

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

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E ATIVIDADE ACÚSTICA DE  
MACHOS DE *Barycholos ternetzi* (MIRANDA-RIBEIRO, 1937)  
EM FRAGMENTOS FLORESTAIS DO CERRADO GOIANO

Autora: Aline Lara Bueno Nogueira de Souza  
Orientador: Dr. Alessandro Ribeiro de Moraes  
Coorientadora: Dra. Lia Raquel de Souza Santos

RIO VERDE – GO  
Março de 2019

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

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E ATIVIDADE ACÚSTICA DE  
MACHOS DE *Barycholos ternetzi* (MIRANDA-RIBEIRO, 1937)  
EM FRAGMENTOS FLORESTAIS DO CERRADO GOIANO

Autora: Aline Lara Bueno Nogueira de Souza  
Orientador: Dr. Alessandro Ribeiro de Moraes  
Coorientadora: Dra. Lia Raquel de Souza Santos

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 – Câmpus Rio Verde - Área de concentração: Conservação dos Recursos Naturais.

RIO VERDE – GO  
Março de 2019

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

SS0729 Souza, Aline Lara Bueno Nogueira de  
d Distribuição Especial e Atividade Acústica de  
Machos de *Barycholos ternetzi* (Miranda-Ribeiro,  
1937) em Fragmentos Florestais do Cerrado Goiano /  
Aline Lara Bueno Nogueira de Souza; orientador  
Alessandro Ribeiro de Moraes; co-orientador Lia  
Raquel de Souza Santos. -- Rio Verde, 2019.  
25 p.

Dissertação (Mestrado em Mestrado em  
Biodiversidade e Conservação ) -- Instituto  
Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2019.

1. Bioacústica. 2. Monitoramento Acústico  
Passivo. 3. Taxa de canto. I. Moraes, Alessandro  
Ribeiro de, orient. II. Santos, Lia Raquel de Souza  
, co-orient. III. Título.

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese  | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação                      | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação                             | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |   |

Nome Completo do Autor: Aline Lara Bueno Nogueira de Souza

Matrícula: 2017102310840016

Título do Trabalho: Distribuição espacial e atividade acústica de *Barycholos ternetzi* (MIRANDA-RIBEIRO, 1937) em fragmentos florestais do cerrado goiano

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano:   /  /  

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde, 22/05/2019

Local                  Data



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



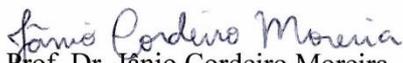
Assinatura do orientador



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO  
CAMPUS RIO VERDE - GO  
DIRETORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

## ATA Nº 23 (VINTE E TRÊS) BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos vinte e dois dias do mês de março do ano de dois mil e dezenove, às 08:30 (oito horas e trinta minutos), reuniram-se os componentes da Banca Examinadora: Prof. Dr. Alessandro Ribeiro de Moraes (orientador), Prof. Dr. Jânio Cordeiro Moreira (avaliador interno) e Prof. Dr. Natan Medeiros Maciel (avaliador externo), sob a presidência do primeiro, em sessão pública realizada no Auditório do prédio da Diretoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Inovação do IF Goiano – Campus Rio Verde, para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, da autoria de **Aline Lara Bueno Nogueira de Souza**, discente do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Alessandro Ribeiro de Moraes, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida à autora da Dissertação para, em 30 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu a examinada, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, e procedida às correções recomendadas, a Dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO**, na área de concentração Conservação dos Recursos Naturais, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGBio da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade, se não cumprida essa condição, em até 60 (sessenta) dias da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa Dissertação em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, eu, Renata Maria de Miranda Rios Resende, secretária do PPGBio, lavrei a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada pelos membros da Banca Examinadora em cinco vias de igual teor.

  
Prof. Dr. Jânio Cordeiro Moreira

*Avaliador interno*  
IF Goiano / Rio Verde

  
Prof. Dr. Natan Medeiros Maciel

*Avaliador externo*  
UFG / Goiânia

  
Prof. Dr. Alessandro Ribeiro de Moraes  
*Presidente da Banca*  
IF Goiano / Rio Verde

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

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E ATIVIDADE ACÚSTICA DE  
MACHOS DE *BARYCHOLOS TERNETZI* (MIRANDA-RIBEIRO,  
1937) EM FRAGMENTOS FLORESTAIS DO CERRADO  
GOIANO

Autora: Aline Lara Bueno Nogueira de Souza  
Orientador: Alessandro Ribeiro de Morais

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

APROVADA em 22 de março de 2019.

  
Prof. Dr. Jânio Cordeiro Moreira  
*Avaliador interno*  
IF Goiano / Rio Verde

  
Prof. Dr. Natan Medeiros Maciel  
*Avaliador externo*  
UFG / Goiânia

  
Prof. Dr. Alessandro Ribeiro de Morais  
*Presidente da Banca*  
IF Goiano / Rio Verde

*“A Ciência e a Religião são duas alavancas da inteligência humana; uma revela as leis do mundo material e a outra as do mundo moral.”*

*Livro O Evangelho Segundo o Espiritismo. Por  
Allan Kardec*

*A Deus, pelo dom da vida, a minha  
família, pelo apoio e proteção, aos meus  
verdadeiros amigos, por tornar o caminho  
mais leve e aos meus professores, que me  
inspiraram a chegar até aqui.*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por mais essa conquista! Ainda tenho muitos objetivos a serem alcançados, mas hoje me sinto mais confiante e com a certeza que o Senhor estará guiando os meus passos e me sabedoria para superar todos os obstáculos afim de alcançar meus sonhos.

Aos meus pais, Nivaldo e Nelza que sempre me incentivaram a correr atrás dos meus sonho, me levantaram quando me deixei cair no desespero de pensar em desistir, por lutar comigo pelos meus direitos para que pudesse continuar os meus estudos e pelas inúmeras orações que me deram a paz para prosseguir. Meus queridos avós, moderninhos que me ligavam toda semana para alegrar o meu dia dizendo que me amam.

Ao meu esposo João Paulo, pelo apoio incondicional, por me aguentar nervosa com os prazos a serem cumpridos, por organizar a internet no rancho para que eu continuasse minhas pesquisas perto dele, por suportar minha ausência quando precisei ficar em Rio Verde e por se orgulhar de mim.

Aos meus irmãos Allan Kardec, Lana Cristina e Wander, que mesmo de longe oravam e torciam por mim juntamente com meus sobrinhos.

À maninha, isso mesmo, maninha Perciliana Lara que se não fosse ela nem teria entrado no mestrado. Nunca acreditei que poderia conseguir, mas com seu apoio e incentivo tudo se tornou possível. Não poderia ser diferente, ela sempre foi minha inspiração, me apresentou à biologia, me fez apaixonar pela herpetologia e pela educação ambiental. Nosso caminho foi uma aventura cheia de capítulos que pareciam intermináveis, mas quando concluímos sentíamos aquela sensação gostosa de missão cumprida. Foram dois anos intensos pra nós, um misto de alegrias e tristezas e que juntas continuamos no caminho.

Às minhas primas-irmãs, Pricila e Pabliny. Obrigada, Pricila que mesmo no Hospital do Amor cuidando da Maria Alice, e depois durante o luto encontrava um

tempinho pra se preocupar com minha luta, me incentivar e ajudar com o inglês. Obrigada, Pabliny por aturar minhas maluquices e pelas farras com a Ana Luiza e Ana Cecília na sua casa em Rio Verde todas as vezes que eu precisei de pouso.

À Carla Pereira, diretora da Escola Municipal Professora Zelsani e a Simone dos Santos, diretora do Colégio São José que não mediram esforços para organizar a minha vida nas respectivas escolas para que eu pudesse estudar. Aos meus colegas de trabalho, amigos e antigos professores que torceram por mim. Ao professor Reile Ferreira Rossi que tanto me incentivou a fazer a inscrição do mestrado e me mostrou a importância dessa titulação em minha vida profissional.

Ao meu orientador Dr. Alessandro Ribeiro de Moraes por aceitar me orientar. Por transformar o caminho que antes parecia aterrorizante, em um caminho mais leve e desafiador. Obrigada por me levar ao limite e garantir que eu conseguisse superá-los. Eu aprendi muito nesses dois anos.

À professora Dra. Lia por aceitar ser minha coorientadora.

A toda equipe do laboratório de biologia animal que de forma direta ou indiretamente me ajudaram execução do meu trabalho, em especial, a Leonice que esteve ao meu lado em todos os momentos do mestrado. E aos meus colegas do mestrado em Biodiversidade e Conservação pelo aprendizado em conjunto. Obrigada, turma!

À todos os professores das disciplinas que cursei durante o mestrado os quais ajudaram a ampliar os meus horizontes do conhecimento.

À Fundação Grupo O Boticário de Proteção à Natureza e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pelo auxílio financeiro.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde e ao programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

Aline Lara Bueno Nogueira de Souza, nascida em Quirinópolis - GO em 28 de maio de 1986. Concluiu o ensino médio no Colégio São José – Centro Educacional Objetivo, na cidade de Quirinópolis - GO. Graduado em Ciências Biológicas modalidade Licenciatura no ano de 2007, pela Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Quirinópolis. Especialista em Libras - Formação de Recursos Humanos para o Atendimento Inclusivo, pela Faculdade Delta no ano de 2012. Professor Efetivo de Ciências da Secretaria Municipal de Educação, Cultura, Desporto e Lazer - Quirinópolis - GO. Em 2017 ingressou na pós-graduação Stricto Sensu, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação.

## ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE TABELAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES .....	x
RESUMO .....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUÇÃO.....	1
MATERIAL E MÉTODOS.....	3
Espécie estudada.....	3
Área de estudo.....	4
Obtenção e análises das gravações.....	9
Coleta de variáveis abióticas e bióticas em campo.....	11
Métricas de paisagens.....	11
ANÁLISES DE DADOS.....	11
RESULTADOS.....	12
Influência de fatores abiótico, bióticos e métricas de paisagem sobre a distribuição espacial de <i>B. ternetzi</i> nos fragmentos florestais.....	12
Influência da temperatura e umidade sobre a atividade acústica diária de machos de <i>B. ternetzi</i> .....	15
DISCUSSÃO.....	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20

## ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Coordenadas geográficas dos pontos de amostragem com o registro confirmado de machos de <i>B. ternetzi</i> em atividade de vocalização, situados no estado de Goiás, Brasil Central.....	9
Tabela 2. Descrição dos pontos quanto aos seus fatores abióticos, bióticos e às métricas de paisagem.....	14
Tabela 3. Médias e desvio padrão da taxa de cantos de anúncio, temperatura média e umidade média para cada hora analisada entre as 00:00 e 23:00.....	16
Tabela 4. Taxa de cantos de anúncio por minutos emitidos por machos de <i>B. ternetzi</i> a cada hora nos 21 pontos amostrados, estado de Goiás, Brasil.....	17

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Macho de <i>Barycholos ternetzi</i> sobre a serapilheira úmida no interior da formação florestal.....	4
Figura 2. Canto de anúncio de machos de <i>Barycholos ternetzi</i> registrado a Floresta Nacional de Silvânia, município de Silvânia, estado de Goiás, Brasil.....	5
Figura 3. – As formações florestais que foram amostradas ao longo do presente estudo, sendo: (a) Mata Seca; (b) Cerradão; (c) Mata de Galeria; (d) Mata Ciliar.....	7
Figura 4. Localização geográfica dos 51 pontos amostrados no presente estudo. Círculos azuis representam os pontos sem registro de <i>Barycholos ternetzi</i> , enquanto os círculos vermelhos representam os pontos com o registro confirmado da espécie.....	8
Figura 5. Dispositivo de monitoramento automatizado. (a) Áudio-Gravador Tigrinus@GT001-T1.0V, gravadores digitais automatizados de som instalados para o monitoramento do canto da espécie; (b) <i>Datalogger</i> HM-160, registradores automáticos de dados ambientais, instalados para o monitoramento das umidades relativas do ar e as temperaturas dos microhabitats da espécie do estudo.....	10

Figura 6: Relação entre a taxa de emissão de canto de anúncio e abundância de árvores por parcelas.....15

Figura 7. Valores diários de (A) temperatura (linha tracejada) e umidade relativa do ar (linha contínua); e (B) taxa de cantos emitidos por minuto (barras pretas) em fragmentos florestais distribuídos em municípios do Estado de Goiás, Brasil.....18

## LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

ICMBio .....	Instituto Chico Mendes da Biodiversidade
MATOIIBA ...	A expressão acrônimo formado com as iniciais dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia.
CRC.....	Comprimento Rostro-Cloacal
h.....	Hora
mm.....	Milímetro, $10^{-3}$ metros
ms.....	Milissegundo, $10^{-3}$ segundos, um milésimo de segundo
cal.....	Caloria
m.....	Metro
cm.....	Centímetro
cm <sup>2</sup> .....	Centímetro quadrado
°C.....	Graus Célsius
Hz.....	Hertz
kHz.....	Quilohertz, 1000 hertz
WAV.....	Waveform Audio File Format, formato de áudio sem perda de qualidade
MAP.....	Monitoramento Acústico Passivo
DAP.....	Diâmetro à Altura do Peito
PN.....	Número de manchas
%NC.....	Porcentagem de vegetação nativa
MP.....	Proximidade de manchas
ED.....	Densidade da borda
MPS.....	Média do tamanho das manchas

## RESUMO

SOUZA, ALINE LARA BUENO NOGUEIRA DE. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde-GO, março de 2019. **Distribuição espacial e atividade acústica de machos de *Barycholos ternetzi* (Miranda-Ribeiro, 1937) em fragmentos florestais do cerrado goiano.** Orientador: Dr. Alessandro Ribeiro de Moraes. Coorientadora: Lia Raquel de Souza Santos.

A biodiversidade do Cerrado brasileiro sofre ameaças diversas, principalmente devido a expansão da fronteira agrícola que causa vários problemas, tais como, perda e fragmentação de habitats, o que provoca declínios das populações das espécies nativas, redução na diversidade genética e até extinções de espécies. As informações básicas sobre os anfíbios na região do Cerrado ainda são escassas, havendo uma lacuna de conhecimento, principalmente para os ambientes florestais que foram pouco amostradas se comparados aos ambientes abertos. A comunicação acústica desempenha um papel importante no comportamento social dos anuros, por isso, os estudos bioacústicos se tornaram ferramentas importantes para resolver diversas questões, entre elas as que envolvem processos de conservação. Aqui, foi considerada a comunicação acústica em machos de *Barycholos ternetzi*, para testar se a distribuição espacial da espécie e, conseqüentemente, a atividade acústica dos machos é influenciada por fatores abióticos, bióticos e métricas de paisagem e se a atividade acústica da espécie varia em função de fatores ambientais ao longo do dia. Para isso, análises foram realizadas em uma ampla escala geográfica, utilizando dispositivos de MAP, *dataloggers*, métodos de amostragem em fitossociologia e análises de métricas de paisagem. A densidade de árvores é a variável que melhor explica a atividade acústica, assim como a sua ocorrência em fragmentos florestais do Cerrado goiano, uma vez que foi observada uma relação positiva entre a taxa de emissão de cantos de anúncio e a densidade de árvores. A atividade acústica da espécie é predominantemente noturna e varia em função da temperatura e umidade relativa do ar, quanto maior a temperatura e a umidade relativa do ar, maior foi a taxa de emissão de

cantos observada. Com estes resultados é possível preencher uma lacuna de conhecimento em relação a um grupo de espécies que, historicamente, tem recebido pouca atenção, além de subsidiar ou refinar as ações de conservação e manejo de espécies de anuros do Cerrado.

**PALAVRAS-CHAVES:** Bioacústica, Monitoramento Acústico Passivo, Taxa de canto.

## ABSTRACT

SOUZA, ALINE LARA BUENO NOGUEIRA DE. **Spatial distribution and acoustic activity of male *Barycholos ternetzi* (Miranda-Ribeiro, 1937) in forest fragments of the Goian cerrado.** Advisor: Dr. Alessandro Ribeiro de Moraes. Co-advisor: Lia Raquel de Souza Santos.

The biodiversity of the Brazilian Cerrado suffers various threats, mainly due to the expansion of the agricultural frontier that causes several problems, such as habitat loss and fragmentation, which causes declines in native species populations, reduction in genetic diversity and even extinctions of species. Basic information on amphibians in the Cerrado region is still scarce, with a knowledge gap, especially for forest environments that were poorly sampled when compared to open environments. Acoustic communication plays an important role in the social behavior of anurans, so bioacoustic studies have become important tools for solving many issues, including those involving conservation processes. Here, it was considered acoustic communication of males of *Barycholos ternetzi*, to test if the spatial distribution of this species and, consequently, the acoustic activity of the males is influenced by abiotic, biotic and landscape metric factors and if the activity of the species varies according to environmental factors throughout the day. For this, analyzes were carried out on a wide geographical scale, using MAP devices, dataloggers, phytosociology sampling methods and analysis of landscape metrics. Tree density is the variable that best explains the acoustic activity, as well as its occurrence in forest fragments of the Cerrado of Goiás, since a positive relation between the emission rate of advertisement calls and the density of trees was observed. The acoustic activity of the species is predominantly nocturnal and varies according to the temperature and relative humidity of the air, the higher the temperature and the relative humidity of the air, the higher the call emission rate observed. With these results, it is possible to fill a knowledge gap in relation to a group of species that, historically, has received little

attention, besides subsidizing or refining the conservation and management actions of Cerrado anurans species.

**KEYWORDS:** Bioacoustics, Acoustic Monitoring Passive, Singing Rate

## INTRODUÇÃO

No Brasil, os ambientes naturais desempenham importantes serviços ecossistêmicos e abrigam mais de 10% das espécies conhecidas no planeta Terra, muitas das quais são endêmicas e/ou estão em risco de extinção (LEWINSOHN, 2006; ICMBIO, 2018). Apesar desta relevância, historicamente, estes ambientes têm sofrido com as alterações antrópicas e, mesmo com a implementação de políticas públicas que visam a redução do desmatamento, no Brasil, a perda de florestas é uma das mais altas em todo mundo (HANSEN et al., 2013). Um bom exemplo é o Cerrado brasileiro, que é um ambiente formado por áreas abertas e também por florestas (RIBEIRO e WALTER, 2008) e que possui alta diversidade de espécies, mas que tem sido negligenciado, ao longo dos anos, pelas políticas públicas não associadas a medidas complementares de conservação (STRASSBURG et al., 2017). Tanto é verdade que a biodiversidade do Cerrado sofre ameaças diversas, principalmente devido a expansão da fronteira agrícola. Um bom exemplo deste cenário é a região norte do bioma, conhecida como MATOPIBA, que apesar de ser mais preservada tem experimentado elevadas taxas de conversão de habitats devido a expansão de atividades agropastoris (SALVADOR e DE BRITO, 2018). Como consequência, há problemas diversos, tais como, perda e fragmentação de habitats, o que provoca declínios das populações das espécies nativas, redução na diversidade genética e até extinções de espécies (KEELY et al., 2015).

Os anfíbios possuem grande diversidade de estratégias reprodutivas (HADDAD e PRADO, 2005), o que resulta em uma gama de interações ecológicas e utilização de habitats por parte destes animais (WELLS, 2007). Apesar disto, por serem animais que apresentam a pele permeável, os anfíbios se tornam dependentes de condições ambientais específicas (p.ex.: disponibilidade de água e temperatura do ar) para a sua ocorrência e sobrevivência (WELLS, 2007). Neste contexto, uma particularidade, são os anfíbios que habitam a serapilheira dos ambientes florestais e que possuem desenvolvimento direto (p.ex.: sem estágio larval), pois estes não dependem dos corpos d'água para se reproduzirem, uma vez que depositam seus ovos em ambientes úmidos no solo, dentro e embaixo de troncos, musgos ou folhiço (HADDAD et al., 2008). Assim, a ocorrência de tais espécies nos habitats de floresta pode ser afetada de forma negativa por fatores bióticos e abióticos, tais como: altitude (GOYANNES-ARAÚJO et al., 2015) clima, degradação do hábitat (GURURAJA, 2002), composição e estrutura de diferentes componentes da serapilheira (VAN SLUYS et al., 2007), solo (FERREIRA et al., 2018),

profundidade de serapilheira (OLIVEIRA et al., 2013), umidade (PIKACHA et al., 2017), densidade vegetação (FARDELL, 2018).

Durante o período reprodutivo é comum os anfíbios vocalizarem, sendo possível registrar diferentes tipos de cantos (KÖHLER et al. 2017; TOLEDO et al. 2015). De modo geral, as vocalizações são específicas para cada espécie, permitindo reconhecimento específico, além de permitir o seu isolamento reprodutivo (WELLS, 2007). O canto de anúncio é o mais comumente estudado (GUERRA et al., 2018), uma vez que ele é ouvido na natureza e aparentemente serve para duas funções principais: atrair potenciais parceiros e transmitir informações territoriais a coespecíficos (KÖHLER et al. 2017).

Os estudos bioacústicos tem uma importante contribuição ao conhecimento dos anfíbios anuros, uma vez que esta é uma ferramenta que pode ser útil para resolver questões evolutivas (e.g., GERHARDT E HUBER, 2002), de conservação (e.g., LAIOLO et al., 2008), sistemática (e.g., RAKOTONIRINA et al., 2016; NISHIKAWA, 2017) e fisiologia (e.g., PENNA, et al. 2009; COLAFRANCESCO e GRIDI-PAPP, 2016). Os métodos tradicionais de estimativa de diversidade de espécies animais se baseiam em inventários demorados e inviáveis de se aplicar em larga escala (DEPRAETERE et al., 2012). Uma solução eficiente é o uso de sistemas de sensores que são definidos como sistemas tecnológicos que substituem, aumentam ou superam observadores humanos de fenômenos ecológicos, ampliando as escalas espaciais e temporais de observação, permitindo que uma série mais ampla de teorias e modelos sejam testados de maneira rápida, possibilitando a redução de custo e esforço por parte dos pesquisadores (PORTER et al., 2009). Por esse motivo, vem crescendo estudos que utilizam métodos de Monitoramento Acústico Passivo (MAP) para determinar a diversidade de seres vivos em várias regiões do mundo (DEPRAETERE et al., 2012; SÁNCHEZ-GENDRIZ e PADOVESE, 2017).

No Cerrado, aproximadamente, são encontradas 210 espécies de anfíbios anuros (VALDUJO et al., 2012), mas, para muitas destas, as informações básicas sobre história natural, ecologia, comportamento ainda são escassas. Aliado a isto, há ainda muitos locais não amostrados ou que possuem informações insuficientes sobre as espécies (VALDUJO et al., 2012; DINIZ-FILHO et al., 2005). Isto é particularmente verdade, pois no Cerrado, a maioria dos estudos foi realizado áreas abertas (e.g., BRASILEIRO et al 2005; MORAIS et al., 2011) na porção centro-sul do bioma, havendo uma lacuna de conhecimento ainda maior para os ambiente florestais. O MAP, pouco utilizado no

Cerrado, se apresenta como uma solução estratégica para aumentar a abrangência de conhecimentos sobre anuros em fragmentos de formação florestal com configurações variadas, suportando a elaboração de planos de manejo visando esse grupo altamente diversificado e ameaçado.

No presente estudo, foi considerada a atividade de acústica de machos da rã-do-folhio (*Barycholos ternetzi*), de modo que as seguintes questões foram testadas: 1) a distribuição espacial da espécie e, conseqüentemente, a atividade acústica dos machos é influenciada por fatores abióticos (p.ex. temperatura do ar), bióticos (p.ex.: espessura da serapilheira) e métricas de paisagem (p.ex.: tamanho dos fragmentos, distância para o fragmento mais próximo)? 2) ao longo do dia, a atividade acústica da espécie varia em função de fatores ambientais, tais como: umidade relativa e temperatura do ar?

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Espécie estudada*

A rã do folhio, *Barycholos ternetzi* (MIRANDA-RIBEIRO, 1937), é uma espécie de pequeno porte (CRC = 23.1 - 29.4 mm; LEMES et al., 2012) da família Craugastoridae, endêmica do Cerrado, porém amplamente distribuído neste bioma (Figura 1) (FROST, 2019). Nesta espécie, o amplexo é axilar e a desova é depositada diretamente na serapilheira de ambientes de formação florestal, e sua superfície é recoberta por partículas de solo para melhorar a camuflagem e também impedir a dessecação dos ovos (CARAMASCHI & POMBAL, 2001). Assim, as formações florestais são habitats adequados para a ocorrência e sobrevivência de indivíduos de *B. ternetzi*, pois nestes ambientes há grande variedade e disponibilidade de compostos orgânicos presentes na serapilheira fornecendo uma maior diversidade de itens alimentares; microclima mais estável com maior sombreamento e umidade; e maior possibilidade de refúgios contra predadores (VALLEJO et al., 1987).

Os machos de *B. ternetzi* vocalizam na serapilheira, tanto no interior quanto nas bordas das florestas, e em alguns casos em áreas abertas (MARTINS et al., 2009; ODA et al., 2009). A atividade acústica desta espécie começa ao pôr-do-sol e diminui perto da meia-noite (LEMES et al., 2012). Diferentes tipos de vocalizações são conhecidos para *B. ternetzi*, sendo cada uma associada a um contexto social específico (LEME et al., 2012). O canto de anúncio (figura 2), que tem como função atrair fêmeas, é o mais

comumente emitido pelos machos (MARTINS et al., 2009; LEMES et al., 2012). Em *B. ternetzi*, os machos emitem cantos de anúncio com duração variando de 30 a 79 ms ( $X = 49 \pm 8$  ms), enquanto a frequência dominante varia de 3.351,69 a 4.312,77 Hz ( $X = 3.777,7 \pm 175,94$  Hz) (LEMES et al., 2012). Ainda, Lemes et al. (2012) observaram que fatores ambientais e/ou morfológicos influenciam os parâmetros acústicos do canto de anúncio emitidos por machos de *B. ternetzi*.



Figura 1. Macho de *Barycholos ternetzi* sobre a serapilheira úmida no interior da formação florestal.

#### *Área de estudo*

O presente estudo foi desenvolvido no Cerrado, o segundo maior bioma do Brasil localizado essencialmente no Planalto Central do Brasil e distribuídos por 10 estados brasileiros (MEIRA-NETO et al., 2002). Nesta região, o clima é classificado, predominantemente, como tropical chuvoso (Aw Köpen), com estações de seca (abril a setembro) e chuva (outubro a março) bem definidas (RIBEIRO & WALTER 2008). A média anual de radiação solar disponível para o Cerrado varia de 6.000 a 8.800 cal/cm<sup>2</sup>.ano. Em termos de média anual, o Cerrado apresenta umidade relativa do ar moderada quando comparada com as umidades encontradas em áreas litorâneas ou da Amazônia, obtendo nos meses mais chuvosos (outubro a março) uma umidade relativa do ar no Cerrado varia entre 60% e 90% (SILVA et al., 2008).

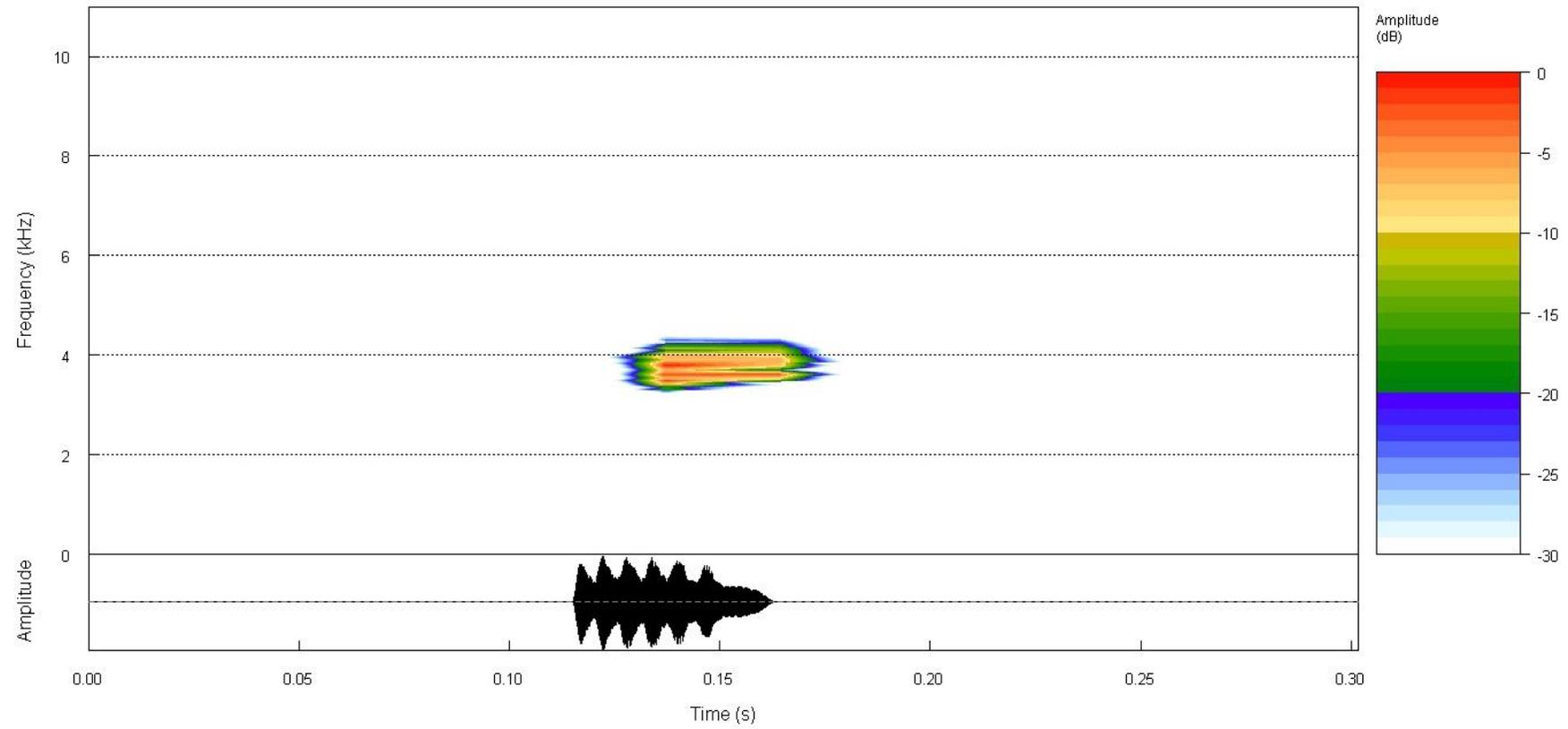


Figura 2. Canto de anúncio de machos de *Barycholos ternetzi* registrado a Floresta Nacional de Silvânia, município de Silvânia, estado de Goiás, Brasil.

A vegetação do Cerrado é composta por um mosaico de fitofisionomias que representam distintos tipos de formações, tais como: florestais, savânicas e campestres (RIBEIRO & WALTER 2008). As formações florestais do Cerrado, amostradas no presente estudo, englobam os tipos de vegetação com predominância de espécies arbóreas, com formação de dossel contínuo (RIBEIRO E WALTER, 2008; Figura 3), sendo elas:

- ✓ **Mata Ciliar:** Acompanha os rios de médio porte sem que a vegetação arbórea forme galerias;
- ✓ **Mata de Galeria:** Acompanha os rios de pequeno porte e córregos onde a vegetação arbórea forma galerias;
- ✓ **Mata Seca:** Não possuem associação com cursos de água e são caracterizadas por diversos níveis de caducifólia durante a estação seca;
- ✓ **Cerradão:** Possui características esclerofilas, motivo pelo qual é incluído no limite mais alto o conceito de Cerrado sentido amplo.

Entre os meses de outubro de 2017 e março de 2018 foram amostrados 51 fragmentos de formação florestal distribuídos nos municípios de Acreúna, Alto Paraíso de Goiás, Aparecida do Rio Doce, Caiapônia, Cavalcante, Cidade de Goiás, Itajá, Itumbiara, Jataí, Mineiros, Paraúna, Quirinópolis, Rio Verde, Silvânia e Uruaçu, todos situados no estado de Goiás, Brasil Central (Figuras 3 e 4). Conforme descrito a seguir, estes fragmentos tiveram características diversificadas quanto à presença ou ausência de fontes de água (por exemplo, rios, córregos ou lagoas permanentes); diferentes densidades e altura de árvores; tamanho do fragmento; além de diferentes tipos de uso do solo nas paisagens adjacentes aos fragmentos.



Figura 3. – As formações florestais que foram amostradas ao longo do presente estudo, sendo: (a) Mata Seca; (b) Cerradão; (c) Mata de Galeria; (d) Mata Ciliar.

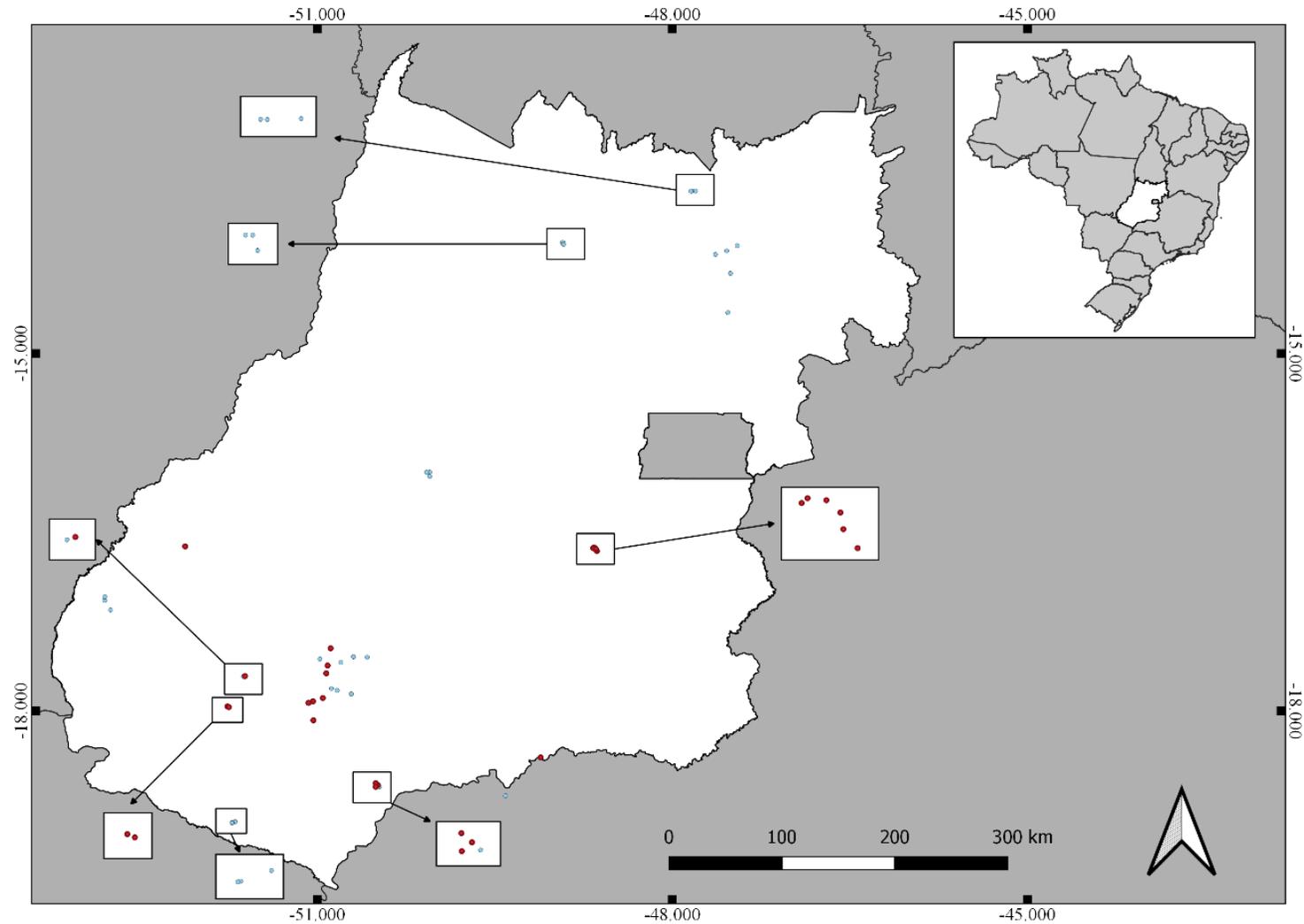


Figura 4. Localização geográfica dos 51 pontos amostrados no presente estudo. Círculos azuis representam os pontos sem registro de *Barycholos ternetzi*, enquanto os círculos vermelhos representam os pontos com o registro confirmado da espécie.

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos pontos de amostragem com o registro confirmado de machos de *B. ternetzi* em atividade de vocalização, situados no estado de Goiás, Brasil Central.

<b>Pontos amostrados</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Altitude (m)</b>
1	-17,962839	-51,759119	703
2	-17,968017	-51,747133	665
3	-17,707383	-51,610333	854
4	-17,891667	-50,953528	777
5	-17,919778	-51,0365	757
6	-17,932583	-51,074306	786
7	-18,079056	-51,033083	757
8	-17,684556	-50,924583	817
9	-17,474306	-50,8875	798
10	-17,619306	-50,912972	809
11	-18,607500	-50,506556	474
12	-18,622889	-50,488528	518
13	-18,637917	-50,505833	566
14	-16,657944	-48,637611	957
15	-16,647417	-48,645583	931
16	-16,631337	-48,655084	936
17	-16,630250	-48,665611	966
18	-16,632917	-48,668917	993
19	-16,638194	-48,647222	938
20	-18,390875	-49,113006	692
21	-16,618883	-52,116433	631

#### *Obtenção e análises das gravações*

A técnica de Monitoramento Acústico Passivo (MAP) foi utilizada para registrar a presença de *B. ternetzi* nos fragmentos florestais amostrados, no período de outubro/2017 a março/2018. Para realizar o monitoramento, foi utilizado o Audio-Gravador Tigrinus® GT001-T1.0V (<http://www.tigrinus.com.br/gravador-de-udio>), o qual é composto por um gravador TASCAM® modelo DR-05 (figura 5). As gravações foram realizadas em arquivo WAV, 44 KHz e com 16 bits de resolução. Os gravadores foram fixados em pontos fixo (p.ex.: árvores) a cerca de 1 metro acima do solo. Para a fixação dos dispositivos, a borda dos fragmentos foi desconsiderada. A capacidade de detecção dos gravadores foi estimada, conforme (LLUSIA ET AL., 2011), sendo possível registrar os cantos dos anuros em um raio de 50 m em torno do gravador. Em cada local, o gravador automático permaneceu, consecutivamente, por quatro noites e três dias, de modo que foi possível registrar o som do ambiente por um período de cinco minutos a cada hora,

totalizando 420 minutos (ou 7 horas) de amostragem por fragmento. Ao todo, considerando os 51 fragmentos amostrados, o esforço de coleta foi de 21.420 minutos (ou 357 horas) de gravações.



Figura 5. Dispositivo de monitoramento automatizado. (a) Áudio-Gravador Tigrinus@ GT001-T1.0V, gravadores digitais automatizados de som instalados para o monitoramento do canto da espécie; (b) *Datalogger* HM-160, registradores automáticos de dados ambientais, instalados para o monitoramento das umidades relativas do ar e as temperaturas dos microhabitats da espécie do estudo.

As gravações foram analisadas a fim de identificar a presença ou ausência dos cantos da espécie alvo e isolar amostras de cantos, usando espectrogramas. Para análise das gravações foi utilizado o *software Raven* e, para cada gravação (5 minutos), foi contabilizado a quantidade de cantos de anúncio emitidos por machos de *B. ternetzi*. Assim, para caracterizar a atividade acústica da espécie, foi calculada, para cada gravação, a taxa de emissão de cantos de anúncio por minuto (cantos/min).

#### *Coleta das variáveis abióticas e bióticas em campo*

As variáveis abióticas (p.ex.: umidade e temperatura do ar) foram obtidas com auxílio de *dataloggers* (Marca = Tenmars TM-305U USB; Modelo = HM-160) (figura 3) que foram instalados juntamente com os gravadores. Os *dataloggers* foram programados para obter registros de umidade e temperatura do ar, em campo, em intervalos de cinco minutos ao longo da amostragem. A abundância de espécies vegetais referente ao ponto em que os dispositivos (p.ex.: gravador e *datalogger*) foram fixados foi caracterizada através do método de parcela (50 x 50 metros), conforme descrito por Mueller-Dombois & Ellenberg (1974), com registros das árvores com diâmetro acima do peito (DAP) acima de 10 cm. Ainda, dentro da parcela estabelecida, com auxílio de um paquímetro digital (precisão 0,05 mm), foram realizadas 10 medições da espessura de serapilheira. Após isto, baseado nestas medições, foi calculada a média da espessura da serapilheira em cada fragmento.

#### *Métrica de Paisagem*

As métricas de paisagem foram obtidas para todos os pontos amostrados na área de estudo. Considerando cada ponto de amostragem como uma unidade amostral, foram criados *buffer* com um raio de 500 metros a partir de cada ponto. Para isto, foram utilizadas imagens de satélite *Landsat-8* para o ano de 2018, disponíveis no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (<http://www.inpe.br/>) para determinar as métricas de paisagem. Para calcular as métricas de paisagem, classificamos as imagens de satélite e extraímos as métricas utilizando o software QGIS (versão 2.18.1). As métricas extraídas foram: Número de fragmentos (PN), Porcentagem de vegetação nativa (%NC), Média da proximidade dos fragmentos (MP), Densidade da borda (ED) e Média do tamanho dos fragmentos (MPS).

#### *Análise dos dados*

Para responder as questões propostas no presente estudo, foram consideradas as seguintes variáveis resposta: a) taxa de emissão de canto de anúncio por minuto (canto/minuto) calculada para cada fragmento amostrado; e b) taxa de emissão de canto de anúncio por minuto (canto/minuto) calculada para cada hora amostrada.

A taxa de emissão de canto de anúncio por minuto (canto/minuto) para cada fragmento foi obtida a partir da média baseada em todos os registros acústicos (420 minutos de amostragem) realizados em cada fragmento. Esta métrica foi adotada como variável resposta, pois a partir desta foi possível caracterizar a distribuição espacial de *B. ternetzi* nos fragmentos florestais amostrados e, adicionalmente, testar se a ocorrência desta espécie foi influenciada por fatores abiótico, bióticos e métricas de paisagem. Para isto, foi utilizada uma análise de regressão linear múltipla, no qual as variáveis preditoras foram: média da umidade relativa do ar para cada fragmento, média da temperatura do ar para cada fragmento, média da espessura da serapilheira, abundância de espécies vegetais, número de fragmentos de habitat dentro dos *buffers*, porcentagem de vegetação nativa, média da proximidade dos fragmentos, densidade da borda e média do tamanho dos fragmentos.

Para descrever o padrão de atividade acústica diária da espécie foi considerada a taxa de emissão de canto de anúncio para cada hora de amostragem como variável resposta. A taxa de emissão de canto foi calculada com base nos registros acústicos (5 minutos) realizados a cada hora ao longo da amostragem realizada em cada um dos pontos. Desta forma, foi possível caracterizar o comportamento acústico da espécie ao longo do dia e, adicionalmente, testar se fatores abióticos influenciam tal comportamento. Para isto, foi utilizada uma análise de regressão linear múltipla, no qual as variáveis preditoras foram: média da umidade relativa do ar para hora de amostragem e média da temperatura do ar para hora de amostragem.

Os fragmentos ou os períodos de gravação em que não se registrou atividade acústica da espécie-alvo não foram considerados nas análises descritas acima. Para todas as análises estatísticas os pressupostos do teste foram testados e, portanto, estão de acordo com Zar (1996), com nível de significância foi de 5%.

## RESULTADOS

### *Influência de fatores abiótico, bióticos e métricas de paisagem sobre a distribuição espacial de B. ternetzi nos fragmentos florestais*

Considerando todo o esforço amostral, em apenas 21 (41,18%) dos 51 fragmentos amostrados foram registrados cantos de anúncio de machos de *Barycholos ternetzi* (Figura 3). No geral, os fragmentos amostrados que tiveram ocorrência de *B. ternetzi* estão localizados na região centro-sul do estado de Goiás, cuja temperatura e umidade relativa do ar variaram, respectivamente, de 18,7 a 35,4°C (Média = 23,12°C; DP = 3,89; n = 21 fragmentos) e de 74,07 a 96,95% (Média = 87,89%; DP = 15,97; n = 21 fragmentos). A densidade de árvores dentro da parcela e a espessura da serapilheira variaram, respectivamente, de 44 a 171 árvores/parcela (Média = 77,7 árvores/parcela; DP = 28,39; n = 21 fragmentos) e 8,07 a 56,76 mm (Média = 28,82 mm; DP = 17,43; n = 21 fragmentos).

As métricas de paisagem para cada um dos fragmentos amostrados estão descritas na tabela 2. De modo geral, o número de fragmentos dentro do *buffer*, a porcentagem de vegetação nativa, a proximidade dos fragmentos, a densidade da borda e o tamanho médio das manchas variam, respectivamente, de 1 a 14 fragmentos/*buffer* (Média = 3,45 fragmentos/*buffer*; DP = 3,54), 27,7 a 92,69% (Média = 59,84%; DP = 21,47), 0 a 315,91 m (Média = 65,55 m; DP = 100,46), 51,82 a 309,95 (Média = 104,13; DP = 72,52) e 1,53 a 72,23 m<sup>2</sup> (Média = 26,56; DP = 20,42).

De modo geral, a taxa de emissão de canto de anúncio por minuto (canto/minuto) para cada fragmento amostrado variou de 0,32 a 24,37 cantos de anúncio/minuto (Média = 7,05 cantos de anúncio/minuto; DP = 7,83). Não foi observada qualquer influência da interação entre as variáveis preditoras ( $r^2 = 0,567$ ;  $r^2$  ajustado = 0,177; F = 1,456; p = 0,282) sobre a taxa de emissão de cantos de anúncio; no entanto, observou-se uma relação significativa e positiva entre a densidade de árvores e a taxa de emissão de canto ( $r^2 = 0,275$ ; r = 0,525; p < 0,05; figura 6).

Tabela 2. Descrição dos pontos quanto aos seus fatores abióticos, bióticos e às métricas de paisagem.

Pontos	Densidade de árvores por parcela	Espessura da serapilheira	Porcentagem de vegetação nativa	Média da proximidade das manchas	Densidade da Borda	Número de manchas	Média do tamanho das manchas	Temperatura média (°C)	Umidade média (%)
PT1	72	13,24	51,88	0	99,19	1	40,14	24,76	65,19
PT2	44	11,15	88,6	0	52,8	1	68,35	24,97	65,19
PT3	72	15,56	69,43	0	53,29	1	72,23	25,17	65,19
PT4	68	13,49	49,99	78,3	107,36	3	12,95	23,79	89,61
PT5	81	13,68	60,75	0	110,85	1	47,06	23,64	90,17
PT6	75	17,72	41,98	2,27	77,46	2	16,31	23,49	90,73
PT7	86	17,50	46,11	1,75	69,48	2	17,94	23,64	90,17
PT8	98	26,65	43,47	0	68,57	1	33,74	21,91	96,21
PT9	90	29,19	55,93	0	63,45	1	43,35	22,71	91,77
PT10	97	30,64	92,69	225,39	51,82	2	35,84	22,72	91,52
PT11	71	13,99	50,37	23,05	124,03	5	7,79	25,37	88,59
PT12	65	13,01	27,70	161,02	302,01	14	1,53	25,37	88,59
PT13	93	8,08	27,77	14,61	309,95	12	1,78	25,37	88,59
PT14	44	50,53	34,16	4,74	98,61	3	8,75	20,52	97,62
PT15	58	52,91	43,36	13,46	111,64	3	11,23	20,53	97,65
PT16	50	56,76	78,98	315,91	73,46	5	12,25	20,29	96,85
PT17	63	43,24	92,03	257,66	60,02	2	35,69	20,27	98,76
PT18	171	54,35	83,15	156,78	67,16	5	12,95	20,53	97,64
PT19	52	42,78	83,05	0	105,94	2	32,15	20,49	96,54
PT20	104	51,89	75,38	56,18	75,62	3	19,34	26,89	71,71
Média	77,70	28,82	59,84	65,56	104,14	3,45	26,57	23,12	87,91

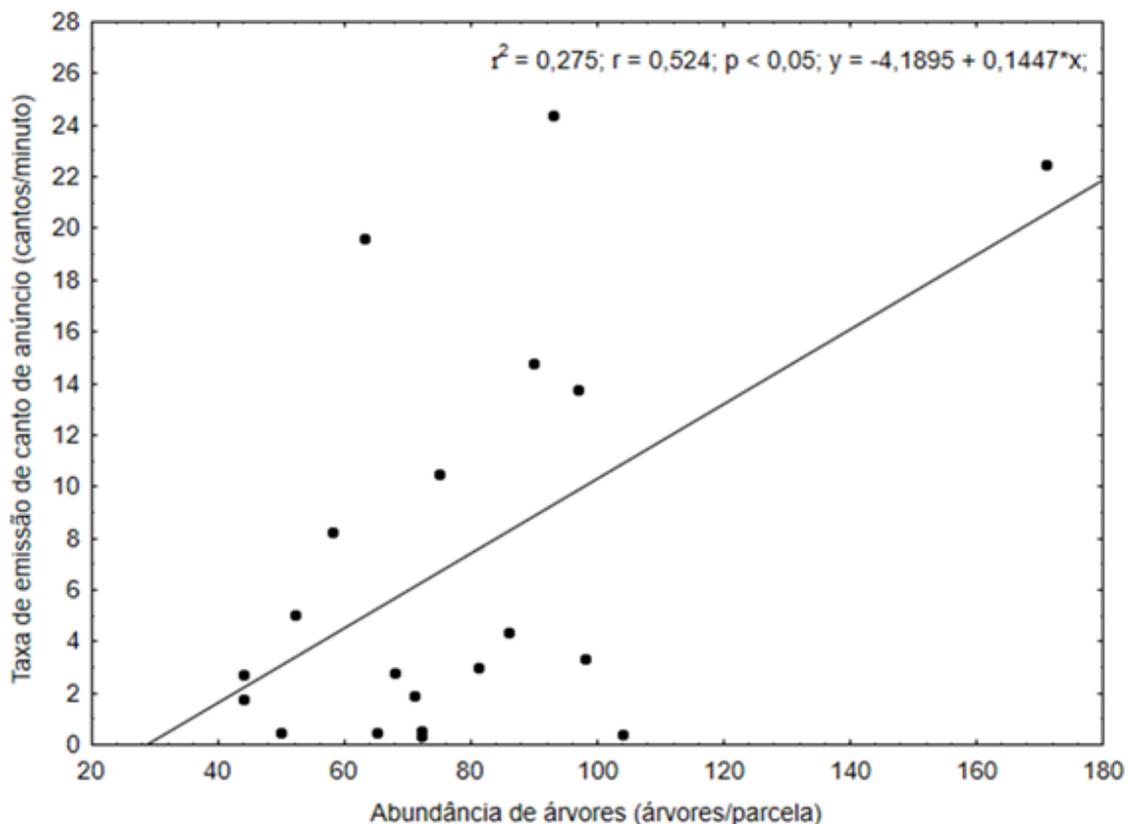


Figura 6. Relação entre a taxa de emissão de canto de anúncio e abundância de árvores por parcelas.

### *Influência da temperatura e umidade sobre a atividade acústica diária de machos de B. ternetzi*

A média e o desvio padrão da taxa de emissão de cantos de anúncio, ao longo do dia, de machos de *B. ternetzi*, a temperatura e a umidade relativa do ar estão representados na tabela 3. A atividade de vocalização de machos de *Barycholos ternetzi* variou, consideravelmente, ao longo do dia, uma vez que teve início às 17 horas e término às 6 horas (figura 7; tabelas 3 e 4). Neste período, a temperatura e a umidade relativa do ar variaram, respectivamente, de 20,02 a 26,55°C ( $X = 21,7 \pm 1,91$  °C) e de 74,91 a 96,65% ( $X = 91,54 \pm 6,63$  %).

Após as 17 horas, os machos de *B. ternetzi* aumentam a taxa de emissão de cantos de anúncio, com seu pico às 19:00, onde a taxa média de emissão foi de  $54,86 \pm 91,53$  cantos/minuto. Após as 20 horas, os machos reduzem gradualmente a sua atividade de vocalização, findando por volta das 6 horas. No período das 07:00 as 16:00, cuja a temperatura e a umidade relativa do ar variaram, respectivamente, de 20,07 a 27,72°C ( $X = 25,11 \pm 2,93$  °C) e de 74,07 a 96,95% ( $X = 82,8 \pm 9,1$  %), não foi observada atividade de

vocalização para os machos da espécie-alvo (figura 7). Adicionalmente, no período de 17 horas e término às 6 horas, foi observada uma relação significativamente positiva entre a taxa de emissão de cantos e temperatura e a umidade relativa do ar ( $r^2 = 0,113$ ;  $r^2$  ajustado = 0,103;  $F = 11,335$ ;  $p < 0,001$ ;  $\beta_{\text{temperatura}} = 0,419$ ;  $\beta_{\text{umidade}} = 0,412$ ).

Tabela 3. Médias e desvio padrão da taxa de cantos de anúncio, temperatura média e umidade média para cada hora analisada entre as 00:00 e 23:00.

<b>Horário</b>	<b>Taxa de Canto</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Umidade</b>
<b>00:00</b>	6,38±7,42	20,88±1,20	94,89±6,22
<b>01:00</b>	4,18±7,12	20,66±1,20	95,31±5,84
<b>02:00</b>	3,40±5,31	20,41±1,20	95,79±5,27
<b>03:00</b>	2,72±7,54	20,28±1,15	96,43±4,50
<b>04:00</b>	2,90±5,67	20,21±1,15	96,61±4,14
<b>05:00</b>	8,53±13,83	20,18±1,09	96,17±4,86
<b>06:00</b>	1,24±4,16	20,02±1,10	96,65±3,99
<b>07:00</b>	0,00±0,00	20,07±1,20	96,95±3,17
<b>08:00</b>	0,00±0,00	20,89±1,50	95,97±5,08
<b>09:00</b>	0,00±0,00	22,84±2,78	90,92±11,96
<b>10:00</b>	0,00±0,00	24,26±3,30	86,33±17,15
<b>11:00</b>	0,00±0,00	25,90±3,92	81,29±21,05
<b>12:00</b>	0,00±0,00	26,95±4,44	77,81±22,52
<b>13:00</b>	0,00±0,00	27,72±4,75	75,23±22,93
<b>14:00</b>	0,00±0,00	27,69±4,47	74,07±22,82
<b>15:00</b>	0,00±0,00	27,40±3,70	74,70±19,19
<b>16:00</b>	0,00±0,00	27,40±4,35	74,69±21,48
<b>17:00</b>	0,36±1,19	26,55±3,59	74,91±19,13
<b>18:00</b>	8,47±15,02	24,49±2,97	81,28±15,47
<b>19:00</b>	54,86±91,53	23,36±2,50	85,46±14,55
<b>20:00</b>	31,47±41,06	22,37±1,92	89,34±10,68
<b>21:00</b>	18,40±24,21	21,81±1,60	91,70±8,44
<b>22:00</b>	11,89±19,25	21,46±1,43	93,04±7,24
<b>23:00</b>	8,04±11,92	21,16±1,40	93,91±6,72

Tabela 4. Taxa de cantos de anúncio por minutos emitidos por machos de *B. ternetzi* a cada hora nos 21 pontos amostrados, estado de Goiás, Brasil.

Horário	PT1	PT2	PT3	PT4	PT5	PT6	PT7	PT8	PT9	PT10	PT11	PT12	PT13	PT14	PT15	PT16	PT17	PT18	PT19	PT20	PT21	Média
<b>00:00</b>	4,17	0,75	3,33	7,15	8,30	11,15	4,05	3,65	18,05	29,95	0,00	0,00	13,70	3,05	6,15	0,00	12,50	6,15	0,80	1,10	0,00	<b>6,38</b>
<b>01:00</b>	1,17	0,00	1,75	2,00	4,10	10,85	1,05	1,55	24,00	11,85	0,00	0,00	22,45	0,90	0,15	0,00	2,65	0,00	1,70	0,30	1,32	<b>4,18</b>
<b>02:00</b>	0,00	0,00	0,00	1,60	5,00	7,05	0,75	12,20	11,90	9,95	0,00	0,00	18,30	0,00	1,35	0,00	1,40	1,00	0,00	0,00	0,96	<b>3,40</b>
<b>03:00</b>	0,00	0,00	0,00	2,50	1,35	3,95	0,95	3,10	9,40	1,65	0,00	0,00	34,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>2,72</b>
<b>04:00</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,20	0,80	2,50	15,40	10,90	3,65	0,00	19,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>2,90</b>
<b>05:00</b>	0,00	2,33	0,00	1,20	5,80	5,50	0,00	9,40	12,65	20,45	2,75	0,00	16,80	6,40	20,15	2,00	61,75	5,50	5,80	0,00	0,68	<b>8,53</b>
<b>06:00</b>	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	18,90	0,00	0,00	2,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,24</b>
<b>07:00</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
<b>08:00</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
<b>09:00</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
<b>10:00</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
<b>11:00</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
<b>12:00</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
<b>13:00</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
<b>14:00</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
<b>15:00</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
<b>16:00</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>
<b>17:00</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,80	0,00	0,00	2,85	0,00	<b>0,36</b>
<b>18:00</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,25	7,65	1,50	5,35	1,20	0,00	0,00	31,20	7,85	7,55	3,00	58,90	35,30	5,25	6,90	0,00	<b>8,47</b>
<b>19:00</b>	0,00	13,83	0,00	19,55	16,00	52,00	16,20	28,55	109,80	86,00	6,80	0,00	27,70	28,80	91,60	0,00	150,45	408,40	84,70	8,90	2,88	<b>54,86</b>
<b>20:00</b>	4,00	7,33	0,00	7,95	16,05	56,80	21,80	2,80	71,95	65,30	17,75	7,75	159,65	12,85	49,60	2,40	106,20	31,80	12,00	6,00	0,80	<b>31,47</b>
<b>21:00</b>	1,50	10,25	0,00	13,15	7,05	37,95	19,70	5,90	32,20	29,60	3,15	1,45	99,05	0,90	13,05	2,20	50,90	45,60	4,55	5,55	2,60	<b>18,40</b>
<b>22:00</b>	1,38	4,00	0,00	5,70	0,95	25,45	21,20	7,40	16,90	31,35	7,30	1,90	85,95	2,70	7,60	0,00	18,50	3,55	6,10	1,75	0,00	<b>11,89</b>
<b>23:00</b>	0,75	3,67	2,50	5,95	8,10	26,25	10,70	1,80	27,60	32,60	0,00	0,00	37,70	2,80	1,45	0,00	2,60	2,45	0,90	0,95	0,00	<b>8,04</b>
<b>Média</b>	<b>0,58</b>	<b>1,76</b>	<b>0,32</b>	<b>2,78</b>	<b>3,03</b>	<b>10,48</b>	<b>4,37</b>	<b>3,35</b>	<b>14,80</b>	<b>13,78</b>	<b>1,89</b>	<b>0,46</b>	<b>24,37</b>	<b>2,76</b>	<b>8,28</b>	<b>0,50</b>	<b>19,61</b>	<b>22,49</b>	<b>5,08</b>	<b>1,43</b>	<b>0,39</b>	<b>6,79</b>

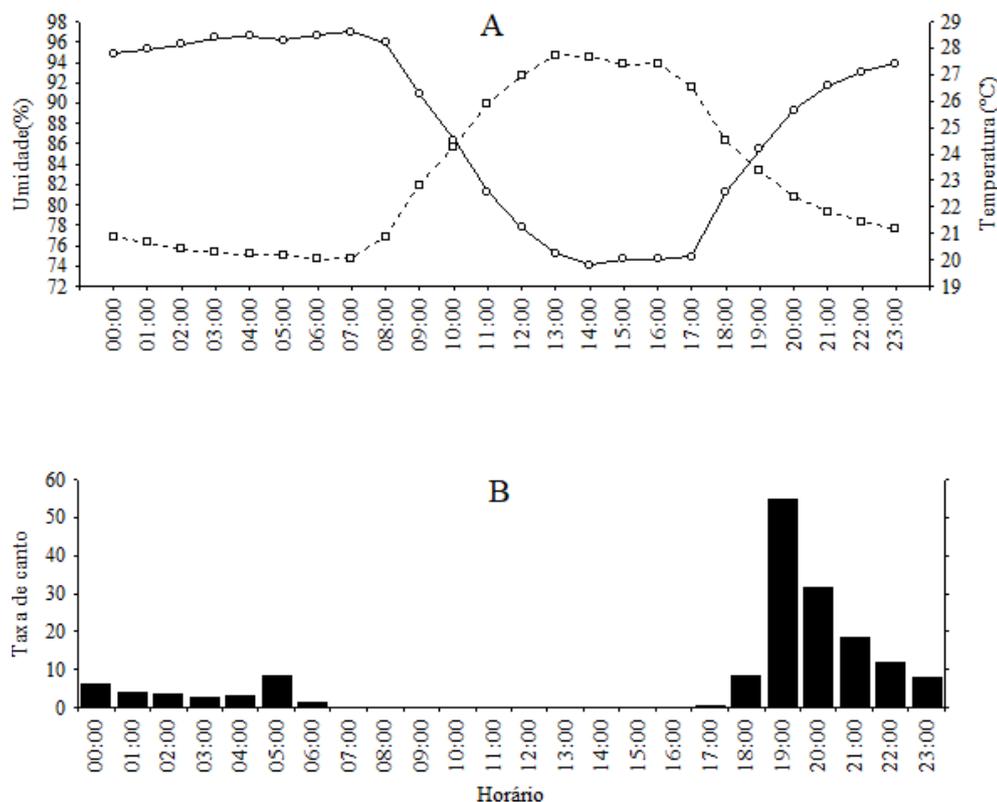


Figura 7. Valores diários de (A) temperatura (linha tracejada) e umidade relativa do ar (linha contínua); e (B) taxa de cantos emitidos por minuto (barras pretas) em fragmentos florestais distribuídos em municípios do Estado de Goiás, Brasil.

## Discussão

*Barycholos ternetzi* é uma espécie classificada como “pouco preocupante” (e.g., *Least Concern*) pela Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas do Brasil (MMA, 2018) e é amplamente distribuída pelo Cerrado (FROST, 2019); porém, mesmo assim, pouco é conhecido sobre sua história natural (i.e., BASTOS et al., 2003; LEMES et al., 2012). É provável que este cenário seja explicado pelo fato desta espécie ter preferência por habitats florestais, que no Cerrado, historicamente, é menos estudado do que os ambientes abertos (ver BRASILEIRO et al., 2005; MORAIS et al., 2011). Portanto, o presente estudo contribui para o preenchimento da lacuna de conhecimento a cerca da história natural de *B. ternetzi*, uma vez que, baseado em um enorme esforço de amostragem, foi possível descrever a atividade acústica desta espécie em diferentes fragmentos florestais.

Em adição, pela primeira vez ao nosso conhecimento, coletas foram realizadas em uma ampla escala geográfica, utilizando dispositivos de MAP, *dataloggers*, métodos de amostragem em fitossociologia e análises de métricas de paisagem para investigar as

variáveis (abióticas e/ou bióticas) que melhor explicam a distribuição espacial de machos de uma espécie de anuro do Cerrado, no caso *B. ternetzi*, assim como a sua atividade acústica. Este aspecto é particularmente importante, pois difere, consideravelmente, da tradicional abordagem (e.g., autoecológica) que é utilizada nos estudos de bioacústica do Brasil (e.g., TOLEDO e HADDAD, 2005; BASTOS et al., 2011; DIAS et al., 2017). Ainda, a abordagem utilizada neste estudo está alinhada a literatura recente (ver BERGER-TAL e SALTZ, 2016), uma vez que permite a integração de diferentes disciplinas (e.g., Bioacústica, Ecologia Comportamental, Ecologia de paisagem, biologia da conservação), possibilitando a obtenção de informações mais refinadas a respeito da atividade acústica das espécies de anuros do Cerrado.

Assim, dentre as variáveis analisadas, observou-se que a densidade de árvores é a variável que melhor explica a atividade acústica de machos de *B. ternetzi*, assim como a sua ocorrência em fragmentos florestais do Cerrado goiano. Neste sentido, observou-se uma relação positiva entre a taxa de emissão de cantos de anúncio (e.g., variável resposta) e a densidade de árvores (e.g., variável preditora), portanto, fragmentos com vegetação mais adensada apresentam as maiores taxas de emissão de cantos de anúncio. Neste caso, a taxa de emissão de canto, pode ser interpretada como uma medida indireta (e.g., *surrogate*) de abundância de indivíduos no fragmento, pois espera-se registrar elevada taxa de emissão de canto quando há nos fragmentos elevado número de indivíduos em atividade de vocalização.

Então, em fragmentos florestais com vegetação adensada é razoável pensar que as copas das árvores também são mais adensadas, o que impede a passagem dos raios solares e ventos mais intensos e, conseqüentemente, mantém microclima (e.g., temperatura e umidade relativa do ar) mais favorável à ocorrência dos anuros. Esta é uma questão importante, pois no Cerrado há o registro de elevada taxa de conversão de habitats (STRASSBURG et al., 2017), o que causa perda e fragmentação dos ambientes naturais, incluindo as formações florestais. Como os fragmentos podem ficar isolados e sofrer com eventos de fogo, extração ilegal de madeira e invasão por espécies exóticas (RAMBALDI e OLIVEIRA, 2003), as plantas nativas acabam morrendo, o que compromete o adensamento dos indivíduos, o fechamento do dossel e, conseqüentemente, o microclima favorável à ocorrência dos anuros.

Em termos de conservação de anfíbios, a relação descrita acima é relevante, pois no Cerrado, ao contrário dos resultados descritos por BECKER et al. (2007), as populações de espécies de anuros com desenvolvimento terrestre e com preferência por

ambientes florestais podem ser sensíveis a perda e a fragmentação de habitats. Cabe reforçar que este resultado pode subsidiar ou refinar as ações de conservação e manejo de espécies de anuros do Cerrado, como aquelas previstas no Plano de Ação Nacional para a Conservação das Espécies Ameaçadas da Ictiofauna, Herpetofauna e Primatas do Cerrado e Pantanal (disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/planos-de-acao/9552-plano-de-acao-nacional-para-a-conservacao-ictiofauna-herpetofauna-primatas-cerrado-e-pantanal>).

Prévios estudos, baseados em amostragens curtas e pontuais, descreveram a atividade acústica de algumas espécies de anuros do Cerrado (p.ex.: *Boana raniceps* – Guimarães e Bastos, 2003; *Scinax fuscomarginatus* – Toledo e Haddad, 2005). Diferentemente destes, o presente estudo, baseado em uma extensa amostragem, descreveu o padrão de atividade acústica de *B. ternetzi* ao longo do dia e constatou que machos desta espécie permanecem ativos, predominantemente, no período noturno. Este comportamento, como sugerido por Colli et al. (2002), representa uma importante estratégia para evitar a dissecação que várias das espécies de anuros do Cerrado adotam. Assim, permanecer ativo durante o período noturno faz com que os indivíduos experimentem temperatura mais amena do que aquelas registradas durante o dia.

Isto é reforçado pelo fato de termos observado que a atividade acústica de machos de *B. ternetzi* é influenciada pela temperatura e umidade relativa do ar. Então, no período das 17:00 as 06:00, quanto maior a temperatura e a umidade relativa do ar, maior foi a taxa de emissão de cantos observada. Este padrão é esperado, uma vez que os anfíbios são animais cuja temperatura corporal e, conseqüentemente, o seu metabolismo dependem da temperatura do meio externo (WELLS, 2007).

Finalmente, através de uma abordagem inovadora, os resultados descritos neste estudo estendem o nosso conhecimento acerca dos aspectos de história natural da anurofauna do Cerrado. Particularmente, estes achados são relevantes, pois, ao considerar espécies que possuem desenvolvimento terrestre e preferência por ambientes florestais do Cerrado, é possível preencher uma lacuna de conhecimento em relação a um grupo de espécies que, historicamente, tem recebido pouca atenção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASTOS, R. P.; ALCANTARA, M. B. DE; MORAIS, A.R. ; LINGNAU, R. ; SIGNORELLI, L. . Vocal behavior and conspecific call response in *Scinax centralis* (Anura, Hylidae).. **Herpetological Journal**, v. 21, p. 43-50, 2011
- BASTOS, R. P.; MOTTA, J. A. O.; LIMA, L. P.; GUIMARÃES, L. D. A. Anfíbios da Floresta Nacional de Silvânia, Estados de Goiás. Goiânia: R.P. BASTOS,. v. 1. p. 82, 2003.
- BECKER, C. G.; FONSECA, C. R.; HADDAD, C. F. B. Habitat Split and the Global Decline of Amphibians. *Science*, v. 318, p. 1775-1777, 2007.
- BERGER-TAL, O.; SALTZ, D. Conservation behavior: applying behavioral ecology to wildlife conservation and management. Cambridge University Press, pp. 402, 2016.
- BRASILEIRO, C. A.; SAWAYA, R. J. ; KIEFER, M. C. ; MARTINS, Marcio . Amphibians of the Cerrado of Itirapina Ecological Station, Southeastern Brazil. **Biota Neotropica** (Ed. Portuguesa), v. 5, p. 1-17, 2005.
- BRASILEIRO, C. A.; SAWAYA, R. J.; KIEFER, M. C.; MARTINS, M. Amphibians of the Cerrado of Itirapina Ecological Station, Southeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 5, p. 1-17, 2005.
- CARAMASCHI, U.; POMBAL Jr., J.P. *Barycholos savagei*: a junior synonym of *Paludicola ternetzi*, with notes on development. **Journal of Herpetology**, v.35, p.357-360, 2001.
- COLAFRANCESCO, K. C.; GRIDI-PAPP, M. 2016 Vocal Sound Production and Acoustic Communication in Amphibians and Reptiles. In: SUTHERS R., FITCH W., FAY R., POPPER A. (Eds) **Vertebrate Sound Production and Acoustic Communication**. Springer Handbook of Auditory Research, Springer. v. 53.
- COLLI, G.R., BASTOS, R.P., ARAÚJO, A.F.B. The character and dynamics of the Cerrado Herpetofauna. In: OLIVEIRA, P.S., MARQUIS, R.J., (Eds.), **The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna**, New York, USA, Columbia University Press, p. 233–241, 2002.
- DEPRAETERE, M.; PAVOINE, S.; JIGUET, F.; GASC, A.; DUVAIL, S.; SUEUR, J. Monitoring animal diversity using acoustic indices: Implementation in a temperate woodland. **Ecological Indicators**, v. 13, p. 46-54, 2012.
- DIAS, TAILISE MARQUES ; PRADO, CYNTHIA P. A. ; BASTOS, R. P. Nightly calling patterns in a Neotropical gladiator frog. **Acta Ethologica**, v. 20, p. 207-214, 2017.
- DINIZ-FILHO, J.A.F., BASTOS, R.P., RANGEL, T.F.L.V.B., BINI, L.M., CARVALHO, P. & SILVA, R.J. Macroecological correlates and spatial patterns of anuran description dates in the Brazilian Cerrado. *Global Ecol. Biogeogr*, v 14, p. 469-477, 2005.

FARDELL, L.; VALDEZ, J.; KLOP-TOKER, K.; STOCKWELL, M.; CLULOW, S.; CLULOW, J.; MAHONY, M. 2018. Effects of Vegetation Density on Habitat Suitability for the Endangered Green and Golden Bell Frog, *Litoria aurea*. **Herpetological Conservation and Biology**, v. 13, p. 47–57, 2018

FERREIRA, A. S.; JEHLE, R.; STOW, A. J.; LIMA, A. P. Soil and forest structure predicts large-scale patterns of occurrence and local abundance of a widespread Amazonian frog. **PeerJ**, v. 6, p. 26, 2018.

FROST, D. R. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0. Electronic Data base accessible at: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA, 2019.

GERHARDT, H. C; HUBER, F. Acoustic Communication in Insects and Anurans: common problems and diverse solutions. **The University of Chicago press**, Chicago, p. 531, 2002.

GOYANNES-ARAÚJO, P.; SIQUEIRA, C.C.; LAIA, R.C.; ALMEIDA-SANTOS, M.; GUEDES, D.M. & ROCHA, C.F.D. Anuran species distribution along an elevational gradient and seasonal comparisons of leaf litter frogs in an Atlantic Rainforest area of southeastern Brazil. **Herpetological Journal**, v. 25, p.75-81, 2015.

GUERRA, V.; MORAIS, A.R. ; Gambale, P.G. ; LLUSIA, D. ; MARQUEZ, R. ; BASTOS, R. P. . The advertisement calls of Brazilian anurans: Historical review, current knowledge and future directions. **Plos One** , v. 13, p. e0191691, 2018.

GUIMARÃES, L. D. A. ; BASTOS, R. P. . VOCALIZAÇÕES E INTERAÇÕES ACÚSTICAS EM *Hyla raniceps* (ANURA, HYLIDAE) DURANTE A ATIVIDADE REPRODUTIVA. **Iheringia**. Série Zoologia, Porto Alegre, v. 90, p. 149-158, 2003.

GURURAJA, K.V. **Effect of habitat fragmentation on distribution and ecology of Anurans in Central Western Ghats**. (Tese de PhD) Kuvempu University, Shankaraghatta, 2002.

HADDAD, C. F. B.; TOLEDO, L. F.; PRADO, C. P. A. 2008. **Anfibios da Mata Atlântica: Guia dos anfíbios anuros da Mata Atlântica: Guide for the Atlantic forest anurans**. São Paulo, SP: Editora Neotropica.

HADDAD, C. F. B.; PRADO, C.P.A. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic Forest of Brazil. **Bioscience**, v. 55, p. 207-217, 2005.

HANSEN, M. C.; POTAPOV, P. V.; MOORE, R; HANCHER, M.; TURUBANOVA, S. A.; TYUKAVINA, A.; THAU, D.; STEHMAN, S. V.; GOETZ, S. J.; LOVELAND, T. R.; KOMMAREDDY, A.; EGOROV, A.; CHINI, L.; JUSTICE, C. O.; TOWNSHEND, J. R. G. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*, v. 342, p. 850-853, 2013.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2018. Livro Vermelho da Fauna Brasileira. Ameaçada de Extinção. Brasília: ICMBio. 4162 p.

KEELY, C. C.; HALE, J. M.; HEARD, G. W.; PARRIS, K. M.; SUMNER, J., HAMER, A. J.; MELVILLE, J. Genetic structure and diversity of the endangered growling grass frog in a rapidly urbanizing region. **Royal Society Open Science**, v.2, n.8, p.140255, 2015.

KÖHLER, J; JANSEN, M; RODRÍGUEZ, A; KOK, P. J. R; TOLEDO, L. F; EMMRICH, M; GLAW, F; HADDAD, C. F. B; RÖDEL, M. O; VENCES, M. The use of bioacoustics in anuran taxonomy: theory, terminology, methods and recommendations for best practice. **Zootaxa**, v. 4251, p. 001-124. 2017

LAILOLO, P., VÖGELI, M., SERRANO, D., TELLA, J.L. Song diversity predicts the viability of fragmented bird populations. **Plos-One** v.3, p.1822, 2008.

LEMES, P.; TESSAROLO, G.; MORAIS, A. R.; BASTOS, R. P. Acoustic Repertoire of *Barycholos ternetzi* (Anura: Strabomantidae) in Central Brazil. *South American Journal of Herpetology (Impresso)* , v.7, p.157-164, 2012.

LEWINSOHN, T.M.O. Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira. MMA, v. 1 e 2. Brasília, 2006.

LLUSIA, D., MÁRQUEZ, R., BOWKER, R. (2011): Terrestrial sound monitoring systems, a methodology for quantitative calibration. **Bioacoustics** v. 20, 277-286.

MARTINS L. B.; SILVA W. R.; GIARETTA A. A. Distribution and calls of two South American frogs (Anura). **Salamandra**, v. 45, p. 106–109, 2009.

MEIRA NETO, J. A. A.; MARTINS, F. R. Composição florística de uma Floresta Estacional Semidecidual Montana no município de Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v.26, p.437-446, 2002.

MORAIS, A. R.; GAMBALE, P. G. ; GUIMARÃES, L. D. ; KOPP K ; SIGNORELLI, L. ; VAZ-SILVA, W. ; RAMOS, J. ; NOMURA, F. ; BASTOS R, P . Anfíbios anuros associados a corpos da água do sudoeste do estado de Goiás. **Biota Neotropica**, v. 11, p. 1-9, 2011.

MUELLER-BOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. Aims and methods of vegetation ecology. **John Wiley**, p.547, 1974.

NISHIKAWA, K. 2017 Species Diversity of Japanese Amphibians: Recent Progress and Future Prospects of Systematic Studies. In: MOTOKAWA M., KAJIHARA H. (Eds) **Species Diversity of Animals in Japan. Diversity and Commonality in Animals**. Springer, Tokyo

ODA, F.H., BASTOS, R.P. & LIMA, M.A.C.S. Anuran assemblage in the Cerrado of Niquelândia, Goiás State, Brazil: diversity, local distribution and seasonality. **Biota Neotrop**, v. 9, 2009.

OLIVEIRA, JC, E. PRALON, L. COCO, RV. PAGOTTO E CF.D. ROCHA. The environmental humidity and litter depth affect the ecological parameters of a community of leaf anurans Atlantic Forest Area. **Jornal de História Natural**, v. 47, p. 1–10, 2013.

PENNA, M.; GORMAZ, J.; NARINS, P. When signal meets noise: immunity of the frog ear to interference. **Naturwissenschaften**, v. 96, p. 835-843, 2009..

PIKACHA, P., MORRISON, C., FILARDI, C. E. & LEUNG, L. Factors affecting frog species richness in the Solomon Islands. **Pacific Conserv. Biol**, v. 23, p. 387–398, 2017.

PORTER, J. H.; NAGY, E.; KRATZ, T. K.; HANSON, P.; COLLINS, S. L.; ARZBERGER, P. New Eyes on the World: Advanced Sensors for Ecology. **BioScience**, v. 59, p. 385-397, 2009.

RAKOTONIRINA, H. ; KAPPELER, P. M. ; FICHTEL, C. The role of acoustic signals for species recognition in redfronted lemurs (*Eulemur rufifrons*). **BMC Evolutionary Biology**, v.16, 2016.

RAMBALDI, D. M; OLIVEIRA, D. A. S. 2003. **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a Biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. MMA/SBF, Brasília.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In SANO, S. M.; ALMEIDA, S.P. e RIBEIRO, J. F. (Eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa Cerrados, Planaltina. p.151 -212, 2008.

SALVADOR M. A.; DE BRITO J. I. B. Trend of annual temperature and frequency of extreme events in the MATOPIBA region of Brazil. **Theor Appl Climatol**, v. 133, p. 253–261, 2018.

SÁNCHEZ-GENDRIZ, I.; PADOVESE L.R. A methodology for analyzing biological choruses from long-term passive acoustic monitoring in natural areas. **Ecological Informatics**, v.41, p. 1–10, 2017.

SILVA, F.A.M.; ASSAD, E.D.; STEINKE, E.T.; MULLER, A.G. Clima do bioma cerrado. In: ALBUQUERQUE, A.C.S., SILVA, A.G. (Eds.). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, v. 2, p. 93–148, 2008.

STRASSBURG, B. B. N. ; BROOKS, T. ; FELTRAN-BARBIERI, R. ; IRIBAREM, A. ; CROUZEILLES, R. ; LOYOLA, RAFAEL ; LATAWIEC, A. ; OLIVEIRA, F. ; SCARAMUZZA, C. A. M. ; SCARANO, F. R. ; SOARES-FILHO, B. ; BALMFORD, A. . Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, p. 0099, 2017.

TOLEDO, L. F.; HADDAD, C. F. B. . Acoustic repertoire and calling site of *Scinax fuscomarginatus* (Anura, Hylidae). *Journal of Herpetology*, v. 39, n.3, p. 455-464, 2005.

TOLEDO, L.F., MARTINS, I.A., BRUSCHI, D.P., PASSOS, M.A., ALEXANDRE, C. & HADDAD, C.F.B. The anuran calling repertoire in the light of social context. **Acta Ethologica**, v. 18, p. 87–99, 2015.

VALDUJO, P. H.; SILVANO, D. L.; COLLI, G.; MARTINS, M. Anuran Species Composition and Distribution Patterns in Brazilian Cerrado, a Neotropical Hotspot. **South American J. of Herpetology**, v. 7, p. 63-78, 2012.

VALLEJO, L.R., FONSECA, C.L. & GONÇALVES, D.R.P. 1987. Estudo comparativo da mesofauna do solo entre áreas de *Eucaliptus citriodora* e mata secundária heterogênea. **Bras. Biol.**, v. 47, p. 363-370, 1987.

VAN SLUYS, M.; VRCIBRADIC, D., ALVES, M.A.S., BERGALLO, H.G. & ROCHA, C.F.D. Ecological parameters of the leaf-litter frog community of an Atlantic rainforest area at Ilha Grande, Rio de Janeiro state, Brazil. **Australian Ecology**, v. 32: p. 254-260, 2007.

WELLS, K.D. **The ecology and behavior of amphibians**. Chicago, University Chicago Press, p. 1148, 2007.

WONG, B. B. M.; Cowling, A. N. N. Cunningham RB, Donnelly CF, Cooper PD (2004) Do temperature and social environment interact to affect call rate in frogs (*Crinia signifera*)? **Aust Ecol**, v. 29, p. 209–214, 2004.