5 = altura média de gramíneas; 6 = profundidade da água; 7 = altura de herbáceas; 8 = proporção da parcela coberta por gramíneas; 9 = proporção da parcela coberta por lâmina d'água; 10 = proporção da parcela coberta por herbáceas; 11 = proporção da parcela coberta por solo exposto; A = *Dendropsophus minutus*; B = *Dendropsophus rubicundulus*; C = *Elachistocleis cesarii*; D = *Boana albopunctata*; E = *Leptodactylus fuscus*; F = *Leptodactylus latrans*; G = *Physalaemus centralis*; H = *Physalaemus cuvieri*; I = *Physalaemus nattereri*; J = *Rhinella rubescens*; K = *Scinax fuscomarginatus*; L = *Scinax fuscovarius*.

Dendropsophus minutus, *Dendropsophus rubicundulus*, *Physalaemus centralis* e *Scinax fuscovarius* foram mais relacionadas à vegetação emergente e maior profundidade da água. Em contrapartida, nenhuma associação clara foi observada para *Elachistocleis cesarii*.

Tabela 2. Coeficientes de correlação da Análise de Correspondência Canônica (CCA) para as espécies coletadas.

Código da Espécie	Espécie	Coeficientes de Correlação		
		Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
A	<i>D. minutus</i>	-0,48	0,49	0,29
B	<i>D. rubicundulus</i>	-0,81	0,07	0,24
C	<i>E. cesarii</i>	0,03	-0,05	0,24
D	<i>B. albopunctata</i>	0,83	0,02	-0,03
E	<i>L. fuscus</i>	0,69	0,15	-0,11
F	<i>L. latrans</i>	0,18	-0,37	0,10
G	<i>P. centralis</i>	-0,71	0,00	-0,61
H	<i>P. cuvieri</i>	-0,04	-0,36	0,12
I	<i>P. nattereri</i>	0,15	0,76	0,18
J	<i>R. rubescens</i>	0,28	0,31	-0,09
K	<i>S. fuscomarginatus</i>	-0,72	0,62	0,17
L	<i>S. fuscovarius</i>	-0,93	-0,13	-0,23

A Análise dos Componentes Principais (PCA) das características ambientais das parcelas agrupa separadamente os dois transectos de parcelas, com exceção da parcela 19 (Figura 6). A PCA explica 62% da variação dos dados nos dois primeiros eixos. O primeiro eixo da PCA mostra contraste entre número, densidade e altura de árvores (escores negativos), contra proporção de gramíneas, proporção de herbáceas e proporção de solo exposto (escores positivos). O segundo componente mostra contraste entre altura de gramíneas, proporção de herbáceas e proporção de solo exposto (escores negativos), contra profundidade e proporção de água (escores positivos) (Tabela 3).

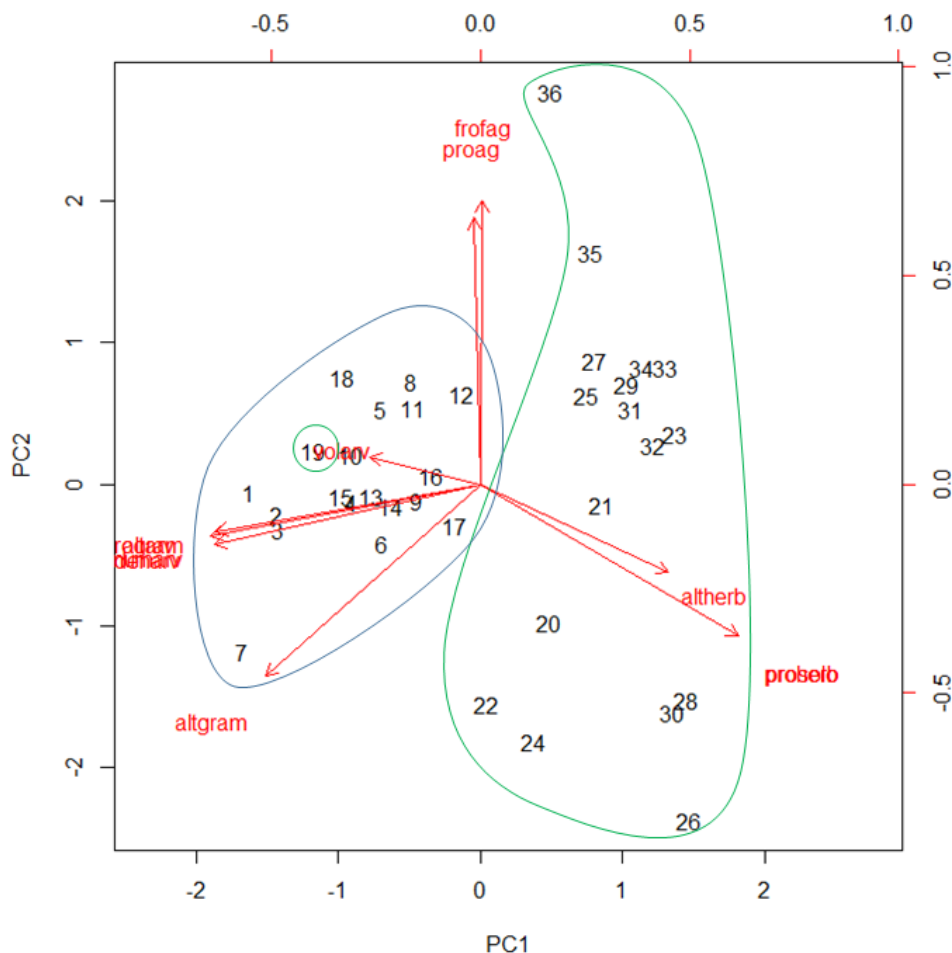


Figura 6. Gráfico da Análise de Componentes Principais (PCA) mostrando a distribuição das parcelas (números) no gradiente das variáveis. O conjunto azul representa as parcelas do primeiro transecto e o conjunto verde a do segundo transecto. As variáveis são: altgram = altura média de gramíneas; altarv = altura média de árvores; altherb = altura de herbáceas; volarv = volume de árvores; numarv = número de árvores; porgram = proporção da parcela coberta por gramíneas; porsolo = proporção da parcela coberta por solo exposto; poragua = proporção da parcela coberta por lâmina d'água; propherb = proporção da parcela coberta por herbáceas; profag = profundidade da água.

Tabela 3. Coeficientes de correlação da Análise de Componentes Principais (PCA).

Variáveis de microhabitat	Coeficientes de Correlação	
	Eixo 1	Eixo 2
Número de árvores	-0,37	-0,12
Densidade de árvores	-0,37	-0,12
Volume de árvores	-0,15	0,05
Altura de árvores	-0,37	-0,09
Altura de gramíneas	-0,30	-0,38
Profundidade da água	0,00	0,56
Altura das herbáceas	0,26	-0,18

Proporção de gramíneas	-0,38	-0,10
Proporção de água	-0,01	0,53
Proporção de herbáceas	0,36	-0,30
Proporção de solo exposto	0,36	-0,30

Condição corporal e uso de microhábitat

Foram gerados, no total, 21 modelos para explicar a condição corporal dos indivíduos e a seleção dos poleiros. Essa relação foi melhor explicada pela interação das variáveis climáticas como blocos aleatórios, incluindo a distância em que o espécime estava da água, tipo de poleiro e se ele estava exposto ou não (AIC = 9754,065, Δ AIC = 0). Porém, o modelo que incluiu as variáveis climáticas, a distância da água e o tipo de poleiro, mesmo com uma variável a menos, também foi um bom modelo (AIC = 9754,646, Δ AIC = 0,58). A variável altura de poleiro não aparece em nenhum bom modelo, i.e. aqueles que apresentam valor de Δ Akaike abaixo de 2 (Burnhan & Anderson, 2004) (Tabela 4).

Não encontrei relação entre condição corporal e altura do poleiro para *B. albopunctata* ($r = -0,02$; $p = 0,8$) e *S. fuscovarius* ($r = 0,03$; $p = 0,7$), sugerindo que não há competição pelos poleiros mais altos pelos indivíduos com melhor condição corporal nessas duas espécies.

Tabela 4. Descrição dos dois melhores modelos e o modelo cheio criados com as variáveis de microambiente e climáticas para o tamanho dos indivíduos, usando o Critério de Informação de Akaike como seletor. As variáveis utilizadas foram v1 = altura do poleiro; v2 = distância da água; v3 = exposição; v4 = tipo de poleiro; b1 = temperatura; b2 = umidade relativa do ar; b3 = precipitação. Onde df = graus de liberdade; AIC = Critério de Informação de Akaike; Δ AIC = discrepância do modelo em relação ao melhor modelo possível.

Modelo	descrição	df	AIC	Δ AIC
1	v2*v3*v4+b1+b2+b3	11	9754,065	0
2	v2*v4+b1+b2+b3	10	9754,646	0,58

Sobreposição de nicho espacial e temporal

A sobreposição de nicho entre as espécies da comunidade foi menor que o esperado ao acaso (média dos índices simulados = 0,7; índice observado 0,47; $p = 0,0001$), sugerindo que existe diferenciação na utilização dos recursos espaciais pelas espécies estudadas (Figura 7).

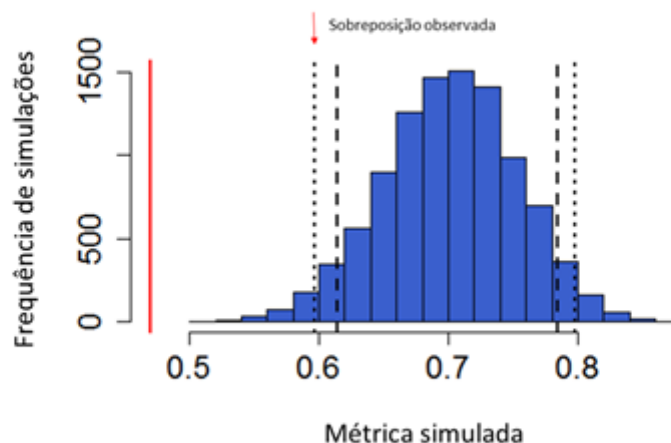


Figura 7. Distribuição da frequência dos valores das simulações da sobreposição de nicho espacial pelo Índice de Pianka e o valor da sobreposição observada (seta vermelha), após 10.000 aleatorizações de Monte Carlo pelo algoritmo RA2.

Já na análise de sobreposição de nicho temporal, as espécies estão sobrepondo sua atividade ao longo do tempo (média dos índices simulados = 0,52; índice observado = 0,53; $p = 0,54$), (Figura 8).

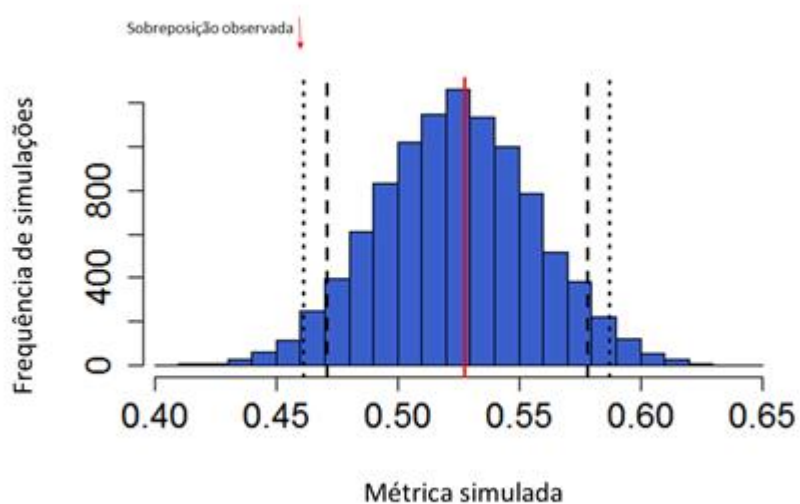


Figura 8. Distribuição da frequência dos valores das simulações da sobreposição de nicho temporal pelo Índice de Pianka e o valor da sobreposição observada (seta vermelha), após 10.000 aleatorizações de Monte Carlo pelo algoritmo RA2.

Tabela 5. Tabela de atividade das espécies durante os meses de coleta para as espécies de maior representatividade (mais que 10 indivíduos coletados) onde, V = indivíduos vocalizando; R = indivíduos em repouso; f = fêmeas ovadas; c = presença de caracteres sexuais (calos sexuais e hipertrofia dos membros anteriores).

	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F
<i>D. minutus</i>	V	Rf								V		Vf
<i>D. rubicundulus</i>	V							V	Vf	Vf	Vf	V
<i>E. cesarii</i>	R	R					R	R	Rf	Rf	R	Rf
<i>B. albopunctata</i>	V	Vf	Rf	Rf	R	Rf	R	Vf	V	Vf	Vf	Vf
<i>L. fuscus</i>	Rf	Vf	R	R	R	R	V	Vf	Vf	V	R	Rf
<i>L. latrans</i>	R	Rc	R	R		R	R	Rc	Rcf	Rcf	Rcf	Rcf
<i>P. centralis</i>								Vf	Vf	V		
<i>P. cuvieri</i>		R						Vf	Vf	Vf	Vf	Vf
<i>P. nattereri</i>	R	R	R				R	R	R	R	R	
<i>R. rubescens</i>	R	V	R	R	V			R				
<i>S. fuscovarius</i>	R	R	R	R		R	R	Vf	Vf	Vf	Vf	Vf
<i>S. fuscmarginatus</i>	V							V	Vf	V	V	Vf

Discussão

Três espécies coletadas são endêmicas do Cerrado (*Boana lundii*, *Elachistocleis cesarii* e *Rhinella rubescens*). Algumas espécies como *Boana cf. goiana*, *Pseudopaludicola sp.* e *Leptodactylus jolyi* estavam em atividade de vocalização ou foram vistas no local, porém não ocorriam nas parcelas. De fato, o nosso conjunto de espécies é um subconjunto da comunidade de anuros da Lagoa Bonita (Colli & Brandão, 2008), porém representa a fauna que utiliza as formações vegetais que aqui foram estudadas (campo sujo).

Espécies e clima

As espécies no Cerrado tendem a seguir a sazonalidade do bioma, já que dependem da umidade e das chuvas para sua atividade reprodutiva (Gambale et al., 2014; Maffei et al., 2015). Porém, algumas espécies apresentam esta atividade nos meses mais secos, como *Scinax luizotavioi* (Pirani et al., 2013), *Rhinella cerradensis* (Maciel et al., 2007) e *Rhinella rubescens* (Vasconcellos & Colli, 2009), que no presente estudo teve pico de abundância em abril e julho. Esses indivíduos possuem adaptações para evitar a desidratação e conseguem se locomover em maiores distâncias, o que facilita o encontro das fêmeas e a desova em poças permanentes (Junior & Gomes, 2015; Ferreira-Silva et al., 2016). Outras possuem

reprodução prolongada como *Lepidodactylus mystacinus* (De-Carvalho et al., 2008), *Scinax x-signatus* e *Dendropsophus minutus* (Ferreira-Silva et al., 2016) que chegam a manter as atividades reprodutivas durante todo o ano (Borges & Juliano, 2007; Kopp et al., 2010). A distribuição da atividade das espécies ocorrendo principalmente nos meses chuvosos está diretamente correlacionada às variáveis ambientais favoráveis nesse período e forma um padrão entre as comunidades do Cerrado (Junior & Gomes, 2015; Soares et al., 2017).

Já foi observada a relação entre o aumento da densidade de predadores e o das presas (Anderson & Semlisch, 2014). Assim, em meses mais secos, que acomodam uma menor abundância de predadores como serpentes (Vale & Brites, 2012), aranhas caçadoras (Gasnier et al., 2002), aves (Fieker et al., 2013) e peixes (Novaes et al., 2014), tendem a ter uma menor abundância de anuros (Ferreira-Silva et al., 2016). Já os meses mais chuvosos proporcionam uma maior abundância de artrópodes, que compõem grande parte da dieta dos anuros (Tinoco, 2006; Araújo et al. 2016).

Existe relação inversa entre umidade do ambiente e biomassa das espécies (Olalla-Tárraga et al., 2009). Corroborando estes estudos, encontramos o pico de biomassa no mês de abril e julho como resultado da reprodução explosiva de *Rhinella rubescens*, espécie de grande porte, chegado a 116 mm de comprimento rostro-cloacal na ESECAE (Arantes et al., 2015). Existe aumento na densidade de insetos de algumas ordens na estação seca do Cerrado (Pinheiro et al., 2002) e, para uma espécie de grande porte, como *Rhinella rubescens*, a grande disponibilidade de alimento não parece afetar a atividade reprodutiva da espécie nesse período. Isso também pode influenciar a pressão seletiva para indivíduos maiores em ambientes mais secos, que são mais resistentes à dessecação e também podem acumular maior quantidade de tecidos de reserva. Com o aumento da biomassa aumenta também a oferta de alimentos para predadores, o que pode interferir em toda a dinâmica do ecossistema (Odum, 1983; Hocking & Babbitt, 2013). Dessa forma, o comportamento na distribuição da biomassa da comunidade da Lagoa Bonita é um importante fator, já que, mesmo com a menor riqueza, existe concentração de biomassa de anuros no meio da seca, apontando interação entre populações em um mês onde se esperaria uma menor riqueza devido aos baixos níveis de umidade (Aichinger, 1987).

A temperatura é um filtro ambiental importante na atividade dos anuros, os quais apresentam maior atividade em temperaturas mais altas, chegando à inibição total das atividades em temperaturas muito baixas (Cochran et al., 2014). É possível observar a riqueza acompanhando a variação de temperatura mínima, um padrão esperado para anuros neotropicais (e.g. Bertolucci & Rodrigues 2002; Ospina et al., 2013). Apesar do Cerrado apresentar clima sazonal, com bastante variação nos valores de precipitação e umidade, as temperaturas máximas tentem a ser constantes durante todo ano e a maior variação aparece nos valores de temperatura mínima (Coutinho, 2000). Porém, como descrito pelo GLM entre as variáveis climáticas e os valores de diversidade, a resposta das espécies é visível somente com a combinação de diferentes variáveis climáticas, como precipitação e temperatura, atuando sobre a atividade desses indivíduos.

Espécies e uso de microhabitat

Os indivíduos de *Rhinella rubescens* foram encontrados com mais frequência em parcelas com menor quantidade de água, porém, não houve valores altos em coeficientes de correlação com os eixos da CCA (Tabela 2). Esses indivíduos foram encontrados em toda a extensão da área amostrada, com frequência em áreas mais distantes da água, sendo que as adaptações contra a dissecação da espécie, por exemplo, derme menos permeável e grande retenção de água em tecidos (Griffis-Kyle, 2016), pode ser uma das justificativas para esse tipo de uso do ambiente. Essa espécie é encontrada em diversos tipos de microhabitat também em outras localidades (São-Pedro & Feio, 2010; Santoro & Brandão, 2014)

Leptodactylus latrans e *Physalaemus cuvieri* apresentaram forte relação com a proporção de água nas parcelas. A maioria dos indivíduos dessas espécies eram encontrados dentro da água, comportamento comum para essas espécies (Malagoli et al., 2013; Ferreira-Silva et al., 2016). O modo reprodutivo das duas espécies, caracterizado pela construção de ninhos flutuantes de espuma, também determina fortemente o uso da água por essas espécies (Cardoso, 1980; Prado et al., 2005).

De forma geral, os casais de *Boana albopunctata* em amplexo se deslocam do poleiro de vocalização para a água, onde ocorre a desova (Muniz et al., 2008), o que pode explicar o fato dos poleiros de vocalização utilizados pela espécie

estarem sempre próximos à água. Nas parcelas do estudo, a vegetação lenhosa estava mais concentrada ao longo do córrego, formando poleiros ideais para a espécie, dado o padrão visto em outros locais (Zina et al., 2006; Araújo et al., 2007). A escolha de poleiros foi uma tendência na análise canônica, que mostrou uma forte relação entre lenhosas e gramíneas com os poleiros de preferência da população local (Figura 5 e tabela 2).

Os indivíduos de *Leptodactylus fuscus* foram relacionados às áreas com maior quantidade de gramíneas e árvores (Tabela 2), variáveis correlacionadas na PCA (Tabela 3). A escolha por locais com vegetação baixa é comum na espécie, onde machos costumam ficar expostos no ambiente e mais próximos às câmaras subterrâneas, onde ocorre o amplexo (Lucas et al., 2008).

Ocorreu relação inversa entre a presença de *Physalaemus nattereri* com a proporção de água, resultado do fato de a maioria dos indivíduos estarem se deslocando entre as parcelas. Nenhum indivíduo foi encontrado vocalizando e haviam muitas fêmeas no conjunto, o que indica que as parcelas amostrais não eram as áreas de atividade reprodutiva, já que a reprodução geralmente ocorre na água (Maffei et al, 2011).

A atividade de *Dendropsophus minutus* e *Scinax fuscomarginatus* ocorreu quase exclusivamente na vegetação herbácea bem próxima à água, com diferença na altura do poleiro (médias de 42 e 59cm, respectivamente). Essas espécies possuem algumas características morfológicas similares (p.ex. tamanho pequeno e corpo delgado) e escolhem os poleiros de vocalização de forma semelhante (Brasileiro et al., 2005, Toledo & Haddad, 2005).

Houve forte relação positiva entre *Scinax fuscovarius* e a profundidade da água, juntamente com vegetação herbácea (Figura 5 e tabela 2). Indivíduos dessa espécie passam o período diurno nas partes mais profundas dos corpos d'água, possivelmente para evitar a predação, já que o padrão de coloração funciona como camuflagem contra o fundo do hábitat (Rodrigues et al., 2005). Essa espécie é encontrada em várias fitofisionomias abertas e fechadas, como campo sujo, cerrado *sensu strictu* e mata de galeria (Brasileiro et al., 2005; Benício & Silva, 2017).

Condição corporal e uso do microhábitat

As análises de condição corporal e as características do meio ambiente, nas duas espécies estudadas, não apresentaram relação com a altura do poleiro. Isso indica que o extrato vertical não é selecionado somente pela altura e que os poleiros mais altos, mesmo que aparentemente mais vantajosos dada a melhor propagação no canto, não são necessariamente selecionados por indivíduos maiores (Wells & Schwarts, 1982; Schwarts et al., 2016). Na realidade, esse é um resultado recorrente (Hodl, 1977; Dias et al., 2013; Gondim et al., 2013). Porém, já foram encontradas relações significativas entre tamanho corporal e características no canto, como na taxa de repetição, na duração do canto e na frequência dominante (Ryan, 1986; Vieira et al., 2016), e essas características podem ser mais determinísticas que altura na escolha do poleiro. Além disso, *Dendropsophus jimi*, uma espécie de Hylidae de pequeno porte e endêmica do Cerrado, mostrou relação entre condição corporal e altura de poleiro (Melo et al., in press) deixando aberta a questão de como as espécies realmente utilizam o extrato vertical, e quais características devem determinar essa distribuição. A variação de temperatura, risco de predação e competição interespecífica podem influenciar o custo da competição por esses poleiros (Zuk & Kolluru, 1998; Höbel & Barta, 2014).

Sobreposição de nicho espacial e temporal

A diferenciação do uso do espaço foi mais importante que a diferenciação no uso do tempo para a comunidade de área aberta da Lagoa Bonita. As espécies de hílideos possuem maior amplitude de nicho, já que se adaptaram à utilização do extrato vertical, sendo as principais contribuintes na diferenciação do uso da dimensão espacial nas suas comunidades (Moen & Wiens, 2017; Leite-Filho et al., 2017). Essa estruturação no uso de microhábitats ainda sugere que todo o espaço disponível está sendo ocupado e mesmo assim as espécies não estão se sobrepondo (Oliveira & Eterovick, 2010).

As espécies na área de estudo são generalistas, quase exclusivamente de reprodução prolongada e com atividades concentradas nas temporadas de chuvas. Com essa distribuição agregada, a sobreposição temporal pressiona a distribuição no uso do espaço pelas espécies, o que não ocorre em locais onde a precipitação é bem distribuída (Eterovick & Sazima, 2000; Eterovick & Ferreira, 2008). Espécies

pertencentes ao mesmo gênero podem apresentar traços morfológicos, ecológicos e comportamentais bem distintos, como por exemplo, *Leptodactylus fuscus* (que faz parte do grupo *L. fuscus*) vocaliza no solo, exposto no ambiente e *L. latrans* (grupo *L. latrans*), vocaliza sempre dentro da água (Lucas et al., 2008; Ferreira-Silva et al., 2016). Essas adaptações de partição no uso do espaço ocorrem para que as espécies coexistam, já que mais espécies serão capazes de explorar os mesmos recursos, porém em porções específicas do gradiente de recursos (Pianka, 1974).

A distribuição das espécies entre os meses apresentou sobreposição aleatória. Desta forma, a comunidade não está estruturada ao longo da dimensão temporal. Apesar de algumas espécies terem sua atividade restrita a algumas semanas e visualmente se dividirem nos meses amostrados, essa divisão não é significativa e muitas espécies tiveram atividade reprodutiva prolongada.

Indivíduos de *Boana albopunctata* foram encontrados todos os meses do ano. Já *Scinax fuscovarius* e *Leptodactylus fuscus*, encontrados em todos os meses, tiveram a atividade reprodutiva restrita a alguns meses e em outros foram coletados somente em repouso ou em estágios imaturos. Por fim, *Leptodactylus latrans* foi encontrada todo o ano, porém sem atividade de vocalização, enquanto indivíduos com caracteres sexuais secundários desenvolvidos (p.ex. calos sexuais e hipertrofia dos membros anteriores) foram encontrados na estação chuvosa, de outubro a março. A atividade das espécies *Dendropsophus rubicundulus*, *Elachistocleis cesarii*, *Physalaemus cuvieri* e *Scinax fuscomarginatus* se concentraram nos meses chuvosos (outubro – abril) (Tabela 5). Estas espécies apresentam estratégia de reprodução prolongada ocorrendo durante todo o ano ou por mais de cinco meses (Wells, 1977; Toledo et al., 2003; Muniz et al., 2008; Campos & Vaz-Silva, 2010; Garey & Silva, 2010).

As espécies com reprodução explosiva foram *Rhinella rubescens* e *Physalaemus centralis* (Eterovick & Sazima, 2004; Brasileiro & Martins, 2006). Esta é uma estratégia reprodutiva caracterizada por picos de atividade reprodutiva simultânea por grande parte da população, gerando uma concentração maior de fêmeas no mesmo local e facilitando a troca de gametas, além de diminuir o risco de predação dos ovos e girinos (Wells, 1977; Petranka & Thomas, 1995). *Rhinella rubescens*

manteve a temporada reprodutiva de junho a setembro entre os anos 2005 e 2007 na ESECAE (Vasconcelos & Colli, 2009), e manifestou explosão reprodutiva antecipada em 2016, entre os meses de abril e julho, como observado no presente estudo (Tabela 5). Indivíduos de *Physalaemus centralis*, foram observados vocalizando entre outubro e novembro (Tabela 5), com picos de atividade relacionados aos picos de precipitação, como já observado por Brasileiro & Martins (2006), com padrão de atividade explosiva, no começo das estações chuvosas (Brasileiro et al., 2005; Guerra et al., 2017). Temperatura e precipitação são características ambientais comumente relacionadas à atividade dos anuros e essas características ditam quando os eventos de reprodução explosiva vão acontecer (Ossen & Wassersug, 2002; Saenz et al., 2006; Ospina et al., 2013. Junior & Gomes, 2015).

Considerações finais

As espécies de anuros da comunidade de área aberta da Lagoa Bonita apresentaram atividade sazonal, seguindo o padrão observado em outras comunidades do Cerrado (Melo et al., 2007; Pirani et al., 2013). Essa distribuição de atividades se dá por conta das características marcantes que cada uma das duas estações do bioma (Nimer, 1989). Sabendo desta dependência das características ambientais pelos anuros, é preocupante a resposta que essas populações terão com as mudanças climáticas futuras e que indicaram uma mudança de cenário tão rápida (McCracken, 2016). Assim, um aprofundamento no estudo sobre a resistência a variações climáticas pelas espécies seria importante para a criação de medidas de proteção desse grupo.

Acompanhando as mudanças no clima, são esperadas perdas contínuas de áreas vegetadas, principalmente em áreas de risco, como o Cerrado (Verdade et al., 2012; Hunke et al., 2014). Essa perda de hábitat pode gerar perdas de grandes grupos de anuros, já que esses possuem dependência de ambientes específicos (Brandão & Araujo, 2001). Desta forma, o estudo em escalas mais finas de hábitat, como o caso do presente estudo, pode ajudar a responder questões relativas à resposta dos organismos à essa perda de microhábitats. A redução progressiva de recursos pode gerar pressão para diferenciação de nicho até a exclusão de espécies (Dobrev et al., 2001). Na ESECAE, a comunidade apresenta estruturação

espacial, onde as espécies possuem separação por microhabitats particulares, o que aponta certo grau de limitação dos recursos espaciais. Dessa forma, essas comunidades se organizam no espaço e distúrbios, como perda de habitat, terão consequência sobre a densidade das espécies (Skoglant, 1985).

Os resultados obtidos a partir das análises do presente estudo corroboram outros trabalhos onde não foi encontrada relação entre altura de poleiro de vocalização e condição corporal em hilídeos (Hodl, 1977; Dias et al., 2013; Gondim et al., 2013). Porém, essa relação já foi encontrada (Melo et al., in press), mas ainda é pouco estudada, sugerindo que futuros estudos devam ser desenvolvidos, para avaliar como essas espécies disputam os melhores recursos e quais características são mais importantes nessa competição. Essa é uma abordagem interessante, mas que pode envolver outros conjuntos de variáveis, além da condição corporal, como variação de temperatura, risco de predação, características de campo e competição interespecífica (Zuk & Kolluru, 1998; Höbel & Barta, 2014).

Por fim, identificar e entender padrões de distribuição e de uso do espaço são relevantes para garantir a manutenção das comunidades naturais, visto o papel da distribuição dos recursos espaciais sobre a dinâmica das comunidades de anuros (Wiens, 1989). Estudos futuros, focando outras comunidades de área aberta e em escalas semelhantes, são importantes para avaliarmos se existem padrões coincidentes na distribuição das espécies no espaço e no tempo ecológico, em escalas geográficas maiores. Com base nessas informações, medidas de mitigação e prevenção de perda de populações poderão ser criadas, com mais eficiência e assertividade.

Referências Bibliográficas

- Aichinger, M. (1987): Annual activity patterns of anurans in a seasonal neotropical environment. *Oecologia* 71: 583-592.
- Albuquerque, L.G. (2008): Criação da unidade de conservação. *In*: Fonseca, F.O. (org). Águas Emendadas. 542p. Secretaria do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, Brasília.
- AmphibiaWeb: Information on Amphibian Biology and Conservation. (2017): Berkeley, California. Disponível em: <http://amphibiaweb.org/>. Acessado em: 15 de maio de 2017.
- Anderson, T.L. & Semlitsch, R.D. (2014): High intraguild predator density induces thinning effects on and increases temporal overlap with prey populations. *Population Ecology*, 56: 265-273.
- Arantes, I.C., Vasconcellos, M.M., Boas, T.C.V., Veludo, L.B.A., Colli, R.G. (2015): Sexual dimorphism, growth, and longevity of two toad species (Anura, Bufonidae) in a Neotropical Savanna. *Copeia*. 103: 329-342.
- Araújo, N.P. (2016): Padrão de distribuição espacial e temporal da comunidade de Aves e da fauna de solo em campo rupestre do Parque Estadual da Serra Dourada, Goiás. *Ornithologia*, 9: 98-109.
- Araújo, F.R.R.C., Bocchiglieri, A., Rolmes, R.M. (2007): Aspectos ecológicos de *Hypsiboas albopunctatus* (Anura, Hylidae) no Brasil central. *Neotropical Biology and Conservation*, 2: 165-169.
- Bartness, M.D. & Callaway, R. (1994): Positive interactions in communities. *Tree*, 9: 191-193.
- Begon, M.; Harper, J.L. & Townsend, C.R. (1996): *Ecology: Individuals, Populations and Communities*. 1068p. Blackwell Science, Oxford.
- Benício, R.A. & Silva, F.R. (2017): Amphibians of Vassununga State Park, one of the last remnants of semideciduous Atlantic Forest and Cerrado in northeastern São Paulo state, Brazil. *Biota Neotropica*, 17: 1-7.
- Berneck, B.V.M.; Giaretta, A.A.; Brandão, R.A.; Cruz, C.A.G. & Haddad, C.B.F. (2017): The first species of *Aplastodiscus* endemic to the Brazilian Cerrado (Anura, Hylidae). *ZooKeys*, 642: 115-130.

- Bertolucci, J. & Rodrigues, M.T. (2002): Seasonal patterns of breeding activity of Atlantic Rainforest anurans at Boracéia, Southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia*, 23: 161-167.
- Blake, J.G. & Loiselle, B. (1991): Variation in resource abundance affects capture rates of birds in three lowland habitat in Costa Rica. *The Auk*, 108: 113-130.
- Boquimpani-Freitas, L.; Marra, R.V.; Sluys, M.V. & Rocha, C. F.D. (2007): Temporal niche of acoustic activity in anurans: Interspecific and season variation in a neotropical assemblage from south-eastern Brazil. *Amphibia-Reptilia*, 28: 269-276.
- Borges, F.J.A. & Juliano, R.F. (2007): Distribuição espacial e temporal de uma comunidade de anuros do município de Morrinhos, Goiás, Brasil (Amphibia: Anura). *Neotropical Biology and Conservation*, 2: 21-27.
- Borguetti, F & Pujol-Luz, J.R. (2008): Vegetação e Flora. *In*: Fonseca, F.O. (org). *Águas Emendadas*. 542p. Secretaria do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, Brasília.
- Brandão, R.A. & Araujo, A.F.B. (2001): A herpetofauna associada às matas de galeria no Distrito Federal. *Cerrado: Caracterização e Recuperação de Matas de Galeria*. *In*: Ribeiro, J.F.; Fonseca, C.E.L. & Sousa-Silva, J.C. (eds.). 604p. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa cerrados & Ministério do Meio Ambiente, Planaltina.
- Brandão, R.A.; Duar, B.A. & Sebben, A. (1998): Levantamento da anfíbiofauna da Estação Ecológica de Águas Emendadas. *In*: Labarrère, L. (Coor). 207p. Pesquisa em Unidades de Conservação, Brasília.
- Brandão, R.A., Maciel, S. & Álvares, G.F.R. (2017): Guia dos Anfíbios do Distrito Federal, Brasil. Disponível em: www.lafuc.com. Acesso em 25 de maio de 2017.
- Brasileiro, C.A.; Sawaya, R.J.; Kiefer, M.C. & Martins, M. (2005): Amphibians of an open cerrado fragment in southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, 5: 1-17.
- Brasileiro, C.A. & Martins, M. (2006): Breeding biology of *Physalaemus centralis* Bokermann, 1962 (Anura: Leptodactylidae) in southeastern Brazil. *Journal of Natural History*, 40: 1199-1209.
- Brown, J.H.; Fox, B.J. & Kelt, D.A. (2000): Assembly rules: desert rodent communities are structured at scales from local do continental. *The American Naturalist*, 156: 314-321.

- Burnhan, K.P. & Anderson, D.R. (2004): Multimodel Inference: Understanding AIC and BIC in Model Selection. *Sociological Methods & Research*, 33: 261-304.
- Campos, V.A.; Oda, F.H.; Juen, L.; Barth, A. & Dartora, A. (2013): Composição e riqueza de espécies de anfíbios anuros em três diferentes habitats em um agrossistema no Cerrado do Brasil central. *Biota Neotropica*, 13: 124-132.
- Campos, F.S. & Vaz-Silva, W. (2010): Distribuição espacial e temporal da anurofauna em diferentes ambientes no município de Hidrolândia, GO, Brasil Central. *Neotropical Biology and Conservation*, 5: 179-187.
- Cardoso, A.J. 1980. Biologia e sobrevivência de *Physalaemus cuvieri* Fitz, (1826): (Amphibia, Anura), na natureza. *Ciência e Cultura*, 33:1224-1228.
- Cardoso, J.M. & Bates, J.M. (2002): Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna hotspot. *BioScience*, 52: 225-233.
- Cochran, J.P.; Hayes, A.K.O.; Gibbs, E.P. & Pilgrim, M.A. (2014): Impact of nocturnal temperature variation on the calling activity of *Anaxyrus fowleri*, *Hyla chrysoscelis*, and *Hyla cinérea*. 131p. Tenth Annual SC Upstate Research Symposium.
- Colli, G.; Bastos, R.P. & Araujo, A.F. (2002): The character and dynamics of the Cerrado herpetofauna. *In: Oliveira, P.S. & Marquis, R.J. (eds.). The Cerrado of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. 367p. Columbia University Press, Nova York.
- Colli, G. & Brandão, R.A. (2008): Anfíbios e Repteis. *In: Fonseca, F.O. (org.). Águas Emendadas*. 542p. Secretaria do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, Brasília.
- Coomes, D.A. & Crubb, P.J. (2000): Impacts of root competition in forests and woodlands: a theoretical framework and review of experiments. *Ecological Monographs*, 70: 171-207.
- Coutinho, L.M. (2000): O bioma do cerrado. *In: Klein, A.L. (Org.) Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois*. 85p. Editora UNESP, São Paulo.
- De-Carvalho, C.B.; Freitas, E.B.; Faria, R.G.; Batista, R.C.; Batista, C.C.; Coelho, W.A. & Bocchiglieril, A. (2008): Natural history of *Leptodactylus mystacinus* and *Leptodactylus fuscus* (Anura: Leptodactylidae) in the Cerrado of Central Brazil. *Biota Neotropica*, 8: 105-115.

- Dias, T.M.; Maragno, F.P.; Madallozo, P.; Prado, C.P.A. & Cechin, S.Z. (2013): Breeding sites of the leaf frog *Phyllomedusa tetraploidea* (Hylidae, Phyllomedusinae) in a forest remnant in southern Brazil. *North-Western Journal of Zoology*, 9: 1-3.
- Didham, R.K.; Tylianakis, J.M.; Gemmill, M.J.; Rand, T.A. & Ewers, R.M. (2007): Interactive effects of habitat modification and species invasion on native species decline. *Trends in Ecology and Evolution*, 22: 489-496.
- Dobrev, S.D.; Kim, T. & Hannan, M.T. (2001): Dynamics of niche width and resource partitioning. *American Journal of Sociology*, 106: 1299–1337.
- Donnelly, M.A.; Guyer, C.; Juterbock, J. E. & Alford, R. (2001): Técnicas para marcar anfibios. *In*: Heyer, W.R.; Donnelly, M.A.; McDiarmid, R.W.; Hayek, L.C. & Foster, M.S. (Eds.). *Medición y Monitoreo de la Diversidad Biológica: Métodos estandarizados para anfibios*. 349p. Editorial Universitaria de la Patagonia, Chubut.
- Duellman, W.E. (1997): Amphibians of La Escalera region, southeastern Venezuela: taxonomy, ecology, and biogeography. *Scientific Papers, Natural History Museum*, 2: 1-52.
- Duellman, W.E. & Trueb, L. (1994): *Biology of Amphibians*. 670p. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Duré, M.I.; Kehr, A.I.; Schaefer, E.F. (2009): Niche overlap and resource partitioning among five sympatric bufonids (Anura, Bufonidae) from northeastern Argentina. *Phyllomedusa*, 8: 27-39.
- Entsminger, G.L. (2014): EcoSim: Null models software for ecology, version 7.72. Disponível em: <http://www.garyentsminger.com/ecosim/index.htm>. Acessado em: 03 Novembro de 2016.
- Eterovick, P.C. & Ferreira, A.D.M. (2008): Breeding habitat and microhabitat choices by male and female frogs: are there differences between sexes and seasons? *Herpetologica*, 64: 397-405.
- Eterovick, P.C. & Sazima, I. (2000): Structure of an anuran community in a montane meadow in southeastern Brazil: effects of seasonality, habitat, and predation. *Amphibia-Reptilia*, 21: 439-461.
- Ferreira-Silva, C.; Oliveira, D.B.; Oliveira, H.F. & Ávila, R.W. (2016): Spatial and temporal distribution in two anuran communities in the Chapada do Araripe, Northeastern Brazil. *Biota Neotropica*, 16: 1-10.

- Fieker, C.Z.; Reis, M.G. & Dias Filho, M.M. (2013): Structure of bird assemblages in dry and seasonally flooded grasslands in Itirapina Ecological Station, São Paulo state. *Brazilian Journal of Biology*, 73: 91-101.
- Gambale, P.G.; Woitovicz-Cardoso, M.; Vieira, R.R.; Batista, V.G.; Ramos, J. & Bastos, R.P. (2014): Composição e riqueza de anfíbios anuros em remanescentes de Cerrado do Brasil Central. *Iheringia*, 104: 50-58.
- Garey, M.V. & Silva, V.X. (2010): Spatial and temporal distribution of anurans in an agricultural landscape in the Atlantic semi-deciduous Forest in southeastern Brazil. *South American Journal of Herpetology*, 5: 64-72.
- Gasnier, T.R.; de Azevedo, C.S.; Torres-Sanchez, M.P. & Höfer, H. (2002): Adult size of eight hunting spider species in central Amazonia: temporal variations and sexual dimorphisms. *Journal of Arachnology*, 30: 146-154.
- Gaston, K.J. (2000): Global patterns in biodiversity. *Nature*, 405: 220-227.
- Giaretta, A.A.; Menin, M.; Facure, K.G.; Kokubum, M.N.D.C. & Oliveira-Filho, J.C.D. (2008): Species richness, relative abundance, and habitat of reproduction of terrestrial frogs in the Triângulo Mineiro region, Cerrado biome, southeastern Brazil. *Iheringia*, 98: 181-188.
- Gibbons, J.W., Winne, C.T., Scott, D.E., Willson, J.D., Glaudas, X., Andrews, K.M., Todd, B.D.; & Harper, S.J. (2006): Remarkable amphibian biomass and abundance in an isolated wetland: implications for wetland conservation. *Conservation Biology*, 20: 1457-1465.
- Goldberg, D.E. & Barton, A.M. (1992): Patterns and consequences of interspecific competition in natural communities: a review of field experiments with plants. *The American Naturalist*, 139: 771-801.
- Gondim, P.M.; Borges-Leite, M.J.; Pinheiro, L.T.; Borges-Nojosa, D.M. & Cascon, P. (2013): Microhabitat use (vertical distribution) by a population of *Dendropsophus gr. microcephalus* (Anura, Hylidae) in a forested area of coastal tableland of north-eastern Brazil. *Herpetology Notes*, 6: 363-368.
- Gotelli, N.; Hart, E. & Ellison, A. (2013): EcoSimR 1.00. Disponível em: <http://www.uvm.edu/~ngotelli/EcoSim/EcoSim.html>.
- Gotelli, N.; Hart, E. & Ellison, A. (2015): Null model analysis for ecological data. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/EcoSimR/EcoSimR.pdf>.

- Gottsberger, B. & Gruber, E. (2004): Temporal partitioning of reproductive activity in a neotropical anuran community. *Journal of Tropical Ecology*, 20: 271-280.
- Griffis-Kyle, K.L. (2016): Physiology and ecology to inform climate adaptation strategies for desert amphibians. *Herpetological Conservation and Biology*, 11:563–582.
- Guerra, V.; Morais, A.R.; Gambale, P.G.; Oda, F.D. & Bastos, R.P. (2017): Variation of the advertisement call of *Physalaemus centralis* Bokermann, 1962 (Anura: Leptodactylidae) in the Cerrado of central Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/01650521.2017.1294414>. Acessado em: 25 de junho 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.
- Hazell, D.; Cunningham, D.L.; Mackey, B. & Osborne, W. (2001): Use of farm dams as frog habitat in an Australian agricultural landscape: factors affecting species richness and distribution. *Biological Conservation*, 102: 155-169.
- Hickman C.P.; Roberts, L.S. & Larson, A. (2004): *Princípios Integrados de Zoologia*. 846p. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- Höbel, G. & Barta, T. (2014): Adaptive plasticity in calling site selection in grey treefrogs (*Hyla versicolor*). *Behaviour*, 151: 741–754.
- Hodl, W. (1977): Call differences and calling site segregation in anuran species from Central Amazonian floating meadows. *Oecologia*, 28: 351-363.
- Hoking, D.J. & Babbitt, K.J. (2013): Amphibians contributions to ecosystem services. *Herpetological Conservation and Biology*, 9:1–17.
- Hunk, P.; Mueller, E.N.; Schröder, B. & Zeilhofer, P. (2014): The Brazilian Cerrado: assessment of water and soil degradation in catchments under intensive agricultural use. *Ecohydrology*, 8: 1154-1180.
- Junior, B.T & Gomes, F.R. (2015): Relation between water balance and climatic variables associated with the geographical distribution of anurans. *Plos ONE*, 10: 1-19.
- Koch, C.F. (1987): Prediction of sample size effect of measured temporal e geographical distribution patterns of species. *Paleobiology*, 13: 100-107.

- Kopp, K. & Eterovick, P.C. (2006): Factors influencing spatial and temporal structure of frog assemblages at ponds in southeastern Brazil. *Journal of Natural History*, 40: 1813-1830.
- Kopp, K.; Signorelli, L. & Bastos, R.P. (2010): Distribuição temporal e diversidade de modos reprodutivos de anfíbios anuros no Parque Nacional das Emas e entorno, estado de Goiás, Brasil. *Ilheringia*, 100: 192-200.
- Krebs, J.R. & Davies, N.B. (1993): *Introdução à Ecologia Comportamental*. 420p. Atheneu Editora São Paulo, São Paulo.
- Kuzmin, S.L. (1995): The problem of food competition in amphibians. *Herpetological Journal*, 5: 252-256.
- Leite-Filho, E.; Oliveira, F.A.; Eloi, F.J. Liberal, C.N.; Lopes, A.O. & Mesquita, D.O. (2017): Evolutionary and ecological factors influencing an anuran community structure in an Atlantic Rainforest urban fragment. *Copeia*, 105: 64-74.
- Lucas, E.M.; Brasileiro, C.A.; Yamaguchi, H.M. & Martins, M. (2008): The reproductive ecology of *Leptodactylus fuscus* (Anura, Leptodactylidae): new data from natural temporary ponds in the Brazilian Cerrado and a review throughout its distribution. *Journal of Natural History*, 42: 2305-2320.
- MacArthur, R. & Levins, R. (1964): Competition, habitat selection, and character displacement in a patchy environment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 51: 1207-1210.
- Maciel, N.M.; Brandao, R.A.; Campos, L.A. & Sebben, A. (2007): A large new species of *Rhinella* (Anura: Bufonidae) from Cerrado of Brazil. *Zootaxa*, 1627: 23-39.
- Maffei, F.; Kulaif Ubaid, F. & Jim, J. (2011): Anurofauna em área de cerrado aberto no município de Borebi, estado de São Paulo, Sudeste do Brasil: uso do habitat, abundância e variação sazonal. *Biota Neotropica*, 11:221-233.
- Maffei, F.; Nascimento, B.T.M.; Moya, G.M. & Donatelli, R.J. (2015): Anurans of Agudos e Jaú municipalities, state of São Paulo, southeastern Brazil. *Check List*, 11: 1-7.
- Malagoli, L.R.; Sawaya, R.J.; Haddad, C.F. & Paulista, E. (2013): Uso do ambiente pelos anfíbios anuros em um mosaico de fitofisionomias de Mata Atlântica no sudeste do Brasil. 211p. Dissertação apresentada na UNESP em zoologia.

- McIntyre, N.E. & Wiens, J.A. (1999): Interactions between landscape and animal behavior: the roles of heterogeneously distributed resources and food deprivation on movement patterns. *Landscape Ecology*, 14: 437-447.
- McCracken, N.C. (2016): Global Climate Change. Vital Signs of the Planet. Carbon Dioxide. Disponível em: <http://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide>. Acessado em: 25 de junho de 2017.
- Melo, G.V.; Rossa-Feres, D.C. & Jim, J. Temporal variation in calling site use in a community of anurans in Botucatu, São Paulo State, Brazil. *Biota Neotropica*, 7: 93-102.
- Melo, P.L.H.; Rodrigues, G.B.F.; da Rocha, W.A. & Brandão, R.A. (In press): Are body condition and calling perch height correlated in *Dendropsophus jimi* (Anura: Hylidae)? *North-Western Journal of Zoology*.
- Miller, R.S. (1967): Pattern and process in competition. *Advances in Ecological Research*, 4: 1-74.
- Moen, D.S. & Wiens, J.J. (2017): Microhabitat and climatic niche change explain patterns of diversification among frog families. *The American Naturalist*, 190: 1-16.
- Muniz, K.P.R.; Giaretta, A.A. & Silva, W.R. (2008): Auto-ecologia de *Hypsiboas albopunctatus* (Anura, Hylidae) em uma área de Cerrado no sudeste do Brasil. *Iheringia*, 98: 254-259.
- Munoz-Guerrero, J.; Serrano, V.H. & Ramírez-Pinilla, M.P. (2007): Uso de microhábitat, dieta y tiempo de actividad en cuatro especies simpátricas de ranas hílidas neotropicales (Anura: Hylidae). *Caldasia*, 29: 413-425.
- Nelder, J.A. & Wedderburn, W.M. (1972): Generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society*, 135: 370-384.
- Nimer, E. (1989): *Climatologia do Brasil*. 422p. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro.
- Novaes, J.L.C.; Moreira, S.I.L.; Freire, C.E.C.; Sousa, M.M.O. & Costa, R.S. (2014): Fish assemblage in a semi-arid Neotropical reservoir: composition, structure and patterns of diversity and abundance. *Brazilian Journal of Biology*, 74: 290-301.
- Odum, E.P. (1983): *Ecologia*. 434p. Editora Guanabara, Rio de Janeiro.

- Olalla-Tárraga, M.Á.; Diniz-Filho, J.A.F.; Bastos, R.P. & Rodríguez, M.Á. (2009): Geographic body size gradients in tropical regions: water deficit and anuran body size in the Brazilian Cerrado. *Ecography*, 32: 581-590.
- Oliveira, F.F.R. & Eterovick, P.C. (2010): Patterns of spatial distribution and microhabitat use by syntopic anuran species along permanent lotic ecosystems in the Cerrado of southeastern Brazil. *Herpetologica*, 66: 159-171.
- Ospina, O.E.; Villaneuva-Rivera, L.J.; Corrada-Bravo, C.J. & Aide, T.M. (2013): Variable response of anuran calling activity to daily precipitation and temperature: implications for climate change. *Ecosphere*, 3: 1-12.
- Ossen, K.L. & Wassersug, R.J. (2002): Environment factors influencing calling in sympatric anurans. *Oecologia*, 133: 616-625.
- Petranka, J.W. & Thomas, D.A. (1995): Explosive breeding reduces egg and tadpole cannibalism in the wood frog, *Rana sylvatica*. *Animal Behaviour*, 50: 731-739.
- Pianka, E.R. (1973): The structure of lizard communities. *Annual Reviews of Ecology and Systematic*. 4: 53-74.
- Pianka, E.R. (1974): Niche overlap and diffuse competition. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 71: 2141-2145.
- Pinheiro, F.; Diniz, I.R.; Coelho, D. & Bandeira, M.P.S. (2002): Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian Cerrado. *Austral Ecology*, 27: 132-136.
- Pirani, R.M.; Nascimento, L.B. & Feio, R.N. (2013): Anurans in a forest remnant in the transition zone between Cerrado and Atlantic Rain Forest domains in southeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 85: 1093-1104.
- Prado, C.P.A.; 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.
- Richter-Boix, A.; Garriga, N.; Montori, A.; Franch, M.; Sebastián, O.S.; Villero, D. & Llorente, G.A. (2013): Effects of non-native amphibian species *Discoglossus pictus* on the recipient amphibian community: niche overlap, competition and community organization. *Biological Invasions*, 15: 779-815.
- Rodrigues, D.J.; Uetanabaro, M. & Lopes, F.S. (2005): Reproductive patterns of *Trachycephalus venulosus* (Laurenti, 1768) and *Scinax fuscovarius* (Lutz,

- 1925) from the Cerrado, Central Brazil. *Journal of Natural History*, 49: 3217-3226.
- RStudio. (2016): RStudio: Integrated development environment for R (1.0.136) [Computer software]. Boston, MA. Disponível em: <http://www.rstudio.org/>.
- Ryan, M.J, (1986): Factors influencing the evolution of acoustic communication: biological constraints. *Brain, Behavior and Evolution*, 28: 70-82
- São-Pedro, V.A. & Feio, R.N. (2010): Distribuição espacial e sazonal de anuros em três ambientes na Serra do Ouro Branco, extremo sul da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil. *Biotemas*, 23: 143-154.
- Saenz, D.; Fitzgerald, L.A.; Baum, K.A. & Conner, R.N. (2006): Abiotic correlates of anuran calling phenology: the importance of rain, temperature, and season. *Herpetological Monographs*, 20: 64–82.
- 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: 365-373.
- Schwartz, J.J.; Huncce, R.; Lentine, B. & Powers, K. (2016): Calling site choice and its impact on call degradation and call attractiveness in the gray treefrog, *Hyla versicolor*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 70: 1-19.
- Segalla, M.V.; Caramaschi, U.; Cruz, C.A.G.; Grant, T.; Haddad, C.F.B.; Garcia, P.C.A.; Berneck, B.V.M. & Langone, J.A. (2016): Brazilian amphibians: List of species. *Herpetologia Brasileira*, 5: 34-46.
- Silvia, J.M.C. & Bates, J.M. (2002): Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: A tropical savanna hotspot. *BioScience*, 52: 225-233.
- Skelly, D.K. (1995): A behavior trade-off and its consequences for the distribution of *Pseudacris* Treefrog larvae. *Ecology*, 76: 150-164.
- Skogland, T. (1985). The effects of density-dependent resource limitations on the demography of wild reindeer. *The Journal of Animal Ecology*, 54: 359-374.
- Soares, P.T.; Ramalho, W.P. & do Prado, V.H.M. (2017): Padrões de estruturação das comunidades de anfíbios em Unidades de Conservação do Cerrado. *Anais do Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG*, Vol. 3.
- Spiegelhalter, D.J.; Best, N.G.; Carlin. B.P. & van der Linde, A. (2014): The deviance information criterion: 12 years on. *Journal of the Royal Statistical Society*, 76: 485-493.

- Ter Braak, C.J.F. (1986): Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67: 1167-1179.
- Tews, J.; Brose, U.; Grimm, V.; Tielborger, K.; Wichmann, M.C.; Schwager, M. & Jeltsch, F. (2004): Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography*, 31: 79-92.
- Toledo, L.F. & Haddad, C.F.B. (2005): Acoustic repertoire and calling behavior of *Scinax fuscomarginatus* (Anura, Hylidae). *Journal of Herpetology*, 39: 455-464.
- Toledo, L.F.; Zina, J. & Haddad, 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: 136-149.
- Underwood, A.J. & Petraitis, P.S. (1993): Structure of intertidal assemblages in different locations: How can local processes be compared?. *In*: Ricklefs, R.E. & Schluter, D. (Eds.). *Species Diversity in Ecological Communities: Historical and Geographical Perspectives*. 416p. The University of Chicago Press, Chicago.
- 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: 63-78.
- Valle, A.L. & Brites, V.L.C. (2014): Ecologia e nomes populares de *Crotalus durissus collilineatus* (Amaral, 1926) em áreas sob efeito antrópico do Triângulo e Alto Paranaíba, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Zoociências*, 14: 71-79.
- Vasconcellos, M.M. & Colli, G.R. (2009): Factors affecting the population dynamics of two toads (Anura: Bufonidae) in a seasonal neotropical savanna. *Copeia*, 2009: 266-276.
- Vellend, M. (2010): Conceptual synthesis in community ecology. *The Quarterly Review of Biology*, 85: 183-206.
- 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. & Silvano, D.L. (2012): A leap further: the Brazilian Amphibian Conservation Action Plan. *Alytes*, 29: 27-42

- Vieira, R.R.S.; Batista, V.G. & Bastos, R.P. (2016): Acoustic communication in two species of the *Hypsiboas albopunctatus* group (Anura: Hylidae) in sympatry and allopatry. *Zoologia*, 33: 1-10.
- Watt, K.E.F. (1968): *Ecology and Resource Management: A Quantitative Approach*. 450p. McGraw-Hill, New York.
- Wells, K.D. (1977): The social behavior of anuran amphibians. *Animal Behavior*, 25: 666-693.
- Wells, K.D. & Schwartz, J.J. (1982): The effects of vegetation in propagation of calls in the neotropical frog *Centrolenella fleishmanni*. *Herpetologica*, 38: 449-455.
- Wells, K.D. (2007): *The Ecology and Behavior of Amphibians*. 1148p. The University of Chicago Press, London.
- Wiens, J. (1989): Spatial scaling in ecology. *Functional Ecology*, 3: 385-397.
- Yamaoka, K.; Nakagawa, T. & Uno, T. (1978): Application of Akaike's information criterion (AIC) in the evaluation of linear pharmacokinetic equations. *Journal of Pharmacokinetics and Pharmacodynamics*, 6: 165-175.
- Zina, J.; Enzer, J. & Pinheiro, S.C.P.; Haddad, C.F.B. & Toledo, L.F. (2006): Taxocenose de anuros de uma mata semidecídua do interior do Estado de São Paulo e comparações com outras taxocenoses do Estado, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, 7: 49-57.
- Zuk, M. & Kolluru, G.R. (1998): Exploitation of sexual signals by predators and parasitoids. *The Quarterly Review of Biology*, 73: 415-438.