



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE ANIMAL

**Comportamento de vocalização de machos de *Hypsiboas goianus* (Lutz, 1968)
(Anura; Hylidae): variabilidade acústica ao longo de estações reprodutivas e
resposta a indivíduos coespecíficos**

Tainã Lucas Andreani

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Goiás, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Biodiversidade Animal.

**Goiânia - Goiás
Abril, 2017**

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **Dissertação** **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

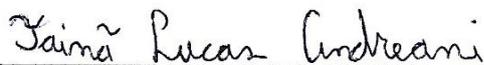
Nome completo do autor: Tainã Lucas Andreani

Título do trabalho: Comportamento de vocalização de machos de *Hypsiboas goianus* (Lutz,1968) (Anura; Hylidae): variabilidade acústica ao longo de estações reprodutivas e resposta a indivíduos coespecíficos

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.



Assinatura do (a) autor (a) ²

Data: 19 /04 /2017

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

²A assinatura deve ser escaneada.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE ANIMAL

**Comportamento de vocalização de machos de *Hypsiboas goianus* (Lutz,1968)
(Anura; Hylidae): variabilidade acústica ao longo de estações reprodutivas e
resposta a indivíduos coespecíficos**

Tainã Lucas Andreani

Orientador: Dr. Alessandro Ribeiro de Morais

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Goiás, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Biodiversidade Animal.

**Goiânia - Goiás
Abril, 2017**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Andreani, Tainã Lucas

Comportamento de vocalização de machos de *Hypsiboas goianus* (Lutz, 1968) (Anura; Hylidae): variabilidade acústica ao longo de estações reprodutivas e resposta a indivíduos coespecíficos [manuscrito] / Tainã Lucas Andreani. - 2017.

LXXIII, 73 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Ribeiro de Moraes.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas (ICB), Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, Goiânia, 2017.

Inclui gráfico, tabelas, lista de figuras.

1. Variação Temporal. 2. Competição intraespecífica. 3. Playbacks. 4. Bioma Cerrado. I. Moraes, Alessandro Ribeiro de, orient. II. Título.

CDU 591.5



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS - UFG
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - ICB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE ANIMAL

ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE Nº 10

Aos treze dias do mês de março de dois mil e dezessete (13/03/2017), às quatorze horas (14h), no Auditório do ICB V, reuniram-se os componentes da banca examinadora: **Prof. Dr. Alessandro Ribeiro de Moraes - IF Goiano; Prof. Dr. Rogério Pereira Bastos - ICB/UFG; e Profa. Dra. Priscilla Guedes Gambale - UEMS**; para, em sessão pública presidida pelo primeiro examinador citado, procederem à avaliação da defesa de dissertação intitulada: **"Comportamento de vocalização de machos de *Hypsiboas goianus* (Lutz, 1968) (Anura; Hylidae): variabilidade acústica ao longo de estações reprodutivas e resposta a indivíduos coespecíficos"**, em nível de mestrado, área de concentração em Biodiversidade Animal, de autoria de **Tainã Lucas Andreani**, discente do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal da Universidade Federal de Goiás. A sessão foi aberta pelo presidente, que fez a apresentação formal dos membros da banca. A palavra, a seguir, foi concedida à(o) autor(a) da dissertação que, em cerca de 30 minutos, procedeu à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu à(o) examinada(o), tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da dissertação. Tendo-se em vista o que consta na Resolução nº 1239 de 14 de fevereiro de 2014, do Conselho de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura (CEPEC), que regulamenta o Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, a dissertação foi Aprovada, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de Mestre em Biodiversidade Animal pela Universidade Federal de Goiás. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega da versão definitiva da dissertação na secretaria do

programa, com as devidas correções sugeridas pela banca examinadora, no prazo de trinta dias a contar da data da defesa. Cumpridas as formalidades de pauta, às 16 h e 40 min., encerrou-se a sessão de defesa e, para constar, eu, Suely Ana Ribeiro, secretária executiva da Universidade Federal de Goiás - UFG, lavrei a presente ata que, após lida e aprovada, será assinada pelos membros da banca examinadora em três vias de igual teor.


Prof. Dr. Alessandro Ribeiro de Moraes

Presidente da Banca

IF Goiano


Prof. Dr. Rogério Pereira Bastos
ICB/UFG


Profa. Dra. Priscilla Guedes Gambale
UEMS

À minha família e amigos!

AGRADECIMENTOS

À minha família por todo o apoio, compreensão e o amor presentes, em especial para Eneleide Fátima Bernardi Andreani (Mãe) e Jaime Francisco Andreani (Pai) e aos moradores da chácara.

Aos amigos, a todos eles, que iluminam nossa existência e facilitam nosso cotidiano; trazendo, cada um à sua maneira, uma alegria e um aprendizado novo.

À Camile Alves Ghanem, pelo carinho, pela cumplicidade e pelo amor.

Ao Professor Dr. Alessandro, pela orientação em diversos momentos e acima de tudo pela atenção e pela amizade.

À Krisley Oliveira e Loudineia dos Santos pelo espaço na república e por indicarem as coordenadas na capital.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa.

SUMÁRIO

Resumo	09
Abstract	10
Introdução Geral	11
Espécie Estudada	13
Local de Estudo	13
Referencias	14
Legendas da Figura	18
Figura	19
Capítulo 1 - Variação temporal nos cantos de anúncio e agressivos de um hilídeo neotropical (<i>Hypsiboas goianus</i>): uma análise ao longo de estações reprodutivas	20
Resumo	21
Abstract	22
Introdução	23
Materiais e Métodos	25
Resultados	29
Discussão	31
Referências	36
Tabelas	44
Legendas das Figuras	49
Figuras	50
Capítulo 2 - Plasticidade acústica em <i>Hypsiboas goianus</i> (Anura, Hylidae): como os machos respondem após sucessivas interações com competidores coespecíficos	54
Resumo	55
Abstract	56

Introdução	57
Materiais e Métodos	59
Resultados	62
Discussão	63
Referências	65
Tabela	71
Legenda da Figura	72
Figura	73

Resumo

Na estação reprodutiva, os anuros se aglomeram em sítios onde formam assembléias de vocalização. Diferentes contextos sociais ocorrem nessas ocasiões, onde os machos modificam ativamente seus comportamentos entre atrair fêmeas e defender seus territórios e recursos. Por exercerem grande importância para as interações sociais de anuros, suas vocalizações apresentam uma ferramenta para estudos envolvendo seleção sexual e interações agressivas. Dessa forma, o presente trabalho objetivou avaliar a variação temporal dos cantos de anúncio e agressivos de *Hypsiboas goianus* ao longo de 10 estações reprodutivas que perfazem 18 anos de intervalo temporal em uma população e a resposta acústica de machos focais em seguidas interações a um competidor coespecífico. As gravações foram realizadas na Floresta Nacional de Silvânia, município de Silvânia, Goiás, Brasil. Para a análise temporal, foram analisados, no máximo, cinco cantos de anúncio e cinco cantos agressivos de cada indivíduo. Foram extraídos parâmetros temporais (duração do canto, número e duração de pulsos, taxa de repetição de cantos e de pulsos) e um parâmetro espectral (frequência dominante). Para as análises das interações competitivas, as taxas de repetição dos cantos de anúncio, agressivos e total foram consideradas em repostas a cantos coespecíficos de anúncio ofertados em 10 períodos de *playback*. Os parâmetros acústicos não diferiram dentro do intervalo de tempo analisado. Os indivíduos alteraram seu comportamento acústico com a simulação da chegada de um novo competidor durante as primeiras interações com o *playback* (*playback 1* e *2*), posteriormente voltando a emitir taxas de repetição de cantos similares à aquelas observadas no período *pre-playback*.

Palavras-chave: Variação temporal, competição intraespecífica, *playbacks*, bioma Cerrado.

Abstract

During the reproductive season, the anurans crowd in sites where they can constitute vocalization assemblies. Different social contexts occur during these occasions, where the male individuals modify actively their behavior between attracting the female individuals and defending their territory and resources. Of huge importance for the social interaction of anurans, their vocalization acts as a tool for studies about sexual selection and aggressive interactions. Thereby, we aimed to evaluate the temporal variation of the advertisement and aggressive calls of *Hypsiboas goianus* over the course of 10 reproductive seasons that amount 18 years of time-lapse in a population and the acoustic answer of focal males in repeated interactions with conspecific competitors. The records were performed in Floresta Nacional de Silvânia, city of Silvânia, Goiás, Brazil. For temporal analysis, five advertisement calls and five aggressive calls – at most – of each individual were analyzed. Temporal parameters (duration of call, number and duration of pulses, call and pulse repetition rate) and a spectral parameter (dominant frequency) were extracted. To analyze the competitive interactions, the repetition rates of the advertisement, aggressive and total calls were considered as a response to the conspecific advertisement calls offered in 10 periods of *playback*. The acoustic parameters do not diverge inside the temporal lapse that was analyzed. The individuals modified their acoustic behavior with the simulation of the arrival of a new competitor during the first interactions with the *playback* (*playback 1 e 2*), afterward, the repetition rates of calls were similar to those observed in the *pre-playback* period were, once again, emitted.

Keywords: Temporal variation, intraspecific competition, *playbacks*, Cerrado biome.

Introdução Geral

Os anuros exibem uma diversidade impressionante de comportamentos sociais, reprodutivos e de comunicação (Wells, 2007), sendo a emissão de estímulos sonoros uma ferramenta importante em diferentes contextos, tais como: reconhecimento específico (Wells, 2007) e individual (Wagner, 1992), a atração de parceiros reprodutivos (Ryan, 1988) e a resolução de competições coespecíficas (Bee et al., 2013). A comunicação intraespecífica, dessa forma, afeta criticamente o sucesso reprodutivo dos indivíduos emissor e receptor (Gerhardt & Huber, 2002).

Sabe-se que anuros emitem diferentes tipos de vocalizações em diferentes contextos sociais (Wells, 1977). A capacidade de alterar o comportamento vocal de acordo com o contexto social evoluiu como mecanismo que possibilitou superar a competição acústica intra-sexual (Dyson & Passmore, 1992). Entre as formas de cantos utilizadas por anuros, as vocalizações de anúncio e agressivas são as mais estudadas atualmente. Enquanto os cantos de anúncio são utilizados para subsidiar as fêmeas no processo de escolha de parceiros reprodutivos (Ryan, 1988), os cantos agressivos são emitidos em resposta a indivíduos coespecíficos durante os encontros agonísticos (Bee et al., 2013), sendo tal comportamento compreendido como uma forma de revelar assimetrias na capacidade de luta entre os competidores, resultando em diferentes tomadas de ações conforme predito pela teoria dos jogos (Parker, 1974). Em muitas espécies, as interações acústicas entre machos competidores apresentam-se de forma escalonada, no qual os machos primeiramente permutam cantos de anúncio, aumentando progressivamente os seus esforços de vocalização e a sobreposição dos cantos (Reichert & Gerhardt, 2011). Algumas interações terminam nesse estágio, enquanto outras se intensificam para a emissão mútua de cantos agressivos, e aquelas

interações não resolvidas nessa fase se intensificam para o combate físico (Reichert & Gerhardt, 2011).

Segundo Gerhardt (1991) a seleção sexual baseada em parâmetros acústicos pode torná-los dinâmicos (com uma grande variabilidade intraindividual) ou estáticos (com pequena variabilidade intraindividual). Os parâmetros se tornam estáticos quando estão sujeitos a seleção sexual estabilizadora ou fracamente direcional, com a escolha das fêmeas ocorrendo em valores próximos à média populacional (Gerhardt, 1991). Em contrapartida, parâmetros acústicos se tornam dinâmicos quando estão sujeitos à seleção altamente direcional, neste caso, a escolha das fêmeas se dá por valores distantes da média da população (Gerhardt, 1991).

Estes aspectos fazem dos anfíbios anuros bons modelos para testar hipóteses envolvendo seleção sexual (Ryan & Rand, 2003), reconhecimento individual (Bee et al., 2001) e competição intra e interespecífica (Dyson & Passmore, 1992; Bosch & Márquez, 2000). Adicionalmente, os sinais acústicos emitidos por anuros representam uma importante ferramenta para resolver questões taxonômicas, uma vez que as vocalizações são espécie-específicas (Pombal & Bastos, 2003).

Tendo em vista a importância das vocalizações para as interações sociais de anuros e visando contribuir com as recentes descobertas a respeito do comportamento acústico de *Hypsiboas goianus* (Lutz, 1968), o presente trabalho visou responder as duas perguntas:

- 1) Os cantos de anúncio e agressivos de machos de *H. goianus* variam ao longo de 18 estações reprodutivas? Para ambos os cantos espera-se que os parâmetros espectrais (*i.e.* frequência dominante) apresentem menor variação ao longo das estações reprodutivas, enquanto os parâmetros temporais, como

duração do canto, número de pulsos, entre outros, apresentem uma maior variação ao longo dos anos amostrados.

- 2) Após sucessivas interações, machos de *H.goianus* reduzem suas respostas agressivas junto a um competidor coespecífico? Espera-se que machos focais intensifiquem seu comportamento agressivo com a chegada de um novo competidor, porém reduzem-no após sucessivas interações acústicas.

Espécie estudada

H. goianus é uma espécie de hilídeo endêmica do Cerrado com sua distribuição restrita aos estados de Goiás, Distrito Federal e Minas Gerais (Frost, 2016) e se encontra atualmente no clado *Hypsiboas polytaenius*, que por sua vez pertence ao grupo *Hypsiboas pulchellus* (Faivovich et al., 2009). Em *H.goianus*, os indivíduos apresentam atividade reprodutiva prolongada (*sensu* Wells, 1977), no qual os machos utilizam gramíneas e arbustos como sítios de vocalização (Bastos et al., 2003). Em sítios reprodutivos, sobre diferentes contextos sociais, os machos podem emitir diferentes tipos de vocalizações, como: canto de anúncio, canto agressivo curto, canto agressivo longo e canto de soltura (Guimarães et al., 2001; Menin et al., 2004; Dias et al., 2014, Signorelli et al., 2016).

Local de estudo

As gravações foram realizadas em uma mesma população de *H.goianus* na Floresta Nacional (FLONA) de Silvânia, localizada no município de Silvânia, estado de Goiás (Figura 1). Os indivíduos amostrados estavam vocalizando abrigados em arbustos e gramíneas em uma mata de galeria.

A área destinada à proteção foi estabelecida pela Lei Federal nº 612 de 13 de janeiro de 1949 como Horto Florestal. Entre os anos de 1967 e 1989 a área passou a ser

destinada a estudos envolvendo plantas e animais exóticos, sob a denominação de Estação Florestal de Experimentação (EFLEX). Resquícios do manejo do parque como unidade de experimentação se encontram presentes até os dias atuais, podendo ser encontradas áreas com florestas de eucaliptos. Somente em 2001 a EFLEX foi elevada à categoria de Floresta Nacional, através da Portaria IBAMA nº 247, de 18 de julho de 2001 e a mudança trouxe consigo novas perspectivas para utilização da área, incentivando a educação ambiental, pesquisa científica e desenvolvimento de novas tecnologias (ICMBIO,2017). Atualmente, 486,37 hectares são protegidos pela unidade de proteção que está caracterizada como unidade de uso sustentável. A maior parte da vegetação encontrada no interior da unidade de preservação é caracterizada como pertencente ao bioma Cerrado, podendo ser encontrado as fitofisionomias de cerrado *strictus senso*, campos sujos e matas de galeria (Francener et al., 2012).

Referências

Bastos, R.P.; Bueno, M.A.F.; Dutra, S.L. & Lima, L.P. 2003. Padrão de Vocalização de Anúncio em Espécies de Hylidae (anura) do Brasil Central. *Comunicações do Museu Ciências e Tecnologia* **16**, 39–51.

Bee, M.A., Kozich, C.E., Blackwell, K.J. & Gerhardt, H.C. 2001. Individual Variation in Advertisement Calls of Territorial Male Green Frogs, *Rana clamitans*: Implications for Individual Discrimination. *Ethology* **107**, 65–84.

Bee, M.; Suyesh, R. & Biju, S.D. 2013. Vocal Behavior of the Ponmudi Bush Frog (*Raorchestes graminirupes*): Repertoire and Individual Variation. *Herpetologica*, **69**(1), 22–35.

Bosch, J. & Marquez, R. 2000. Acoustical Interference in the Advertisement Calls of the Midwife Toads (*Alytes obstetricans* and *Alytes cisternasii*). *Behaviour* **137**(2), 249-263.

Dias, T.M.; Bastos, R.P.; Siqueira, M.N. & Morais, A.R. 2014. The Release Call of *Hypsiboas goianus* (B. Lutz, 1968) (Anura: Hylidae) from Central Brazil. *Herpetol Notes* **7**, 215–217.

Dyson, M.L. & Passmore, N.I. 1992. Inter-male spacing and aggression in African Painted Reed frogs, *Hyperolius marmoratus*. *Ethology* **91**, 237–247.

Faivovich, J.; Haddad, C.F.B.; Garcia, P.C.A.; Frost, D.R.; Campbell, J.A. & Wheeler, W.C. 2009. Systematic Review of the Frog Family Hylidae, with Special Reference to Hylinae: Phylogenetic Analysis and Taxonomic Revision. *Bam Mus Nat Hist* **294**, 1-240.

Francener, A.; Hall, C.F.; Junior, E.D.P. & Araújo, W.S. 2012. Flora Fanerogâmica da Floresta Nacional de Silvânia, Goiás, Brasil. *Enciclopédia Biosfera* **8**(14) 1263- 1277.

Frost, D.R. 2016. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0. Acessado em 24/01/2016. Disponível em: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.

Gerhardt, H. C. 1991. Female Mate Choice in Tree Frogs: Static and Dynamic Acoustic Criteria. *Anim. Behav* **42**, 615—635.

Gerhardt, H. C. & Huber, F. 2002. *Acoustic Communication in Insects and Anurans*. The University of Chicago Press, Chicago, IL.

Guimarães, L.D.; Lima, L.P.; Juliano, R.F. & Bastos, R.P. 2001. Vocalizações de espécies de anuros (Amphibia) no Brasil Central. *Boletim do Museu Nacional, Série Zoologia* **474**, 1-14.

ICMBIO. 2017. Floresta Nacional de Silvânia. Acessado em: 02/02/2017. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/visitacao1/unidades-abertas-a-visitacao/4039-floresta-de-silvania>. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade.

Menin, M.; Silva, R.A. & Giaretta, A.A. 2004. Reproductive Biology of *Hyla goiana* (Anura, Hylidae). *Iheringia, Série Zoologia* **94**(1), 49-52.

Parker, G.A. 1974. Assessment Strategy and the Evolution of Fighting Behaviour. *J Theor Biol* **47**, 223-243.

Pombal, J.P. & Bastos, R.P. 2003. Vocalizações de *Scinax perpusillus* (A. Lutz & B. Lutz) e *S. arduous* Peixoto (Anura, Hylidae), com Comentários Taxonômicos. *Revista Brasileira de Zoologia* **20**(4), 607–610.

Reichert, M. & Gerhardt, H. 2011. The Role of Body Size on the Outcome, Escalation and Duration of Contests in the Grey Treefrog, *Hyla versicolor*. *Anim Behav* **82**(6), 1357-1366.

Ryan, M.J. 1988. Constraints and Patterns in the Evolution of Anuran Acoustic Communication. In: The Evolution of the Amphibian Auditory System.(Fritzsche, B.; Ryan, M.; Wilczynski, W.; Walkowiak, W. & Hetherington) T.Ed., New York, John Wiley and Sons Inc. pp.637-677.

Ryan, M.J. & Rand, S.A. 2003. Sexual Selection in Female Perceptual Space: How Female Túngara Frogs Perceive and Respond to Complex Population Variation in Acoustic Mating Signals. *Evolution* **57**(11), 2608–2618.

Signorelli, L.; Morais, A.R.; Vieira, R.R.S.& Bastos, R.P. 2016. Vocalizations of *Hypsiboas goianus* (Lutz, 1968) (Anura: Hylidae) in Central Brazil. *Stud NeotropFauna and Environment* **51** (3),188-196.

Wagner, W.E. 1992. Deceptive or Honest Signaling of Fighting Ability? A Test of Alternative Hypotheses for the Function of Changes in Call Dominant Frequency by Males Cricket Frogs. *Anim Behav* **44**, 449-462.

Wells, K.D. 1977. The Social Behaviour of Anuran Amphibians. *Anim Behav* **25**, 666–693.

Wells, K.D. 2007. The Ecology and Behavior of Amphibians. University of Chicago Press, Chicago.

Legenda da Figura

Figura 1. Floresta Nacional de Silvânia, localizada no Município de Silvânia, estado de Goiás, Brasil.



Figura 1.

CAPÍTULO 1

**Varição temporal nos cantos de anúncio e agressivos de um hilídeo neotropical
(*Hypsiboas goianus*): uma análise ao longo de estações reprodutivas**

(Manuscrito a ser submetido à revista *Ethology*; fator de impacto 1,171)

Resumo

Diferentes tipos de vocalizações são emitidos por machos de anuros quando inseridos em contextos sociais específicos e representam um importante mecanismo de comunicação, possibilitando reconhecimento específico, a escolha de parceiros sexuais e auxiliam a resolver interações competitivas intraespecíficas. Os parâmetros acústicos destes cantos estão sobre pressão seletiva direcional e/ou estabilizadora, influenciando em suas variações intra e interindividuais. O presente trabalho objetivou avaliar a variação temporal dos cantos de anúncio e agressivos de *Hypsiboas goianus*, sendo o primeiro trabalho a analisar uma série temporal de dados que perfazem 18 anos de amostragem. As variáveis acústicas foram influenciadas pela temperatura do ambiente e tamanho dos indivíduos vocalizantes. Para ambos os tipos de canto, a frequência dominante foi o único parâmetro classificado como estático, enquanto a duração dos cantos foi classificada como dinâmica. Os parâmetros acústicos não diferiram dentro do intervalo de tempo analisado, sugerindo que há restrições genéticas sobre a expressão comportamental de *H. goianus*.

Palavras-chave: variação intraindividual, bioma Cerrado, anuros, vocalizações.

Abstract

Different vocalizations are emitted by male anurans when they are inserted into specific social contexts and represent an important setting of communication, allowing the specific recognition, the choice of sexual partners and help resolutions in intraspecific competitions. The acoustic parameters of these calls are under directional and stabilizing sexual pressure, which influence on their within-male and among-males variations. This paper aimed to evaluate the temporal variation of the advertisement and aggressive calls of *Hypsiboas goianus*, being the first paper aimed to analyze a temporal sequence of data amounting 18 years of sampling. The acoustic variables were influenced by the temperature of the environment and size of the calling individuals. The dominant frequency was the only parameter classified as stable, whilst the duration of the calls was classified as dynamic for both calls. The acoustic parameters do not diverge inside the temporal interval that was analyzed, suggesting the genetic restrictions over the behavioral expression of *H.goianus*.

Keywords: within-male variation, Cerrado biome, anurans, vocalizations.

1. Introdução

Durante a estação reprodutiva dos anfíbios, dezenas a centenas de indivíduos podem ser encontrados em um mesmo corpo d'água (Aichinger, 1987). Neste contexto, a comunicação acústica é essencial para mediar as interações sociais entre os indivíduos (Wells, 1977, 1988; Gerhardt & Huber, 2002). Sabe-se que diferentes tipos de vocalizações são emitidos por machos de anuros quando inseridos em contextos sociais específicos (Wells, 1977; Toledo et al., 2015). Por exemplo, o canto de anúncio é a vocalização mais comum entre os anuros, pois é emitida por quase todas as espécies e, atualmente, o tipo de vocalização mais bem estudado na literatura (Toledo et al., 2014). Este canto possui várias funções, mas dentre estas, mostra-se importante para o reconhecimento específico (Wells, 1977) e útil para subsidiar as fêmeas no processo de escolha de parceiros reprodutivos, uma vez que transmite informações a respeito do indivíduo que o emite (Ryan, 1998). Ainda, machos de muitas espécies, em resposta a um competidor coespecífico, produzem cantos agressivos (Bee et al., 2013). A emissão de cantos agressivos pode ser compreendida como uma forma de revelar assimetrias na capacidade de luta entre os competidores (Parker, 1974), na tentativa de defender recursos no interior de um território, como locais de desova, parceiros sexuais ou sítios de vocalização e alimentos (Wells, 2007).

Os cantos de anúncio e agressivos estão provavelmente influenciados por pressões de seleção sexual (Reicherdt, 2013). Neste sentido, os parâmetros acústicos apresentam um contínuo de variação, podendo as propriedades dos cantos emitidos serem classificadas como estereotipadas ou dinâmicas, de acordo com suas variações intraindividuais (Gerhardt 1991; Gerhardt & Huber, 2002). A preferência das fêmeas durante o processo de escolha de parceiros sexuais é baseada nos parâmetros acústicos do canto dos machos (Márquez & Bosch, 1997; Bosch & Márquez, 2002). A escolha

baseada em propriedades estáticas exerce uma seleção estabilizadora ou fracamente direcional, enquanto a escolha baseada em propriedades dinâmicas exerce uma seleção altamente direcional (Gerhardt, 1991).

De maneira geral, as variáveis espectrais (*e.g.* frequência dominante) dos cantos apresentam baixa variação intraindividual, sendo, conseqüentemente, consideradas em muitas espécies com um sinal honesto de reconhecimento individual (*e.g.* Wagner, 1992). Atualmente, diversos estudos têm investigado os mecanismos de reconhecimento individual em anfíbios (entre eles, Bee et al., 2001; Pröhl, 2003; Gasser et al., 2009; Briggs, 2010; Morais et al., 2012; Bee et al., 2013; Pettitt et al., 2013; Gambale et al., 2014). Os diferentes tipos de cantos são componentes importantes dos repertórios acústicos de inúmeras espécies de anuros, no entanto, poucos estudos têm examinado a variabilidade em outros tipos de cantos, além dos cantos de anúncio (*e.g.*, Reicherdt, 2013), em especial os cantos agressivos.

Hypsiboas goianus (Lutz, 1968) é uma espécie de hílideo endêmica do Cerrado brasileiro, podendo ser encontrada nos estados de Goiás, Minas Gerais e no Distrito Federal (Frost, 2016). Esta espécie ocorre em pequenos riachos dentro de matas de galeria, mas apesar de ser classificada como “Pouco Preocupante” (IUCN, 2017), apresenta baixa adaptação a ambientes perturbados (Eterovick et al., 2004). Nos últimos 15 anos, o conhecimento acerca do repertório vocal e comportamento acústico de *H. goianus* aumentou consideravelmente, uma vez que diversos autores conduziram estudos observacionais ou experimentais para responder diversas questões ecológicas sobre esta espécie (Guimarães et al. 2001; Menin et al. 2004; Dias et al., 2014; Morais et al., 2015; Furtado et al., 2016; Morais et al., 2016; Signorelli et al., 2016). Historicamente, o incremento de conhecimento sobre os aspectos de história natural e comportamento em espécies de anuros, tem subsidiado novas questões em relação ao

comportamento social, reprodutivo e territorial das espécies em questão, particularmente este é o caso de muitas espécies norte-americanas (Bee et al. 2016).

Baseado nos estudos anteriores, dessa forma, novas questões envolvendo *H. goianus* podem ser respondidas, objetivando subsidiar futuras ações de conservação e manejo para esta espécie. Com isto em vista, o presente trabalho amplia o conhecimento sobre a variabilidade acústica de *H. goianus*, uma vez que considera uma série temporal de 18 anos para responder a seguinte pergunta: os cantos de anúncio e agressivos de machos de *H. goianus* variam ao longo das sucessivas estações reprodutivas? Para ambos os cantos espera-se que os parâmetros espectrais (*i.e.*, frequência dominante) apresentem menor variação ao longo das estações reprodutivas por estarem sob restrições morfológicas e atuarem como fatores de reconhecimento específico, enquanto os parâmetros temporais (*i.e.* duração do canto, número de pulsos, etc) apresentem uma maior variação interindividual por estarem relacionados com alterações no coro reprodutivo, variações ambientais e reservas energéticas no indivíduo, podendo então variarem mais ao longo dos anos.

2. Materiais e métodos

Coleta e análise dos dados

Foi obtida uma série histórica de gravações junto à Fonoteca da Coleção Zoológica da Universidade Federal de Goiás (ZUFG), representando dez estações reprodutivas que perfazem um total de 18 anos de amostragem sob uma mesma população de *H. goianus*. Foram consideradas vocalizações obtidas nas seguintes estações reprodutivas: 1996/97 (n = 9 indivíduos); 2000/01 (n = 11 indivíduos); 2003/04 (n = 9 indivíduos); 2005/06 (n = 38 indivíduos); 2006/07 (n = 39 indivíduos); 2007/08 (n = 15 indivíduos); 2008/09 (n

= 15 indivíduos); 2011/12 (n = 20 indivíduos); 2012/13 (n = 33 indivíduos) e 2013/14 (n = 10 indivíduos).

Todas as gravações foram realizadas em um mesmo trecho de riacho (16°38'19,65"S; 48°38'55,40"O) situado em uma mata de galeria na Floresta Nacional de Silvânia, no município de Silvânia, estado de Goiás, Brasil. Até a estação reprodutiva 2000/01 as gravações foram realizadas com o gravador analógico Nagra E (15 kHz) e microfone Sennheiser ME80. Entre as estações reprodutivas de 2003/04 a 2008/09 as gravações foram obtidas com o auxílio de um microfone Sennheiser ME66 acoplado a um gravador analógico MARANTZ PMD 222 com 22,05 kHz e 16 bits de resolução. A partir da estação reprodutiva 2009/10 as gravações foram obtidas com o auxílio de um microfone Sennheiser ME66 acoplado a um gravador digital MARANTZ PMD660 ou TASCAN DR40 (44,1 kHz; 16 bits de resolução e formato WAV). Após cada sessão de gravações os indivíduos foram pesados com balanças com precisão de 0,01g e medidos seu comprimento rostro-cloacal (CRC) com paquímetros de precisão de 0,01 mm. A temperatura do ar no local da vocalização foi registrada com o auxílio de termômetros de mercúrio e termo-higrômetros, com precisão de 0,5°C e 0,1°C respectivamente.

Para padronização dos métodos de análises, todas as vocalizações obtidas foram digitalizadas, editadas e/ou reamostradas em frequência de 44,1 kHz e resolução de 16 bits (arquivo WAV), através do programa *Goldwave*. As diferentes formas de vocalizações utilizadas em encontros antagonísticos foram classificadas, de forma geral, como cantos agressivos. Essa medida foi adotada para facilitar comparações entre os diferentes tipos de comportamentos analisados. Dessa forma, com o auxílio do software *Raven Pro* 1.4, cada indivíduo teve no máximo cinco cantos de anúncio e cinco cantos agressivos analisados, escolhidos aleatoriamente. De cada canto foram obtidos os seguintes parâmetros acústicos: 1) variáveis temporais: duração do canto (s), duração

dos pulsos (s), número de pulsos, taxa de repetição de pulsos (pulsos/s), taxa de repetição do canto (cantos/min), e 2) variável espectral: frequência dominante (Hz). A revisão dos termos utilizados para as descrições das vocalizações estará de acordo com Gerhardt & Huber (2002) e Toledo et al. (2015).

Análises estatísticas

Para verificar como as co-variáveis influenciam os valores dos parâmetros acústicos foi realizada uma regressão linear múltipla utilizando a temperatura e tamanho (obtido através da multiplicação do CRC pela massa) como variáveis independentes. Para esta análise, foram considerados todos os indivíduos amostrados para os cantos de anúncio e agressivo. Para investigar a variação interindividual e intraindividual nos parâmetros acústicos dos cantos de anúncio e agressivos de *H. goianus*, foi calculado o coeficiente de variação conforme Gerhardt (1991). Em nível intraindividual, o coeficiente de variação (CV_{intra}) para os parâmetros acústicos foi calculado a partir do desvio padrão dividido pela média dos parâmetros ($(SD/X) \times 100$) para cada indivíduo. Já o coeficiente de variação interindividual (CV_{inter}) foi calculado a partir das médias e desvios padrões de cada estação reprodutiva. Os parâmetros acústicos foram classificados em estáticos quando a variação intraindividual foi igual ou menor que 5% e dinâmicos quando a variação intraindividual foi igual ou superior que 12%. Essa classificação tem sido amplamente usada por estudos que visam descrever a variabilidade dos cantos e a escolha sexual em anuros (Márquez & Eekhout, 2006; Gasseret et al., 2009; Morais et al., 2012; Kaefer & Lima, 2012; Reichert, 2013; Bee et al., 2013; Gambale et al., 2014; Signorelli et al., 2016).

Adicionalmente, foi calculado a taxa entre CV_{inter}/CV_{intra} , como uma medida da variabilidade entre os machos (Márquez & Eekhout, 2006). Se a taxa de CV_{inter}/CV_{intra}

for maior que 1 para um dado parâmetro acústico, então este parâmetro é relativamente mais variável entre os indivíduos que em nível intraindividual e, portanto, podem ser utilizados como pistas para reconhecimento individual (Bee et al., 2001). Adicionalmente, os resultados foram testados através de uma ANOVA simples ou, quando os pressupostos não foram atendidos, através de um teste não-paramétrico de *Kruskal-Wallis*.

Com o intuito de testar a variabilidade dos parâmetros acústicos, para cantos de anúncio e agressivos, ao longo dos anos amostrados, todos os parâmetros foram ajustados pela temperatura conforme a equação $Y_{adj} = Y - (b * T_{local}) + (b * T_{média})$, descrita por Kaefer & Lima (2012). Onde Y_{adj} é o valor do parâmetro ajustado, b é o coeficiente de regressão, T_{local} é a temperatura medida no local do registro acústico e $T_{média}$ é o valor da temperatura média para todos os registros (para cantos de anúncio $\bar{x} = 22,2^{\circ}\text{C} \pm 2,35$; variação 13,1-30,7; para cantos agressivos $\bar{x} = 22,43^{\circ}\text{C} \pm 2,47$; variação 13,1-30,7). Posteriormente, os valores ajustados para temperatura foram utilizados em uma regressão linear simples contra uma variável denominada tamanho, obtida através da multiplicação da massa pelo CRC. Os valores dos resíduos obtidos desta regressão foram então utilizados em uma análise de componentes principais (PCA), como intuito de reduzir o número de variáveis altamente correlacionadas. Esta análise reduziu o conjunto de dados em quatro variáveis, sendo os eixos 1 e 2 para cantos de anúncio e agressivos. Os eixos foram então testados com um ANOVA simples utilizando as estações reprodutivas como variáveis preditoras. As análises estatísticas estão de acordo com Zar (1996) e Manly (2008), adotando-se o nível de significância de 0,05.

3. Resultados

Ao longo das 10 estações reprodutivas foram analisados 939 cantos de anúncio emitidos por 199 indivíduos, os quais apresentaram parâmetros acústicos com os seguintes valores: duração do canto = $0,301 \pm 0,076$ s ($0,043 - 0,689$); número de pulsos = $2,69 \pm 0,39$ (1 – 4); duração dos pulsos = $0,042 \pm 0,01$ s ($0,018 - 0,5$); frequência dominante = $3254,917 \pm 118,159$ Hz ($2928,5 - 3703,7$); taxa de repetição dos pulsos de $9,553 \pm 1,612$ pulsos/duração do canto ($5,805 - 23,555$); taxa de repetição dos cantos = $3,914 \pm 1,856$ cantos/minuto ($0,27 - 10,58$). No total, foram analisados 620 cantos agressivos emitidos por 145 indivíduos, cujos parâmetros acústicos apresentaram os seguintes valores: duração do canto = $0,24 \pm 0,044$ s ($0,088 - 0,489$); número de pulsos de $4,581 \pm 0,895$ (2 – 10); duração dos pulsos de $0,017 \pm 0,005$ ($0,005 - 0,033$); frequência dominante = $3232,599 \pm 109,633$ Hz ($2928,5 - 3531,4$); taxa de repetição dos pulsos de $19,207 \pm 2,068$ pulsos/duração do canto ($9,411 - 25,806$); taxa de repetição dos cantos = $5,151 \pm 4,26$ cantos/minuto ($0,23 - 22,556$). Os valores médios para cada parâmetro em cada estação reprodutiva estão apresentados na tabela 1.

Os valores de frequência dominante para os cantos de anúncio e agressivos foram influenciados negativamente pelo tamanho do indivíduo e pela temperatura do ar (tabela 2). Estas co-variáveis também influenciaram a duração dos pulsos de ambos os tipos de canto, sendo o tamanho o fator de maior importância sobre este parâmetro acústico, havendo uma relação positiva entre os dois valores.

Ao longo das estações reprodutivas os parâmetros acústicos dos cantos de anúncio e agressivos apresentaram oscilações em seus coeficientes de variação intraindividual. No entanto, uma análise ao longo dos 18 anos de amostragem, revela que apenas a frequência dominante dos cantos de anúncio e agressivo foi caracterizada como uma propriedade estática ($CV_{intra} < 5\%$, para ambos os casos). Por outro lado, a duração dos

cantos de anúncio e agressivos foi classificada como uma propriedade dinâmica, pois para ambos os casos o $CV_{intra} > 12\%$. Adicionalmente, para os cantos agressivos, o número de pulsos e a duração dos pulsos foram classificados como propriedades dinâmicas, pois apresentaram $CV_{intra} > 12\%$. Os demais parâmetros apresentaram coeficientes de variação intraindividual com valores entre 4% e 12%, sendo, portanto, classificados como propriedades intermediárias (Tabela 3, Figuras 1 e 2).

De modo geral, a frequência dominante do canto de anúncio de *H. goianus* foi o parâmetro acústico com maior potencial para discriminação individual ao longo das estações reprodutivas (Tabela 4). Os demais parâmetros acústicos também contribuem para o processo de reconhecimento individual, salientando-se a duração dos pulsos dos cantos de anúncio com $CV_{inter}/CV_{intra} total = 2,308$. Porém, em alguns casos a duração do canto (estações 2003/04 e 2013/14), o número de pulsos (2013/14) e a taxa de repetição de pulsos (2013/14) não apresentaram $CV_{inter}/CV_{intra} > 1$ (Tabela 4).

Para os cantos agressivos, a frequência dominante também é o parâmetro acústico com maior potencial para discriminar os indivíduos, uma vez que apresentou $CV_{inter}/CV_{intra} total = 3,598$. Com exceção da estação reprodutiva de 2003/04, foi o parâmetro com maiores variabilidades entre os machos dentro de cada estação. Os demais parâmetros acústicos do canto agressivo também contribuem para o processo de discriminação individual. Porém, a duração dos pulsos (estação 1996/97), duração do canto (estação 2000/01), número de pulsos (estações 2007/08, 2008/09 e 2013/14), apresentaram $CV_{inter}/CV_{intra} < 1$ (Tabela 5).

Os dois primeiros eixos da PCA para o canto de anúncio tiveram autovalores acima de 1 (Eixo 1 = 2,873; Eixo 2 = 1,439), explicando 61,62% da variação total. O eixo 1 explicou 41,05% da variação e foi positivamente relacionado à duração do canto, enquanto o eixo 2 explicou 20,57% da variação e foi positivamente relacionado com a

taxa de repetição do canto. Os dois primeiros eixos da PCA para os cantos agressivos apresentaram autovalor acima de 1 (Eixo 1=2,155; Eixo 2=1,512), explicando 61,14% da variação total. O eixo 1 explicou 35,93% da variação e foi relacionado positivamente com o número de pulsos, enquanto o eixo 2 explicou 25,21% da variação e foi relacionado positivamente com a duração do canto. Os cantos de anúncio e agressivo não apresentaram variação ao longo dos 18 anos de amostragem, uma vez que os eixos 1 e 2 para ambos os tipos de cantos não variaram ao longo das estações reprodutivas (Eixo 1 (canto de anúncio) $F_{(9,164)}=1,869$, $p>0,05$; Eixo 2 (canto de anúncio) $F_{(9,164)}=1,884$, $p>0,05$; Eixo 1 (canto agressivo) $F_{(9,117)}=1,013$, $p>0,05$; Eixo 2 (canto agressivo) $F_{(9,117)}=1,885$, $p>0,05$) (Figuras 3 e 4).

4. Discussão

No presente estudo, observou-se que os parâmetros acústicos dos cantos de anúncio e agressivos de machos de *H. goianus* foram influenciados por variáveis morfológicas e também pela temperatura do ar. Previamente, Signorelli et al. (2016) analisaram os parâmetros acústicos de 87 machos de *H. goianus* ao longo de uma única estação reprodutiva (2008/09) e não encontraram influência da temperatura, massa, CRC e distância entre machos sobre nenhum parâmetro acústico dos cantos de anúncio. Porém, estes autores encontraram que tais variáveis influenciaram consideravelmente os valores de duração dos cantos, intervalo de tempo entre pulsos e a frequência dominante dos cantos agressivos. No presente trabalho, a duração dos pulsos de ambos os tipos de cantos foi influenciada pelas variáveis morfológicas e temperatura do ar, no entanto, o tamanho teve maior influência sobre o parâmetro, apresentando o maior valor de coeficiente de regressão parcial. Neste sentido, sugere-se que indivíduos maiores podem estocar maiores volumes de ar em seus pulmões e assim produzir relações positivas com

parâmetros acústicos temporais (Bernal et al., 2005). Adicionalmente, salienta-se que os machos com maiores massas corporais conseguem reter mais reservas energéticas e dessa forma emitir pulsos mais longos e, conseqüentemente, mais atrativos para fêmeas (Ryan, 1988).

Os fatores ambientais podem influenciar os cantos de anuros (Duellman & Trueb, 1994), refletindo a força das variáveis ambientais sobre o comportamento reprodutivo dessas espécies. Wagner (1989) constatou relação entre a frequência dominante de *Acris crepitans* com a temperatura, assim como é possível observar com a frequência dominante ao longo dos anos em *H. goianus*. Neste caso, foi observada uma relação negativa entre a temperatura do ar e este parâmetro dos cantos de *H. goianus*, pois com o acréscimo da temperatura houve redução na frequência dominante dos cantos emitidos.

Tendo em vista que machos de *H. goianus* reduzem a frequência dominante de seus cantos ao interagir com competidores coespecíficos (Morais et al., 2015) e que temperaturas elevadas intensificam o metabolismo individual dos anuros (Wells, 2007), sugere-se que machos vocalizando em ambientes mais quentes, potencialmente enfrentam um coro mais adensado e competitivo e por isso reduzem suas frequências dominantes. Desta forma, como a frequência dominante tem sido sugerido como um indicador do tamanho corporal e, conseqüentemente, de capacidade de luta (Robertson, 1986), tais indivíduos podem reduzir a frequência dominante de seus cantos, na tentativa de repelir seus competidores. A diminuição da frequência dominante em resposta à competição coespecífica é um fenômeno registrado em outras espécies de anuros, *Lithobates catesbeianus* (Bee & Bowling, 2002), *Oophaga pumilio* (Meuche et al., 2012), *Hyperolius marmoratus* (Grafe, 1995), *Hyla versicolor* (Reichert & Gerhardt, 2013), *Anaxyrus americanus* (Howard & Young, 1998).

Em *H. goianus*, para ambos os tipos de cantos, somente a frequência dominante foi classificada como um parâmetro estático. Em contrapartida, a duração dos cantos apresentou coeficiente de variação intraindividual superior a 12% para os cantos de anúncio e agressivos, sendo uma propriedade dinâmica para ambos os cantos. Para os cantos de anúncio a taxa de repetição dos pulsos, o número e a duração dos pulsos foram classificados como propriedades intermediárias, já para os cantos agressivos somente a taxa de repetição dos pulsos foi considerada intermediária, sendo as demais propriedades dinâmicas. No geral, a variação na classificação dos parâmetros em dinâmicos e intermediários entre as estações reprodutivas demonstra que há, de fato, um contínuo de variação, conforme descrito por diversos autores (p.ex.: Gehardt,1991; Reinold, 2009; Gambale et al.,2014).

A grandeza da variação intraindividual dos parâmetros acústicos foi semelhante àquela relatada por Signorelli et al. (2016), diferindo apenas na classificação da duração dos pulsos como um parâmetro dinâmico para ambos os tipos de canto. A frequência dominante é frequentemente classificada como um parâmetro estático para os cantos dos anuros (Gerhardt & Huber, 2002), enquanto os demais parâmetros temporais possuem variadas classificações conforme a espécie estudada. Parâmetros espectrais, como a frequência dominante, geralmente apresentam baixa variabilidade intraindividual (Howard & Young, 1998), provavelmente devido a restrições morfológicas impostas pelo tamanho e a forma das estruturas responsáveis pela produção do som (Martin,1972).

Apenas recentemente os coeficientes de variação dos cantos agressivos vêm sendo investigados em anuros (Reichert, 2013; Signorelli et al.,2016). Logo, hipóteses a respeito das forças seletivas sobre este tipo de canto não avançaram previamente (Reichert,2013), sendo este trabalho um dos primeiros a destacar a variabilidade dos

cantos agressivos. Conforme predito por Reichert (2013), uma abordagem razoável é assumir que forças similares moldam os padrões de variabilidade intraindividual para ambos os tipos de canto, diferindo apenas na fonte de seleção.

Ainda, a frequência dominante foi o parâmetro com maior potencial para a discriminação individual para ambos os tipos de cantos, resultado semelhante ao apresentado por Signorelli et al. (2016). A frequência dominante apresentou relações CV_{inter}/CV_{intra} elevadas tanto em cada estação reprodutiva quanto na amostragem total (todas as estações). Isto reforça que, em *H. goianus*, este parâmetro acústico está relacionado ao reconhecimento específico (i.e., Gerhardt, 1994), assim como no processo de discriminação individual em diversas espécies de anuros (i.e., Bee et al., 2016). Adicionalmente, os demais parâmetros acústicos temporais contribuíram, em diferentes grandezas para o processo de reconhecimento individual. Para os cantos de anúncio, a duração dos pulsos contribuiu em todas as estações reprodutivas amostradas e considerando o total dos machos amostrados, papel também apresentado pela frequência dominante, enquanto que para os cantos agressivos essa característica foi demonstrada pela taxa de repetição de pulsos. Parâmetros temporais podem explicar, em parte, as diferenças do sucesso reprodutivo entre machos (Briggs, 2010), pois indicam a condição corporal dos seus emissores (Gerhardt, 1991). Dessa forma, a discriminação de machos de *H. goianus* em um coro reprodutivo é realizada pela análise do conjunto dos parâmetros acústicos, ao invés de um parâmetro isolado.

Para *H. goianus*, os parâmetros acústicos dos cantos de anúncio e agressivos não apresentaram variação ao longo dos 18 anos amostrados. O estudo de variações temporais de parâmetros acústicos é importante para gerar informações sobre como as vocalizações podem ser alteradas em um intervalo de tempo, refletindo as forças que exercem influência sobre as suas variações, como a seleção sexual e preferência de

fêmeas (Gerhardt, 1991; Gerhardt et al., 1996), assim como a hereditariedade (Smith & Hunter, 2005). Poucos trabalhos investigaram as diferenças temporais nos parâmetros acústicos das vocalizações de anuros ao longo de diversas estações reprodutivas (Gerhardt et al., 1996; Howard & Young, 1998; Prohl, 2003; Smith & Hunter, 2005; Gambale et al., 2014). Enquanto Gambale et al. (2014), Pröhl (2003) e Gerhardt et al. (1996) também não encontraram nenhuma variação temporal nos parâmetros acústicos de *Scinax constrictus*, *Oophaga pumilio* e *Hyla versicolor*, respectivamente; Howard & Young (1998) e Smith & Hunter (2005) encontraram variações, ao longo das estações, nos parâmetros acústicos dos cantos de machos de *Bufo americanus* e *Litoria booroolongensis*, respectivamente.

Gambale et al. (2014) sugere que devido a restrição de fluxo gênico, os parâmetros acústicos em uma dada população podem não variar ao longo das estações reprodutivas. Neste sentido, a população estudada de *H. goianus* pode sofrer uma restrição de fluxo gênico entre outras populações, uma vez que esta se encontra em uma área protegida que atualmente está cercada por plantações, portanto, mantendo-a sob controle a variação dos parâmetros acústicos, principalmente aqueles sob influência de seleção sexual altamente direcional (Gerhardt, 1991). Adicionalmente, parâmetros acústicos podem ter uma base hereditária (Smith & Hunter, 2005), que restringem a mudança evolucionária em variáveis acústicas ao longo do tempo (Gambale et al., 2014).

As vocalizações de *H. goianus* possuem as características necessárias para contribuir para a discriminação individual em uma estação reprodutiva. Ainda é possível salientar que os cantos agressivos, assim como os cantos de anúncio, podem ser utilizados por coespecíficos para o reconhecimento individual, frisando que o processo de discriminação pode ocorrer em diferentes contextos sociais. O presente trabalho é o primeiro estudo a analisar a variação temporal de *H. goianus* e, até onde

sabemos,apresentou a maior série temporal para análise de variação dos parâmetros acústicos de uma espécie de anuro. O estudo do comportamento acústico, especialmente ao longo de consecutivos anos, pode fornecer ferramentas importantes para ações conservacionistas através de avaliações da manutenção da população e de seus comportamentos sociais, podendo ser utilizadas em uma larga escala de espécies de anuros, incluindo aquelas classificadas como ameaçadas ou deficientes de dados.

5. Referências

Aichinger, M. 1987. Annual Activity Patterns of Anurans in a Seasonal Neotropical Environment. *Oecologia* **71**, 583–592.

Bee, M.A.; Kozich, C.E.; Blackwell, K.J. & Gerhardt, H.C. 2001. Individual Variation in Advertisement Call of Territorial Male Green Frogs, *Rana clamitans*: Implications for Individual Discrimination. *Ethology* **107**, 65-84.

Bee, M.A. & Bowling, A.C. 2002. Socially Mediated Pitch Alteration by Territorial Male Bullfrogs, *Rana catesbeiana*. *J Herpetol***36**, 140–143.

Bee, M.A.; Suyesh, R. & Biju, S.D. 2013. Vocal Behavior of the Ponmudi Bush Frog (*Raorchestes graminirupes*): Repertoire and Individual Variation. *Herpetologica*. **69**(1), 22-35.

Bee, M.; Reichert, M.S. & Tumulty, J. 2016, no prelo. Assessment and Recognition of Rivals in Anuran Contests. *Adv Stud Behav* **48**.

Bernal, X.E.; Guarnizo, C.& Lüddecke, H. 2005. Geographic Variation in Advertisement Call and Genetic Structure of *Colostethus palmatus* (Anura, Dendrobatidae) From the Colombian Andes. *Herpetologica* **61**, 395-408.

Bosch, J. & Márquez, R. 2002. Female Preference Function Related to Precedence Effect in an Amphibian Anuran (*Alytes cisternasii*): Tests With Non-overlapping Calls. *Behav Ecol* **13**(2), 149-153.

Briggs, V.S. 2010. Call Trait Variation in Morelett's tree frog, *Agalychnis moreletii*, of Belize. *Herpetologica* **66**, 241-249.

Dias, T.M.; Bastos, R.P.; Siqueira, M.N. & Morais, A.R. 2014. The Release Call of *Hypsiboas goianus* (B. Lutz, 1968) (Anura: Hylidae) from Central Brazil. *Herpetol Notes* **7**, 215–217.

Duellman, W.E. & Trueb, L. 1994. *Biology of Amphibians*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.

Eterovick, P.C.; Bastos, R. & Silvano, D. 2004. *Hypsiboas goianus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004. Acessado em: 25/01/2017. Disponível em :<http://www.iucnredlist.org/details/55490/0>.

Furtado, R.; Santos, S.P.; Dias, T.M.; Bastos, R.P. & Nomura, F. 2016. Vocal Repertoire During Reproductive and Aggressive Contexts of Three Brazilian Tree Frogs:

Bokermannohyla sapiranga, *Hypsiboas albopunctatus* and *H. goianus* (Anura: Hylidae).
South Am J Herpetol **11**(2), 136-147.

Frost, D.R. 2016. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0.
Acessado em 24/01/2016. Disponível em:
<http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum
of Natural History, New York, USA.

Gambale, P.G; Signorelli, L. & Bastos, R.P. 2014. Individual Variation in the
Advertisement Calls of a Neotropical Treefrog (*Scinax constrictus*). *Amphibia-Reptilia*
35(3), 271-281.

Gasser, H.; Amézquita, A. & Hödl, W. 2009. Who is Calling? Intraspecific Call
Variation in the Aromobatid Frog *Allobates femoralis*. *Ethology* **115**(6), 596-607.

Gerhardt, H. C. 1991. Female Mate Choice in Tree Frogs: Static and Dynamic Acoustic
Criteria. *Anim. Behav* **42**, 615—635.

Gerhardt, H.C. 1994. The Evolution of Vocalizations in Frogs Call and Toads. *Annu Rev
Ecol Syst* **25**, 293–324.

Gerhardt, H.C.; Dyson, M.L. & Tanner, S.D. 1996. Dynamic Properties of the
Advertisement Calls of Gray Tree Frogs: Patterns of Variability and Female Choice.
Behav Ecol **7**(1), 7 – 18.

Gerhardt, H. C. & Huber, F. 2002. Acoustic Communication in Insects and Anurans. The University of Chicago Press, Chicago, IL.

Grafe, T. U. 1995. Graded Aggressive Calls in the African Painted Reed Frog *Hyperolius marmoratus* (Hyperoliidae). *Ethology* **101**(1), 67 - 81.

Guimarães, L.D.; Lima, L.P.; Juliano, R.F. & Bastos, R.P. 2001. Vocalizações de Espécies de Anuros (Amphibia) no Brasil Central. *Bol Mus Nac Nova sér Zool* **474**,1–14.

Howard, R. D.& Young, J. R. 1998. Individual Variation in Male Vocal Traits and Female Mating Preferences in *Bufo americanus*. *Animal Behaviour*, **55**(5), 1165e1179

IUCN .2017. The IUCN Red List of Threatened Species. Acessado em 24/01/2016. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/details/55490/0>.

Kaefer, I & Lima, A. 2012. Sexual Signals of the Amazonian Frog *Allobates paleovarzensis*: Geographic Variation and Stereotypy of Acoustic Traits. *Behaviour* **149**, 15-33.

Manly, B.F.J. 2008. Métodos Estatísticos Multivariados: Uma Introdução, 3ª edição. Editora Artmed, Brasil.

Márquez, R. & Bosch, J. 1997. Male Advertisement Call and Female Preference in Sympatric and Allopatric Midwife Toads. *Anim Behav* **54**(6), 1333-1345.

Márquez, R. & Eekhout, X.R. 2006. Advertisement Calls of Six Species of Anurans From Bali, Republic of Indonesia. *J Nat Hist* **40**, 571–588.

Martin, W. F. 1972. Evolution of vocalization in the genus *Bufo*. In: *Evolution in the Genus Bufo* (Ed. by W. F. Blair), pp. 279–309. Austin: University of Texas Press.

Menin, M.; Silva, R.A. & Giaretta, A.A. 2004. Reproductive Biology of *Hyla goiana* (Anura, Hylidae). *Iheringia* **94**, 49–52.

Morais, A.R.; Batista, V.G.; Gambale, P.G.; Signorelli, L. & Bastos, R.P. 2012. Acoustic Communication in a Neotropical Frog (*Dendropsophus minutus*): Vocal Repertoire, Variability and Individual Discrimination. *Herpetol J* **22**(4), 249-257.

Meuche, I.; Linsenmair, K.; & Pröhl, H. 2012. Intrasexual Competition, Territoriality and Acoustic Communication in Male Strawberry Poison Frogs (*Oophaga pumilio*). *Behav Ecol Sociobiol* **66**(4), 613 – 621.

Morais, A.R.; Siqueira, M.N. & Bastos, R.P. 2015. How do Males of *Hypsiboas goianus* (Hylidae: Anura) Respond to Conspecific Acoustic Stimuli?. *Zoologia(Curitiba)* **32**(6), 431 – 437.

Morais, A.R.; Siqueira, M.N.; Marquez, R. & Bastos, R.P. 2016. Males of *Hypsiboas goianus* (Anura ; Hylidae) do Not Assess Neighbor Fighting Ability Through Acoustic Interactions. *Acta Ethol* **19**, 43-50.

Parker, G.A. 1974. Assessment Strategy and the Evolution of Fighting Behaviour. *J Theor Biol.* **47**, 223–243.

Pettitt, B.A.; Bourne, G.R. & Bee, M.A. 2013. Advertisement Call Variation in the Golden Rocket Frog (*Anomaloglossus beebei*): Evidence for Individual Distinctiveness. *Ethology* **119**(3),244-256.

Pröhl, H. 2003. Variation in Male Calling Behavior and Relation to Male Mating Success in the Strawberry Poison Frog (*Dendrobates pumilio*). *Ethology* **109**, 273-290.

Reichert, M. S. 2013. Patterns of Variability are Consistent Across Signal Types in the Treefrog *Dendropsophus ebraccatus*. *Biol J Linn Soc.* **109**, 131-145.

Reichert, M. S.& Gerhardt, H. C. 2013. Gray Tree Frogs, *Hyla versicolor*, Give Lower-Frequency Aggressive Calls in More Escalated Contests. *Behav Ecoland Sociobiol* **67**(5), 795 – 804.

Reinhold, K. 2009. Variation of Acoustic Courtship Signals in Insects and Amphibians: No Evidence for Bimodality, but Identical Dependence on Duration. *Ethology***115**, 134-140.

Robisson P.; Aubin T. & Bremond JC. 1993. Individuality in the Voice of the Emperor Penguin *Aptenodytes forsteri*: Adaptation to a Noisy Environment. *Ethology* **94**, 279–290.

Robertson, J.G.M.1986. Male Territoriality, Fighting and Assessment of Fighting Ability in the Australian Frog *Uperoleia rugosa*. *Anim Behav* **34**, 763-772.

Ryan, M.J. 1988. Constraints and Patterns in the Evolution of Anuran Acoustic Communication. In: The Evolution of the Amphibian Auditory System.(Fritzsche, B.; Ryan, M.; Wilczynski, W.; Walkowiak, W. & Hetherington) T.Ed., New York, John Wiley and Sons Inc. pp.637-677.

Signorelli, L.; Morais, A.R.; Vieira, R.R.S.& Bastos, R.P. 2016. Vocalizations of *Hypsiboas goianus* (Lutz, 1968) (Anura: Hylidae) in Central Brazil. *Stud Neotrop Fauna and Environment* **51** (3),188-196.

Smith, M.J. & Hunter, D. 2005. Temporal and Geographic Variation in the Advertisement Call of the Booroolong Frog (*Litoria booroolongensis*: Anura: Hylidae). *Ethology***111**, 1103-1115.

Toledo, L.F.; Martins, I.A.; Bruschi, D.P.; Passos, M.A.; César Alexandre, C. & Haddad, C.F.B. 2015. The Anuran Calling Repertoire in the Light of Social Context. *Acta Ethol* **18** (2), 87-99.

Wagner, W. E. 1989. Social Correlates of Variation in Male Calling Behavior in Blanchard's cricket frog *Acris crepitans blanchardi*. *Ethology* **82**(1), 27 - 45.

Wagner, W.E. 1992. Deceptive or Honest Signaling of Fighting Ability? A Test of Alternative Hypotheses for the Function of Changes in Call Dominant Frequency by Males Cricket Frogs. *Anim Behav* **44**, 449-462.

Wells, K.D. 1977. The Social Behaviour of Anuran Amphibians. *Anim Behav* **25**, 666–693.

Wells, K.D. 1988. The Effect of Social Interactions on Anuran Vocal Behavior. In: (eds) *The Evolution of the Amphibian Auditory System.* (Fritzsche B.; Ryan M.J.; Wilczynski, W.; Heterington, T.E. & Walkowiaki, W.) JohnWiley and Sons, New York, pp 433–454.

Wells, K.D. 2007. *The Ecology and Behavior of Amphibians.* University of ChicagoPress, Chicago.

Zar, J.H.1996. *Biostatistical Analysis.* Englewood Cliffs: Prentice-Hall.

Tabela 1. Valores médios dos parâmetros acústicos de *Hypsiboas goianus* gravados de uma mesma população na Floresta Nacional de Silvânia, Silvânia, Goiás para os cantos de anúncio e agressivos ao longo de cada estação reprodutiva amostrada.

Estação reprodutiva	Tipo de canto	Duração do canto (s)	Número de pulsos	Duração do pulso (s)	Frequência dominante (Hz)	Taxa de repetição de pulsos	Taxa de repetição do canto
1996/1997	Anúncio	0,298±0,087	2,644±0,498	0,048±0,008	3202,202±71,75	9,273±1,401	3,531±2,261
	Agressivo	0,254±0,04	4,8±0,872	0,021±0,002	3189,36±53,933	18,85±1,336	12,649±6,306
2000/2001	Anúncio	0,275±0,087	2,455±0,37	0,05±0,008	3224,493±112,64	9,623±1,857	4,19±1,375
	Agressivo	0,247±0,037	4,489±0,769	0,021±0,004	3196,464±126,31	18,364±1,835	5,702±3,245
2003/2004	Anúncio	0,361±0,071	2,833±0,292	0,044±0,005	3131,4±98,871	8,345±1,491	4,398±2,111
	Agressivo	0,3±0,044	5,333±0,602	0,015±0,004	3158,2±75,987	17,98±2,44	4,589±2,536
2005/2006	Anúncio	0,297±0,073	2,666±0,391	0,04±0,008	3270,245±128,053	9,497±1,499	3,324±1,661
	Agressivo	0,227±0,049	4,318±0,876	0,016±0,003	3190,454±79,812	19,295±1,63	6,121±4,209
2006/2007	Anúncio	0,315±0,061	2,803±0,284	0,043±0,015	3241,78±126,697	9,396±1,401	3,725±1,728
	Agressivo	0,248±0,049	4,583±1,142	0,018±0,005	3258,928±130,193	18,606±2,204	2,799±1,952
2007/2008	Anúncio	0,277±0,094	2,59±0,46	0,04±0,007	3242,02±165,5	10,333±2,108	4,386±1,937
	Agressivo	0,231±0,033	4,581±0,718	0,015±0,003	3222,171±141,657	19,849±1,673	4,341±2,489
2008/2009	Anúncio	0,323±0,075	2,818±0,442	0,04±0,008	3272,564±115,741	9,167±1,49	5,118±2,309
	Agressivo	0,238±0,035	4,279±0,588	0,019±0,004	3257,529±127,7	18,091±1,659	6,708±5,2
2011/2012	Anúncio	0,292±0,082	2,643±0,438	0,038±0,007	3277,882±70,16	9,668±1,715	3,868±1,921
	Agressivo	0,232±0,048	4,732±0,892	0,013±0,003	3240,776±81,607	20,5±1,88	4,872±3,978
2012/2013	Anúncio	0,28±0,078	2,628±0,414	0,041±0,005	3285,694±100,741	10,099±1,694	4,076±1,747
	Agressivo	0,232±0,045	4,639±0,967	0,016±0,004	3252,2±89,975	20,067±2,247	5,457±4,616
2013/2014	Anúncio	0,332±0,047	2,856±0,279	0,034±0,008	3295,833±75,454	8,972±0,852	3,589±1,922
	Agressivo	0,23±0,024	4,583±0,648	0,01±0,003	3277,734±70,857	19,946±2,174	3,401±2,391
Total	Anúncio	0,301±0,076	2,693±0,392	0,042±0,01	3254,917±118,159	9,553±1,612	3,914±1,856
	Agressivo	0,24±0,044	4,581±0,895	0,017±0,005	3232,599±109,633	19,207±2,068	5,151±4,26

Tabela 2. Resultados da regressão linear múltipla para os cantos de anúncio e agressivos de *Hypsiboas goianus* entre 1996 e 2014, assim como seus coeficientes de regressão parciais. Valores em negrito são significativos para $p \leq 0,05$. DC=duração do canto; NP=número de pulsos; DP=duração dos pulsos; FD=frequência dominante; TRC=Taxa de repetição do canto; TRP=Taxa de repetição dos pulsos.

Tipo de canto	Parâmetro acústico	Coeficiente de regressão parcial		r ² adj.	F	p
		Tamanho	Temperatura			
Anúncio	DC	-0,001	0,046	--	0,182	0,83
	NP	-0,04	0,106	0,001	1,148	0,319
	DP	0,209	-0,079	0,04	4,663	0,01
	FD	-0,424	-0,144	0,186	20,775	0,00
	TRC	0,028	0,038	--	0,191	0,825
	TRP	-0,033	-0,026	--	0,152	0,858
	DC	0,125	0,039	0,0007	1,047	0,354
Agressivo	NP	0,081	0,021	--	0,424	0,654
	DP	0,249	0,103	0,054	4,634	0,011
	FD	-0,399	-0,155	0,161	13,159	0,00
	TRC	0,135	0,02	0,002	1,163	0,315
	TRP	-0,059	-0,012	--	0,221	0,801

Tabela 3. Variação intraindividual e interindividual (entre parênteses) dos parâmetros acústicos de *Hypsiboas goianus*, dos cantos de anúncio e agressivos, para cada estação reprodutiva gravada de uma mesma população na Floresta Nacional de Silvânia, Silvânia, Goiás, Brasil.

Estação reprodutiva	Tipo de canto	Duração do canto	Número de pulsos	Duração do pulso	Frequência dominante	Taxa de repetição dos pulsos
1996/1997	Anúncio	8,85 (29,21)	5,1 (18,82)	8,93 (17,21)	0,43 (2,24)	6,91 (15,11)
	Agressivo	10,17 (15,55)	11,76 (18,16)	10,65 (9,11)	0,97 (1,69)	5,37 (7,09)
2000/2001	Anúncio	19,43 (31,65)	12,27 (15,06)	12,75 (15,27)	1,65 (3,49)	11,95 (19,29)
	Agressivo	19,2 (15,19)	14,66 (17,13)	11,6 (20,37)	0,98 (3,95)	6,13 (9,99)
2003/2004	Anúncio	19,84 (19,64)	9,22 (10,29)	8,42 (11,72)	1,01 (3,16)	10,52 (17,87)
	Agressivo	9,6 (14,69)	10,19 (11,29)	12,41 (25,38)	0,81 (2,41)	3,09 (13,57)
2005/2006	Anúncio	17,14 (24,6)	7,67 (14,68)	10,26 (20,92)	0,99 (3,91)	10,33 (15,78)
	Agressivo	14,85 (21,41)	13,36 (20,28)	15,3 (16,11)	0,7 (2,5)	6,5 (8,45)
2006/2007	Anúncio	17,75 (19,37)	10,1 (10,14)	12,19 (35,21)	0,94 (3,91)	11,31 (14,91)
	Agressivo	16,1 (19,69)	14,68 (24,92)	14,64 (29,82)	0,94 (3,99)	9,04 (11,84)
2007/2008	Anúncio	26,65 (33,99)	11,37 (17,76)	11,2 (17,61)	0,96 (5,1)	13,15 (20,4)
	Agressivo	13,3 (14,21)	16,8 (15,68)	16,36 (21,75)	0,87 (4,4)	6,61 (8,43)
2008/2009	Anúncio	16,67 (23,33)	8,58 (15,68)	9,71 (20,58)	1 (3,54)	8,1 (16,25)
	Agressivo	14,49 (14,67)	17,65 (13,75)	15,12 (20,78)	0,8 (3,92)	7,12 (9,17)
2011/2012	Anúncio	17,26 (28,08)	8,07 (16,57)	8,84 (18,01)	0,38 (2,14)	9,4 (17,74)
	Agressivo	7,99 (20,74)	9,59 (18,84)	18,26 (20,3)	0,78 (2,52)	4,89 (9,17)
2012/2013	Anúncio	16,91 (27,82)	7,84 (15,74)	7,99 (12,87)	1,12 (3,07)	10,64 (16,78)
	Agressivo	14,24 (19,26)	14,89 (20,84)	14,49 (26,04)	1,04 (2,77)	6,38 (11,2)
2013/2014	Anúncio	22,07 (14,03)	13,16 (9,77)	12,34 (22,1)	1,44 (2,29)	13,71 (9,49)
	Agressivo	10,33 (10,38)	14,54 (14,14)	19,8 (30,78)	1,79 (2,16)	6,93 (10,9)
Total	Anúncio	18,04 (25,35)	9,04 (14,55)	10,25 (23,66)	0,97 (3,63)	10,63 (16,87)
	Agressivo	13,86 (18,44)	14,29 (19,54)	14,99 (28,12)	0,94 (3,39)	6,77 (10,76)

Tabela 4. Valores de variabilidade entre machos (CVinter/CVintra) de *Hypsiboas goianus* para cantos de anúncio em cada estação reprodutiva e considerando todos os indivíduos amostrados, assim como suas respectivas análises estatísticas. Amostragem realizada em uma mesma população ao longo de 10 estações reprodutivas em Floresta Nacional de Silvânia, Silvânia, Goiás, Brasil.

Estação Reprodutiva	Parâmetro Acústico				
	Duração do canto	Número de pulsos	Duração dos pulsos	Frequência dominante	Taxa de repetição de pulsos
1996/1997	3,29 H _(8, 40) =31,25; p<0,01	3,68 H _(8, 40) =31,37 p<0,01	1,926 F _(8, 31) =21,34 p=0,00	5,197 H _(8, 40) =34,65 p=0,00	2,188 F _(8, 31) =8,46 p=0,00
2000/2001	1,629 H _(10, 55) =37,1; p<0,01	1,228 H _(10, 55) =27,07 p<0,01	1,198 H _(10, 55) =32,72 p<0,01	2,123 H _(10, 55) =38,06 p<0,01	1,614 H _(10, 55) =37,20 p<0,01
2003/2004	0,99 H _(8, 44) =23,91; p<0,01	1,116 H _(8, 44) =18,48 p=0,017	1,392 H _(8, 44) =28,94 p<0,01	3,114 H _(8, 44) =33,67 p=0,00	1,698 H _(8, 44) =24,44 p<0,01
2005/2006	1,435 H _(37, 172) =111,1; p=0,00	1,914 H _(37, 172) =114,4 p=0,00	2,039 H _(37, 172) =126,6 p=0,00	3,966 H _(37, 172) =159,9 p=0,00	1,528 H _(37, 172) =107,8 p=0,00
2006/2007	1,091 H _(38, 189) =119; p=0,00	1,004 H _(38, 189) =77,59 p<0,01	2,887 H _(38, 189) =125,44 p=0,00	4,161 H _(38, 189) =173,73 p=0,00	1,319 H _(38, 189) =125 p=0,00
2007/2008	1,275 H _(14,74) =47,02; p=0,00	1,561 H _(14,74) =46,73 p=0,00	1,572 F _(14,59) =9,87 p=0,00	5,318 H _(14,74) =70,04 p=0,00	1,552 H _(14,74) =47,17p=0,00
2008/2009	1,399 H _(13,69) =44,05; p=0,00	1,827 H _(13,69) =42,48 p<0,01	2,12 F _(13,55) =18,79 p=0,00	3,529 H _(13,69) =58,83 p=0,00	2,007 H _(13,69) =47,55 p=0,00
2011/2012	1,627 H _(19,94) =61,11; p=0,00	2,053 H _(19,94) =64,44 p=0,00	2,038 H _(19,94) =68,10 p=0,00	5,631 H _(19,94) =81,90 p=0,00	1,888 H _(19,94) =62,53 p=0,00
2012/2013	1,645 H _(32,160) =106,6; p=0,00	2,009 H _(32,160) =109,68 p=0,00	1,612 H _(32,160) =113,62 p=0,00	2,738 H _(32,160) =131,48 p=0,00	1,577 H _(32,160) =106,82 p=0,00
2013/2014	0,636 H _(9,42) =18,72; p=0,02	0,742 H _(9,42) =16,02 p=0,06	1,79 H _(9,42) =28,28 p<0,01	1,585 H _(9,42) =26,81 p<0,01	0,692 H _(9,42) =15,52 p=0,077
Total	1,406 H _(197,939) =615,9; p=0,00	1,61 H _(197,939) =582,7 p=0,00	2,308 H _(197,939) =709,4 p=0,00	3,743 H _(197,939) =837,6 p=0,00	1,587 H _(197,939) =626 p=0,00

Tabela 5. Valores de variabilidade entre machos (CVinter/CVintra) de *Hypsiboas goianus* para cantos agressivos em cada estação reprodutiva e considerando todos os indivíduos amostrados, assim como suas respectivas análises estatísticas. Amostragem realizada em uma mesma população ao longo de 10 estações reprodutivas em Floresta Nacional de Silvânia, Silvânia, Goiás, Brasil.

Estação Reprodutiva	Parâmetro Acústico				
	Duração do canto	Número de pulsos	Duração dos pulsos	Frequência dominante	Taxa de repetição de pulsos
1996/1997	1,529 $H_{(6,35)}=24,85$ $p<0,01$	1,545 $H_{(6,35)}=24,44$ $p<0,01$	0,855 $H_{(6,35)}=11,26$ $p=0,08$	1,737 $H_{(6,35)}=23,38$ $p>0,01$	1,321 $F_{(6,28)}=7,43$ $p<0,01$
2000/2001	0,791 $H_{(8,42)}=14,18$ $p=0,07$	1,168 $H_{(8,42)}=17,45$ $p=0,02$	1,756 $F_{(8,33)}=13,68$ $p=0,00$	4,045 $H_{(8,42)}=36,56$ $p=0,00$	1,63 $H_{(8,42)}=27,98$ $p<0,01$
2003/2004	1,531 $H_{(5,30)}=17,96$ $p<0,01$	1,108 $F_{(5,24)}=4,53$ $p<0,01$	2,045 $F_{(5,24)}=23,3$ $p=0,00$	2,963 $H_{(5,30)}=24,79$ $p<0,01$	4,388 $H_{(5,30)}=26,66$ $p<0,01$
2005/2006	1,442 $H_{(21,81)}=54,09$ $p<0,01$	1,518 $H_{(21,81)}=49,19$ $p<0,01$	1,053 $H_{(21,81)}=47,69$ $p<0,01$	3,585 $H_{(21,81)}=71,26$ $p=0,00$	1,3 $H_{(21,81)}=57,29$ $p=0,00$
2006/2007	1,223 $H_{(30,124)}=70,22$ $p=0,00$	1,697 $H_{(30,124)}=81,44$ $p=0,00$	2,037 $H_{(30,124)}=101,2$ $p=0,00$	4,256 $H_{(30,124)}=111,72$ $p=0,00$	1,311 $H_{(30,124)}=89,29$ $p=0,00$
2007/2008	1,069 $H_{(14,69)}=37,19$ $p<0,01$	0,933 $H_{(14,69)}=32,86$ $p<0,01$	1,330 $H_{(14,69)}=44,03$ $p<0,01$	5,070 $H_{(14,69)}=64,59$ $p=0,00$	1,276 $H_{(14,69)}=35,17$ $p<0,01$
2008/2009	1,012 $F_{(11,43)}=4,96$ $p<0,01$	0,779 $F_{(11,43)}=2,45$ $p=0,017$	1,374 $H_{(11,55)}=33,98$ $p<0,01$	4,890 $H_{(11,55)}=50,51$ $p=0,00$	1,287 $H_{(11,55)}=33,08$ $p<0,01$
2011/2012	2,595 $H_{(10,46)}=35,87$ $p<0,01$	1,964 $H_{(10,46)}=30,62$ $p<0,01$	1,111 $H_{(10,46)}=25,77$ $p<0,01$	3,227 $H_{(10,46)}=34,46$ $p<0,01$	1,875 $H_{(10,46)}=34,83$ $p<0,01$
2012/2013	1,352 $H_{(23,104)}=61,66$ $p=0,00$	1,4 $H_{(23,104)}=63,21$ $p=0,00$	1,797 $H_{(23,104)}=76,71$ $p=0,00$	2,665 $H_{(23,104)}=80,34$ $p=0,00$	1,754 $H_{(23,104)}=82,78$ $p=0,00$
2013/2014	1,005 $H_{(8,34)}=15,89$ $p=0,044$	0,973 $H_{(8,34)}=16,5$ $p=0,035$	1,554 $H_{(8,34)}=25,38$ $p<0,01$	1,206 $H_{(8,34)}=15,27$ $p=0,054$	1,573 $H_{(8,34)}=27,23$ $p<0,01$
Total	1,331 $H_{(145,620)}=384,6$ $p=0,00$	1,367 $H_{(145,620)}=371,8$ $p=0,00$	1,876 $H_{(145,620)}=488,7$ $p=0,00$	3,598 $H_{(145,620)}=548,1$ $p=0,00$	1,591 $H_{(145,620)}=469,7$ $p=0,00$

Legendas das Figuras

Figura 1. Coeficientes de variação intraindividual dos parâmetros acústicos dos cantos de anúncio de *Hypsiboas goianus*, gravados em dez estações reprodutivas (entre 1996 e 2014) na Floresta Nacional de Silvânia, Goiás, Brasil. A linha contínua referencia a variação de 5%, enquanto a linha tracejada referencia a variação de 12%. A linha pontilhada representa a variação média considerando todos os indivíduos analisados ao longo dos 18 anos de amostragem.

Figura 2. Coeficientes de variação intraindividual dos parâmetros acústicos dos cantos agressivos de *Hypsiboas goianus*, gravados em dez estações reprodutivas (entre 1996 e 2014) na Floresta Nacional de Silvânia, Goiás, Brasil. A linha contínua referencia a variação de 5%, enquanto a linha tracejada referencia a variação de 12%. A linha pontilhada representa a variação média considerando todos os indivíduos analisados ao longo dos 18 anos de amostragem.

Figura 3. Variação temporal dos parâmetros acústicos dos cantos de anúncio entre as dez estações reprodutivas para os dois primeiros eixos da Análise de Componentes Principais (PCA), assim como o resultado da Análise de Variância (ANOVA) para cada eixo.

Figura 4. Variação temporal dos parâmetros acústicos dos cantos agressivos entre as dez estações reprodutivas para os dois primeiros eixos da Análise de Componentes Principais (PCA), assim como o resultado da Análise de Variância (ANOVA) para cada eixo.

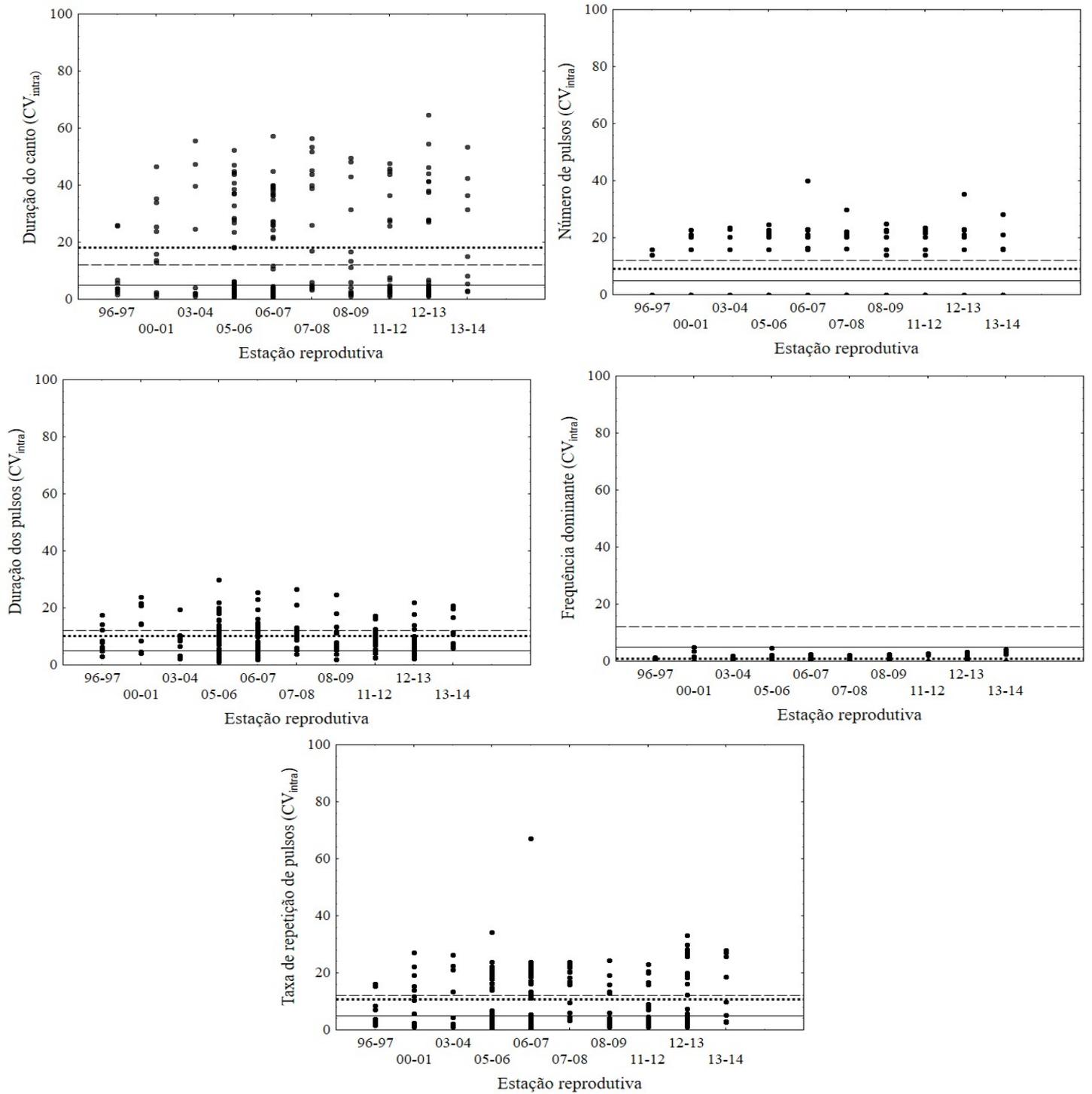


Figura 1

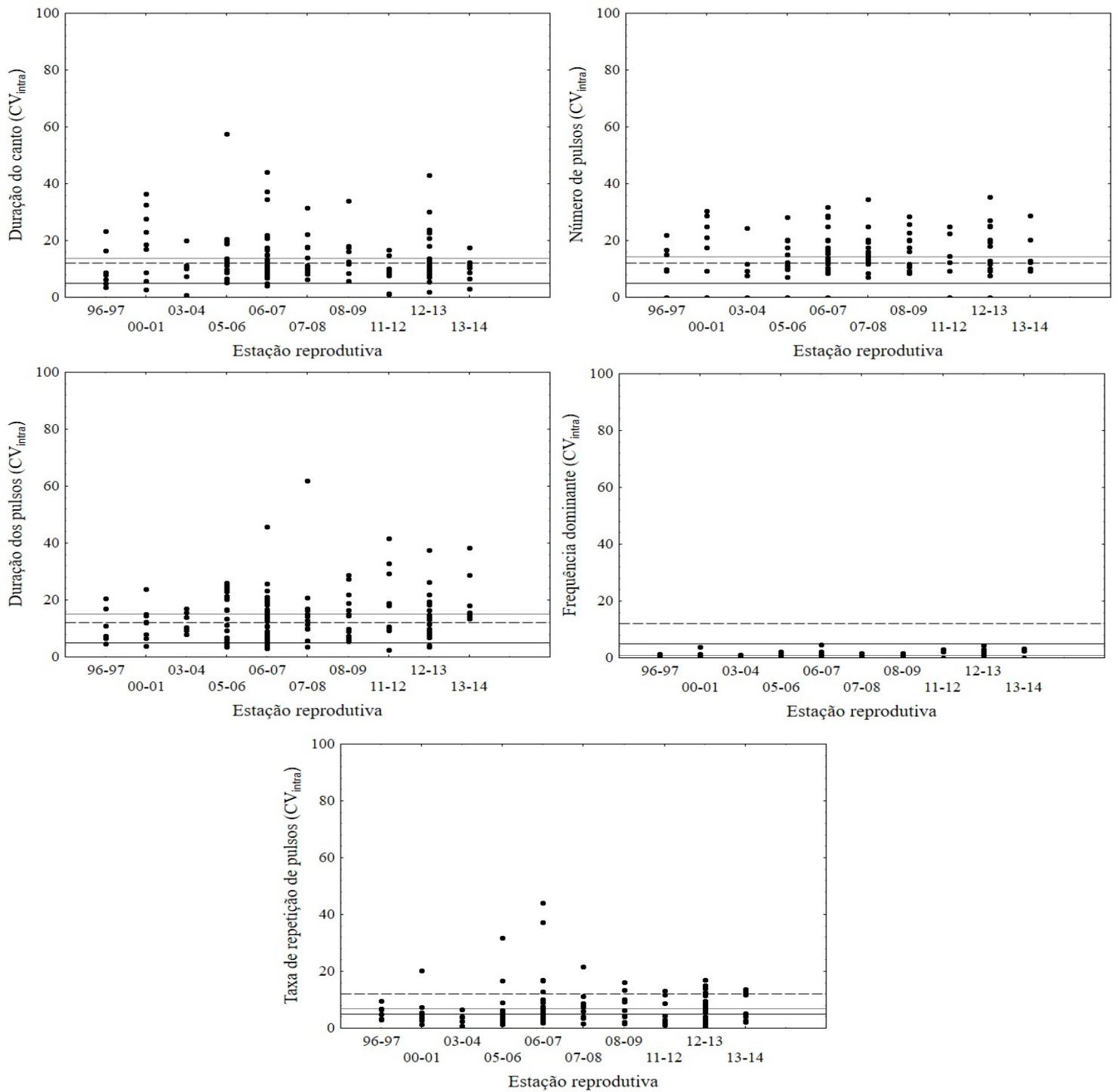


Figura 2

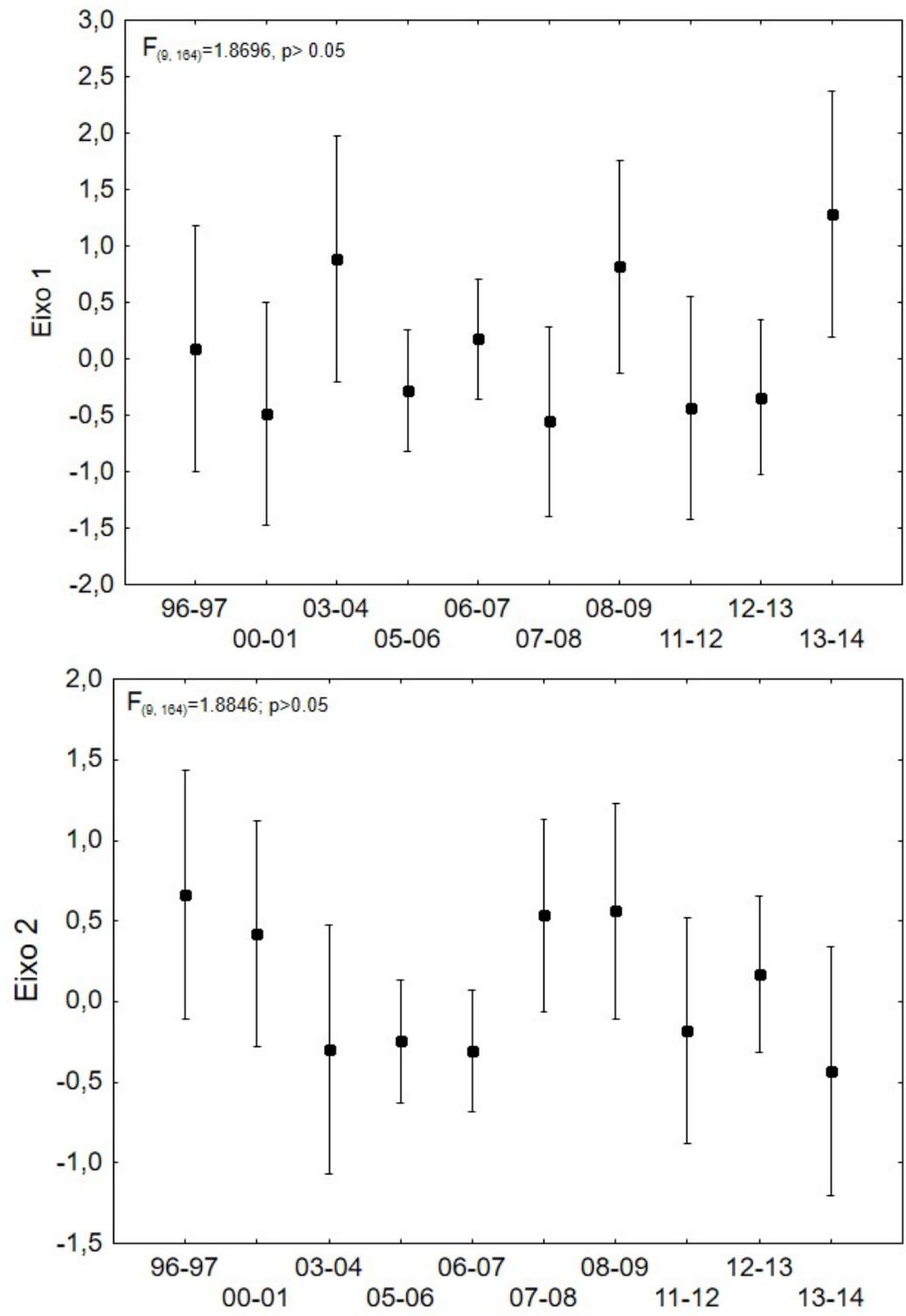


Figura 3

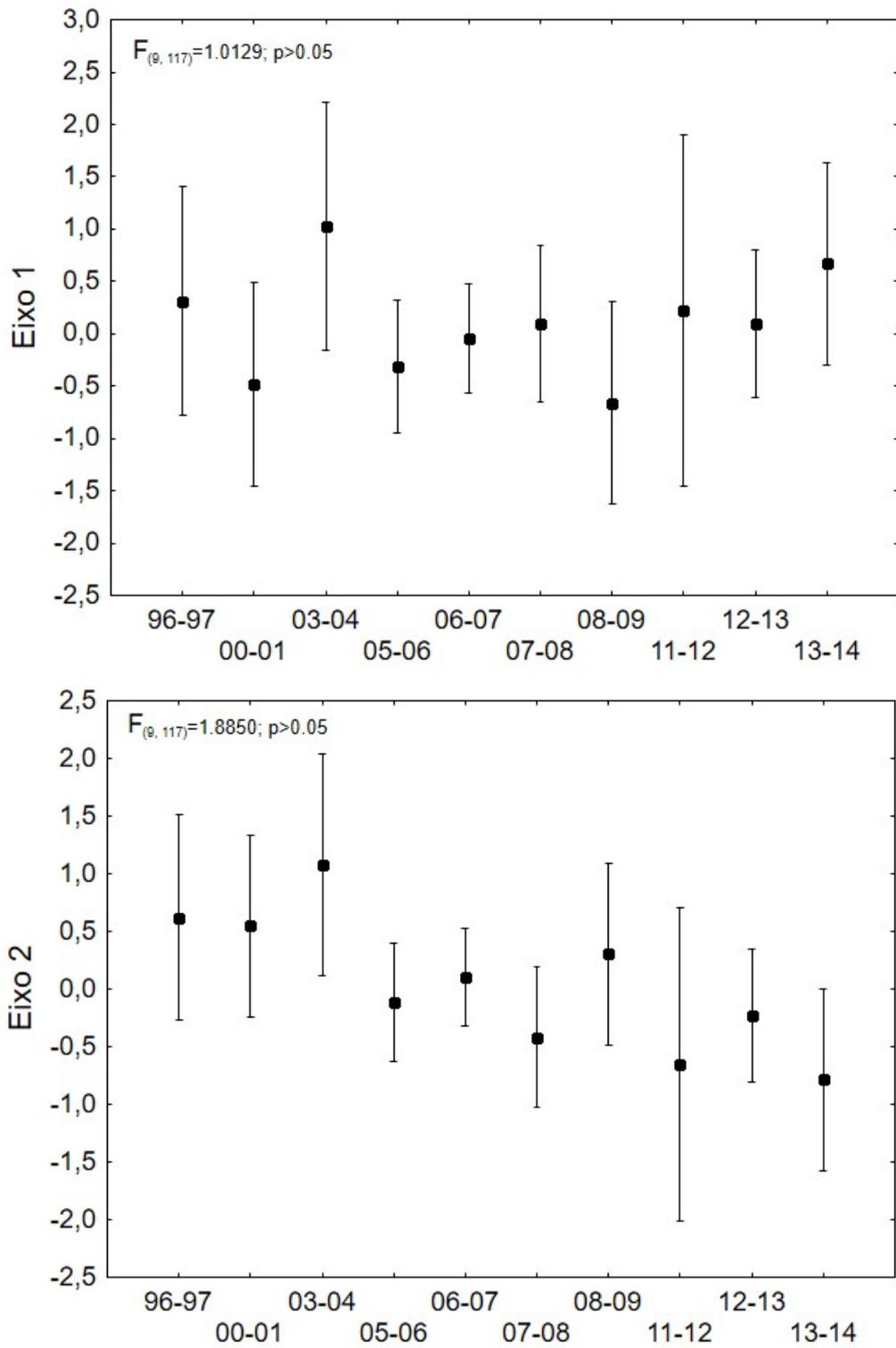


Figura 4

CAPÍTULO 2

Plasticidade acústica em *Hypsiboas goianus* (Anura, Hylidae): como machos respondem após sucessivas interações com competidores coespecíficos

(Manuscrito a ser submetido à revista *Ethology*; fator de impacto 1,171)

Resumo

Durante a estação reprodutiva, centenas de anuros se aglomeram em sítios de reprodução. Nesse sentido, diversos contextos sociais podem surgir e diferentes tipos de vocalização são utilizados para a resolução destes contextos. A capacidade de alterar o comportamento vocal de acordo com o contexto social evoluiu como a possibilidade de superar a competição intra-específica. Com o intuito de avaliar a resposta acústica de machos de *Hypsiboas goianus* em seguidas interações junto a um competidor coespecífico, foi ofertada uma amostra composta por cantos de anúncio repetidos em 10 períodos de *playbacks*. As taxas de repetição de cantos de anúncio e agressivos, referentes a cada período de *playback*, foram avaliadas com o auxílio de um teste t de medidas repetidas em comparação com o período *pré-playback*. Os indivíduos de *H.goianus* alteraram seu comportamento acústico com a simulação da chegada de um novo competidor durante as primeiras interações com o *playback* (períodos *playback 1* e *2*), posteriormente voltando a emitir taxas de repetição de cantos similares a aquelas observadas no período *pre-playback*.

Palavras-chave: *playbacks*, competição intraespecífica, bioma Cerrado, anuros.

Abstract

During the reproductive season, hundreds of anurans crowd in breeding sites. In this sense, various social contexts may occur e different kinds of vocalization are used for resolution of these contexts. The ability to modify their vocal behavior according to the social context evolved as a possibility to overcome the intraspecific competition. Aiming to evaluate the acoustic response of the male *Hypsiboas goianus* in repeated interactions to a conspecific competitor, a experiment composed by advertisement calls was offered repeated in 10 periods of *playbacks* to the focal males. The repetition rates of advertisement and aggressive calls, referring to each *playback* period, were evaluated with the assistance of paired t-test comparing to the *pre-playback* period. The *H. goianus* individuals modified their acoustic behavior with the simulation of the arrival of a new competitor during the first interactions with the *playback* (*playbacks 1 e 2*), afterward, the repetition taxes of calls similar to those observed in the *pre-playback* period were, once again, emitted.

Keywords: *playbacks*, intraspecific competition, Cerrado biome, anurans.

1. Introdução

A vocalização é a principal forma de sinalização em anuros, representando um importante mecanismo de comunicação, o qual possibilita principalmente o reconhecimento específico (Wells, 1977). Os anuros emitem diferentes tipos de vocalizações, sendo o canto de anúncio o sinal acústico mais conhecido e estudado (Furtado et al., 2016). Este canto é útil para subsidiar as fêmeas no processo de escolha de parceiros reprodutivos, uma vez que transmite informações a respeito do indivíduo que o emite (Ryan, 1988). Machos de muitas espécies também produzem cantos agressivos que são emitidos em resposta a indivíduos coespecíficos durante os encontros agonísticos (Bee et al., 2013). Tal comportamento pode ser compreendido como uma forma de revelar assimetrias na capacidade de luta entre os competidores (Parker, 1974), na tentativa de defender recursos no interior de um território, como locais de desova, parceiros sexuais, sítios de vocalização e alimentos (Wells, 2007). Em muitas espécies, as interações acústicas entre machos competidores apresentam-se de forma escalonada, no qual os machos primeiramente permutam cantos de anúncio, aumentando progressivamente os seus esforços de vocalização e a sobreposição dos cantos (Reichert & Gerhardt, 2014). Algumas interações terminam nesse estágio, enquanto outras se intensificam para a emissão mútua de cantos agressivos, e aquelas interações não resolvidas nessa fase se intensificam para o combate físico (Reichert & Gerhardt, 2011). No entanto, tais estratégias são dependentes da natureza da interação, dos custos e benefícios da sinalização, das reservas energéticas do indivíduo, além do estado motivacional (Wells & Taigen, 1986; Hurd & Enquist, 2005).

Desta forma, durante a atividade de vocalização, podem haver sobreposições dos cantos de diferentes indivíduos, tornando-os menos atraentes às fêmeas (Bosch & Márquez, 1996). Com isso, a capacidade de alterar o comportamento vocal de acordo

com o contexto social evoluiu como mecanismo que possibilitou superar a competição acústica intra-sexual (Dyson & Passmore, 1992). Para tentar reduzir a interferência causada por coespecíficos, os machos podem alterar algumas propriedades do canto, tais como: a taxa de repetição do canto, duração do canto e frequência dominante (Bastos & Haddad, 1995; Bee et al., 2000, Bee & Schwartz, 2013).

Rankin et al. (2009) definem o processo de habituação como uma diminuição da resposta comportamental resultante de repetidos estímulos e que não envolve fadiga sensorial ou motora. Este processo tem sido proposto como um mecanismo que permite aos machos se adaptarem às mudanças que ocorrem durante o coro reprodutivo das espécies de anuros que se reproduzem em “lek” (Marshall et al, 2003; Bee, 2016). Portanto, ele possibilita aos machos balancear os gastos energéticos entre cantos de anúncio e agressivos (Reichert, 2010), alterando os limiares de cantos de anúncio de competidores coespecíficos necessários para eliciar suas próprias respostas agressivas (Brenowitz & Rose, 1994; Reichert, 2010).

Recentemente, contribuições relevantes para o entendimento do comportamento acústico de *Hypsiboas goianus* (Lutz, 1968) estão disponíveis em literatura. Neste sentido, Morais et al. (2015), constataram que indivíduos de *H. goianus* não diferem suas respostas agressivas à machos competidores com diferentes estados de motivação, alterando suas taxas de emissão de cantos de anúncio e agressivos e suas frequências dominantes de forma igualitária. Em subsequente trabalho, Morais et al. (2016) detectaram que esta espécie não avalia o tamanho corporal de competidores coespecíficos em interações antagonísticas. Por sua vez, Signorelli et al. (2016) constataram a influência da temperatura, CRC e massa sobre os parâmetros acústicos do canto agressivo, classificaram os parâmetros temporais em dinâmicos e os espectrais em estáticos e detectaram a influência da frequência dominante para a discriminação

individual. Dessa forma, visando contribuir para a ampliação do conhecimento sobre o comportamento acústico de *H. goianus* o presente trabalho objetivou avaliar a reposta de machos focais em relação a um competidor coespecífico, testando a hipótese de que machos vocalizantes intensificam seu comportamento agressivo com a chegada de um novo competidor, porém reduzem-no após sucessivas interações acústicas.

2. Materiais e Métodos

Espécie estudada

Hypsiboas goianus é uma espécie endêmica do Cerrado restrita aos estados de Goiás, Distrito Federal e Minas Gerais (Frost, 2016). Nesta espécie, os indivíduos apresentam atividade reprodutiva prolongada (*sensu* Wells, 1977), no qual os machos utilizam gramíneas e arbustos como sítios de vocalização (Bastos et al., 2003). Os machos de *H. goianus* podem emitir diferentes tipos de vocalizações, tais como: canto de anúncio, canto agressivo curto, canto agressivo longo e canto de soltura (Guimarães et al., 2001; Menin et al., 2004; Dias et al., 2014, Signorelli et al., 2016). Atualmente a espécie se encontra classificada como Pouco Preocupante, porém suas populações têm diminuído devido à ameaças causadas por distúrbios antrópicos como desmatamento e atividades agrícolas (Eterovick, 2004).

Delineamento amostral

Os experimentos de *playback* foram realizados entre outubro de 2013 e abril de 2014 em um corpo d'água situado na Floresta Nacional de Silvânia, município de Silvânia, Goiás, Brasil. Cada turno de experimentação iniciou-se ao final da tarde (17:30h - 18:00h) e se encerrou quando a atividade dos animais diminuiu (02:00h). Os experimentos de *playback* foram realizados com 14 machos de *H. goianus*. Cada

amostragem foi composta de 11 períodos (*pré-playback*, *playback*1, *playback* 2,..., *playback* 10), com duração de dois minutos cada e separados por um intervalo de um minuto. Durante o período *pré-playback*, os machos de *H.goianus* não foram estimulados com cantos coespecíficos, sendo os demais períodos constituídos de estímulos compostos por cantos de anúncio sintéticos.

Estímulos sintéticos e registro das gravações

Os cantos de anúncio ofertados aos machos focais foram sintetizados, utilizando o *software Audacity 2.0.5*, no qual dois estímulos distintos foram confeccionados. No geral, estes estímulos diferiram apenas em relação à frequência dominante, mas ambos apresentaram duração de 320 ms, sendo compostos por três pulsos cuja as respectivas durações foram: 24, 68 e 44 ms em uma taxa de repetição de 4 cantos por minuto. Estes valores foram baseados em uma amostra prévia da espécie em questão (Morais et al. 2016). Para a frequência dominante foi adotado a variação superior e inferior de 1,5 o desvio padrão da média. Desta forma, sete indivíduos foram estimulados com cantos de frequência dominante igual a 3573 Hz, simulando indivíduos pequenos, enquanto outros sete indivíduos foram estimulados com a frequência dominante de 3123 Hz, simulando competidores coespecíficos grandes.

Os cantos sintéticos foram emitidos com uma resolução de 16-bit a uma taxa de amostragem de 44.1 Hz por uma caixa de som portátil digital (modelo Qaaq-QA-909A; Output power = 3 W × 2; Frequência de resposta = 100 Hz – 18 kHz). A caixa de som portátil foi posicionada cerca de 50 cm do macho focal e as emissões foram padronizadas a 75 dB SPL. As vocalizações emitidas pelos machos focais foram registradas com o uso de microfone Senheiser ME66 acoplado a um gravador Marantz PMD660 (44.1kHz, 16 bits, formato WAV). Após cada sessão de gravação, o macho

focal foi coletado para se obter as medições de comprimento rostro-cloacal (com um paquímetro de precisão de 0,01mm) e peso (com balança digital de precisão de 0,01g). Após as medições os indivíduos foram marcados com etiquetas *Alpha Tags* para se evitar pseudo-réplicas e soltos nos respectivos locais de captura.

Análise dos dados e análises estatísticas

Para cada gravação, foram analisadas as taxas de repetição de cantos de anúncio e agressivos pelos machos focais. Demais parâmetros acústicos não foram utilizados, pois não foi possível obter número de amostras iguais entre os machos analisados para se realizar comparações. A análise das vocalizações foi realizada utilizando-se o programa *Raven 1.4 Pro*. As diversas formas de vocalizações agressivas apresentadas pelos machos focais foram classificadas, de forma geral, em apenas uma taxa de repetição de cantos agressivos. Essa medida foi utilizada para facilitar as comparações entre as duas formas de comportamento analisadas.

Conforme descrito por Morais et al. (2016), o comportamento acústico dos machos de *H.goianus* não difere em relação aos competidores coespecíficos com tamanhos corporais distintos (indivíduos grandes vs pequenos). Tendo isso em vista, com o intuito de aumentar a precisão das análises realizadas, os dois grupos de tratamento foram considerados como apenas um. Para verificar diferenças morfológicas entre os dois grupos de machos, que pudessem impedir o agrupamento, foi realizado testes *t* entre o CRC e a massa dos machos amostrados.

Para avaliar se os machos de *H.goianus* reduzem os seus níveis de agressividade após sucessivas interações com competidores coespecíficos, foi utilizado um teste *t* de amostras dependentes para as taxas de emissão de cantos de anúncio e agressivo, tendo o período *pré-playback* como valor referencial para a comparação. Os pressupostos de

todos os testes utilizados foram analisados e atendidos, o nível de significância atribuído para os testes foi de $\leq 0,05$.

3. Resultados

Os indivíduos amostrados não diferiram entre seus CRC's ($t=-0,768$; $gl=12$; $p=0,45$) e suas massas ($t=-1,289$; $gl=12$; $p=0,22$). Dessa forma, diferenças entre seus tamanhos e pesos não interferiram nas taxas de repetição dos cantos emitidos em resposta à simulação de competidores.

Os machos de *H. goianus* apresentaram plasticidade acústica em resposta aos estímulos de um novo competidor coespecífico. No geral, a taxa de repetição total de cantos, que representa o esforço total de vocalização despendido pelos machos, não variou ao longo do experimento de *playback*. No entanto, durante os primeiros períodos do experimento, observaram-se variações nas proporções com que os cantos de anúncio e agressivos foram emitidos (Tabela 1).

De modo geral, durante os períodos *playback1* e *playback 2*, os indivíduos diminuíram sua taxa de emissão de cantos de anúncio em relação ao período pré-*playback* (sem estímulos), enquanto houve um acréscimo na taxa de emissão de cantos agressivos (Figura 1, Tabela 1). Após os períodos *playback 1* e *2* os machos voltaram a emitir cantos de anúncio e agressivo em taxas semelhantes aquelas observadas no período pré-*playback*, com exceção do período *playback 7*, porém em proporções ligeiramente superiores (Figura 1, Tabela 1).

4. Discussão

No presente estudo observou-se que o comportamento acústico dos machos de *H. goianus* foi alterado devido à presença de um competidor coespecífico, pois tais machos aumentaram a taxa de emissão de seus cantos agressivos, enquanto reduziram a emissão de seus cantos de anúncio. Esta alteração ocorreu durante os períodos iniciais (*playback* 1 e 2) do experimento, pois, após cinco minutos de interação acústica, as taxas de emissão de ambos os cantos tornaram-se similares a aquelas observadas no período *pre-playback*. Desta forma, foi possível encontrar evidências de que os machos desta espécie alteram o seu comportamento acústico de acordo com o contexto social em que estão inseridos e, conseqüentemente, corroborar a hipótese inicial deste trabalho.

Apesar de suas respostas agressivas, machos de *H. goianus* ainda mantêm esforços destinados à emissão de cantos de anúncio. A plasticidade acústica apresentada por estes indivíduos revela um mecanismo que permite equilibrar os esforços entre a pressão imposta por um competidor coespecífico e a manutenção de sua atratividade para as fêmeas. Resultado similar tem sido previamente descrito por Moraes et al. (2015, 2016), portanto, sugere-se que este padrão seja encontrado em espécies que se reproduzem através de sistema de “lek”, como é o caso de *Hypsiboas goianus*. Neste sistema, os duelos surgem na tentativa de machos competidores impedirem um ao outro de vocalizarem muito próximos, possivelmente para minimizarem o risco de interferência acústica (Bee et al., 2016). Os duelos ocorrem em níveis escalonados (Wells 1977; Reichert & Gehardt, 2011), onde os cantos agressivos são fundamentais para a defesa de seus territórios (Whitney, 1980), porém são menos atrativos para as fêmeas (Brenowitz & Rose, 1994; Grafe, 1995; Brenowitz & Rose 1999).

Tendo isso em vista, em um cenário onde a disponibilidade energética pode ser limitada durante a estação reprodutiva, a manutenção de um esforço ótimo entre cantos

de anúncio e agressivos é fundamental para evitar o gasto energético excessivo. Tal comportamento foi predito pelo modelo desenvolvido por Mccauley et al. (2000) e observado por Marshal et al. (2003) em *Pseudacris crucifer*. Tal comportamento garante uma maior permanência ao longo do período de reprodução. Dessa forma repelindo indivíduos coespecíficos e atraindo fêmeas, simultaneamente, machos podem reduzir os custos de interações acústicas (Wagner, 1989)

Apenas cinco das 6678 espécies de anuros tem sido estudada em relação ao processo de habituação, sendo elas: *Pseudacris crucifer* (Marshal et al., 2003), *Pseudacris regila* (Brenowitz e Rose, 1994), *Dendropsophus ebraccatus* (Reicherdt, 2010), *Lithobates catesbeianus* (Bee & Gerhadt, 2001) e *Lithobates clamitans* (Owen & Perril, 1998). Sendo assim, os resultados obtidos no presente estudo juntamente com aqueles apresentados por Morais et al. (2016), representam as primeiras evidências de que machos de *H.goianus* possam apresentar o processo de habituação em suas interações. Reicherdt (2010) salienta a possibilidade de espécies que apresentam intenso comportamento agressivo (p.ex.: *D. ebraccatus*) serem sensibilizadas por cantos dos competidores e assim diminuïrem o limiar de quantidade de vocalizações necessárias para a resposta agressiva dessas espécies, apesar desse processo ser pouco documentado entre os anuros (Bee, 2001).

O conhecimento a cerca do comportamento social é fundamental para a tomada de possíveis ações conservacionistas, principalmente em espécies que enfrentam fortes pressões antrópicas, como os anuros encontrados no Cerrado brasileiro (Morais et al,2015). Dessa forma, o entendimento das escolhas tomadas pelos machos para otimizar seus gastos e reservas energéticas se mostra fundamental. Apesar das respostas já obtidas a respeito do comportamento acústico de *Hypsiboas goianus*, ainda há uma lacuna de conhecimento a ser preenchida. Dentre futuros estudos, aqueles capazes de

responder questões a respeito das alterações dos limiares agressivos a diferentes tipos de cantos, a especificidade do estímulo e que possam descartar a influência da fadiga motora em seus delineamentos possibilitarão testar hipóteses a respeito da habituação em machos de *H. goianus*, assim como avaliar a influência deste processo em balanços entre cantos de anúncio e agressivos e a otimização energética, por exemplo.

5. Referências

Bastos, R.P. & Haddad, C.F.B. 1995. Vocalizações e Interações Acústicas de *Hyla elegans* (Anura, Hylidae), Durante a Atividade Reprodutiva. *Naturalia* **20**, 165–176.

Bastos, R.P.; Bueno, M.A.F.; Dutra, S.L. & Lima, L.P. 2003. Padrão de Vocalização de Anúncio em Espécies de Hylidae (anura) do Brasil Central. *Comunicações do Museu Ciências e Tecnologia* **16**, 39–51.

Bee, M.A.; Stephen, A.P. & Owen, P.C. 2000. Male Green Frogs Lower The Pitch of Acoustic Signals in Defense of Territories: a Possible Dishonest Signal of Size? *Behav Ecol* **11**(2),169-177.

Bee, M.A. & GerhardT, H.C. 2001. Neighbour – Stranger Discrimination by Territorial Male Bullfrogs (*Rana catesbeiana*): I. Acoustic Basis. *Anim Behav* **62**, 1129 – 1140.

Bee, M.A. 2001. Habituation and Sensitization of Aggression in Bullfrogs (*Rana catesbeiana*): Testing the Dual-Process Theory of Habituation. *J Comp Psychol* **115**(3), 307-316.

Bee, M. & Schwartz, J.J. 2013. Calling in Treefrog Choruses: Modifications and Mysteries. *Proc Meet Acoust* **19**, 1-6.

Bee, M.; Suyesh, R. & Biju, S.D. 2013. Vocal Behavior of the Ponmudi Bush Frog (*Raorchestes graminirupes*): Repertoire and Individual Variation. *Herpetologica* **69**(1), 22–35.

Bee, M.; Reichert, M.S. & Tumulty, J. 2016, no prelo. Assessment and Recognition of Rivals in Anuran Contests. *Adv Stud Beh* **48**.

Bosch, J. & Márquez, R. 1996. Acoustic Competition in Male Midwife Toads *Alytes obstetricians* and *Alytes cisternasii*: Response to Neighbor Size and Calling Rate. Implications for Female Choice. *Ethology* **102**, 841–855.

Brenowitz, E. A. & Rose, G. J. 1994. Behavioural Plasticity Mediates Aggression in Choruses of the Pacific treefrog. *Anim Behav* **47**, 633 – 641.

Brenowitz, E. A. & Rose, G. J. 1999. Female choice and plasticity of male calling behaviour in the Pacific treefrog. *Anim Behav* **57**, 1337–1342.

Dias, T.M.; Bastos, R.P.; Siqueira, M.N. & Morais, A.R. 2014. The Release Call of *Hypsiboas goianus* (B. Lutz, 1968) (Anura: Hylidae) From Central Brazil. *Herpetol Notes* **7**, 215–217.

Dyson, M.L. & Passmore, N.I. 1992. Inter-Male Spacing and Aggression in African Painted Reed frogs, *Hyperolius marmoratus*. *Ethology* **91**:237–247.

Eterovick, P.C.; Bastos, R. & Silvano, D. 2004. *Hypsiboas goianus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004. Acessado em: 25/01/2017. Disponível em :<http://www.iucnredlist.org/details/55490/0>.

Frost, D.R. 2016. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0. Acessado em 24/01/2016. Disponível em: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.

Furtado, R.; Santos, S.P.; Dias, T.M.; Bastos, R.P. & Nomura, F. 2016. Vocal Repertoire During Reproductive and Aggressive Contexts of Three Brazilian Tree Frogs: *Bokermannohyla sapiranga*, *Hypsiboas albopunctatus* and *H. goianus* (Anura: Hylidae). *South Am J Herpetol* **11**(2), 136-147.

Grafe, T. U. 1995. Graded Aggressive Calls in the African Painted Reed Frog *Hyperolius marmoratus* (Hyperoliidae). *Ethology* **101**(1), 67-81.

Guimarães, L.D.; Lima, L.P.; Juliano, R.F. & Bastos, R.P. 2001. Vocalizações de Espécies de Anuros (Amphibia) no Brasil Central. *Boletim do Museu Nacional, Série Zoologia* 474, 1-14.

Hurd, P.L. & Enquist, M. 2005. A Strategic Taxonomy of Biological Communication. *Anim Behav* **70**, 1155-1170.

Marshall, V.T.; Humfeld, S.C. & Bee, M.A. 2003. Plasticity of Aggressive Signalling and its Evolution in Male Spring Peepers, *Pseudacris crucifer*. *Anim Behav* **65**, 1223 – 1234.

Mccauley, J.S.; Bouchard, S.S.; Farina, B.J.; Isvaran, K.; Quader, S.; Wood, D.W. & Mary, C.M. 2000. Energetic Dynamics and Anuran Breeding Phenology: Insights From a Dynamic Game. *Behav Ecol* **11** (4), 429–436.

Menin, M.; Silva, R.A. & Giaretta, A.A. 2004. Reproductive Biology of *Hyla goiana* (Anura, Hylidae). *Iheringia, Sér Zool.* **94**(1), 49-52.

Morais, A.R.; Siqueira, M.N. & Bastos, R.P. 2015. How do Males of *Hypsiboas goianus* (Hylidae: Anura) Respond to Conspecific Acoustic Stimuli?. *Zoologia(Curitiba)* **32**(6), 431 – 437.

Morais, A.R.; Siqueira, M.N.; Marquez, R. & Bastos, R.P. 2016. Males of *Hypsiboas goianus* (Anura ; Hylidae) do Not Assess Neighbor Fighting Ability Through Acoustic Interactions. *Acta Ethol* **19**, 43-50.

Owen, P. C. & Perrill, S. A. 1998. Habituation in the Green Frog, *Rana clamitans* *Behav Ecol Sociobiol.* **44**, 209–213.

Parker, G.A. 1974. Assessment Strategy and the Evolution of Fighting Behaviour. *J Theor Biol* **47**, 223-243.

Rankin, C. H.; Abrams, T.; Barry, R. J.; Bhatnagar, S.; Clayton, D. F.; Colombo, J.; Coppola, G.; Geyer, M.A.; Glanzman, D.L.; Marslan, S.; Mcsweeney, F.K.; Wilson, D.A.; Wu, C.F. & Thompson, R. F. 2009. Habituation Revisited: an Updated and Revised Description of the Behavioral Characteristics of Habituation. *Neurobiol Learn Mem* **92**(2), 135-138.

Reichert, M. 2010. Aggressive Thresholds in *Dendropsophus ebraccatus*: Habituation and Sensitization to Different Call Types. *Behav Ecol Sociobiol* **64**, 529 – 539.

Reichert, M. & GERHARDT, H. 2011. The Role of Body Size on the Outcome, Escalation and Duration of Contests in the Grey Treefrog, *Hyla versicolor*. *Animal Behaviour* **82**(6):1357-1366.

Reichert, M. & Gerhardt, H. 2014. Behavioral Strategies and Signaling in Interspecific Aggressive Interactions in Gray Tree Frogs. *Behav Ecol* **25**(3)520-530.

Ryan, M.J. 1988. Constraints and Patterns in the Evolution of Anuran Acoustic Communication. In: *The Evolution of the Amphibian Auditory System*. (Fritsch, B.; Ryan, M.; Wilczynski, W.; Walkowiak, W. & Hetherington) T. Ed., New York, John Wiley and Sons Inc. pp.637- 677.

Signorelli, L.; Morais, A.R.; Vieira, R.R.S. & Bastos, R.P. 2016. Vocalizations of *Hypsiboas goianus* (Lutz, 1968) (Anura: Hylidae) in Central Brazil. *Stud Neotrop Fauna and Environment* **51** (3),188-196.

Wagner, W. E. 1989. Social Correlates of Variation in Male Calling Behavior in Blanchard's Cricket Frog, *Acris crepitans blanchardi*. *Ethology* **82**(1), 27 - 45.

Wells, K.D. 1977. The Social Behaviour of Anuran Amphibians. *Anim Behav* **25**, 666–693.

Wells, K.D. & Taigen, T.L. 1986. The Effects of Social Interactions on Calling Energetics in the Gray Treefrog (*Hyla versicolor*). *Behav Ecol Sociobiol* **19**, 9-18.

Wells, K.D. 2007. *The Ecology and Behavior of Amphibians*. University of Chicago Press, Chicago.

Whitney, C. L. 1980. The Role of the 'Encounter' Call in Spacing of Pacific treefrogs, *Hyla regilla*. *Can J Zoo* **58**, 75–78.

Tabela 1. Valores estatísticos para as comparações entre o período *pré-playback* os demais períodos *playback* para as taxas de repetição de cantos de anúncio, agressivo e total de *Hypsiboas goianus*, registrados entre abril de 2013 e outubro de 2014 na Floresta Nacional de Silvânia, Silvânia, Goiás, Brasil. (t=teste *t* para amostras dependentes, gl= graus de liberdade, valores em negrito para p significativo $\leq 0,05$).

	Taxa de repetição de cantos de anúncio	Taxa de repetição de cantos agressivos	Taxa de repetição total de cantos
Pre vs <i>playback</i> 1	t=2,58; gl=13; p=0,02	t=-2,26; gl=13; p=0,04	t=-0,44; gl=13; p=0,66
Pre vs <i>playback</i> 2	t=3,01; gl=13; p=0,01	t=-0,96; gl=13; p=0,35	t=0,67; gl=13; p=0,51
Pre vs <i>playback</i> 3	t=1,67; gl=13; p=0,11	t=-2,06; gl=13; p=0,06	t=-0,61; gl=13; p=0,54
Pre vs <i>playback</i> 4	t=1,82; gl=13; p=0,09	t=-1,62; gl=13; p=0,12	t=-0,31; gl=13; p=0,75
Pre vs <i>playback</i> 5	t=1,34; gl=13; p=0,20	t=-2,12; gl=13; p=0,052	t=-0,99; gl=13; p=0,33
Pre vs <i>playback</i> 6	t=1,64; gl=13; p=0,12	t=-0,71; gl=13; p=0,48	t=0,28; gl=13; p=0,77
Pre vs <i>playback</i> 7	t=1,40; gl=13; p=0,18	t=-2,51; gl=13; p=0,02	t=-0,99; gl=13; p=0,33
Pre vs <i>playback</i> 8	t=1,68; gl=13; p=0,11	t=-1,36; gl=13; p=0,19	t=-0,09; gl=13; p=0,92
Pre vs <i>playback</i> 9	t=1,65; gl=13; p=0,12	t=-1,66; gl=13; p=0,12	t=-0,44; gl=13; p=0,66
Pre vs <i>playback</i> 10	t=1,41; gl=13; p=0,17	t=-1,53; gl=13; p=0,14	t=0,08; gl=13; p=0,93

Legenda da Figura

Figura 1. Variação das taxas de repetição de cantos de anúncio e agressivos durante o período pré-playback e demais períodos estímulo por *playback* emitidos por 14 machos de *Hypsiboas goianus*, registrados entre abril de 2013 e outubro de 2014 na Floresta Nacional de Silvânia, Silvânia, Goiás, Brasil.

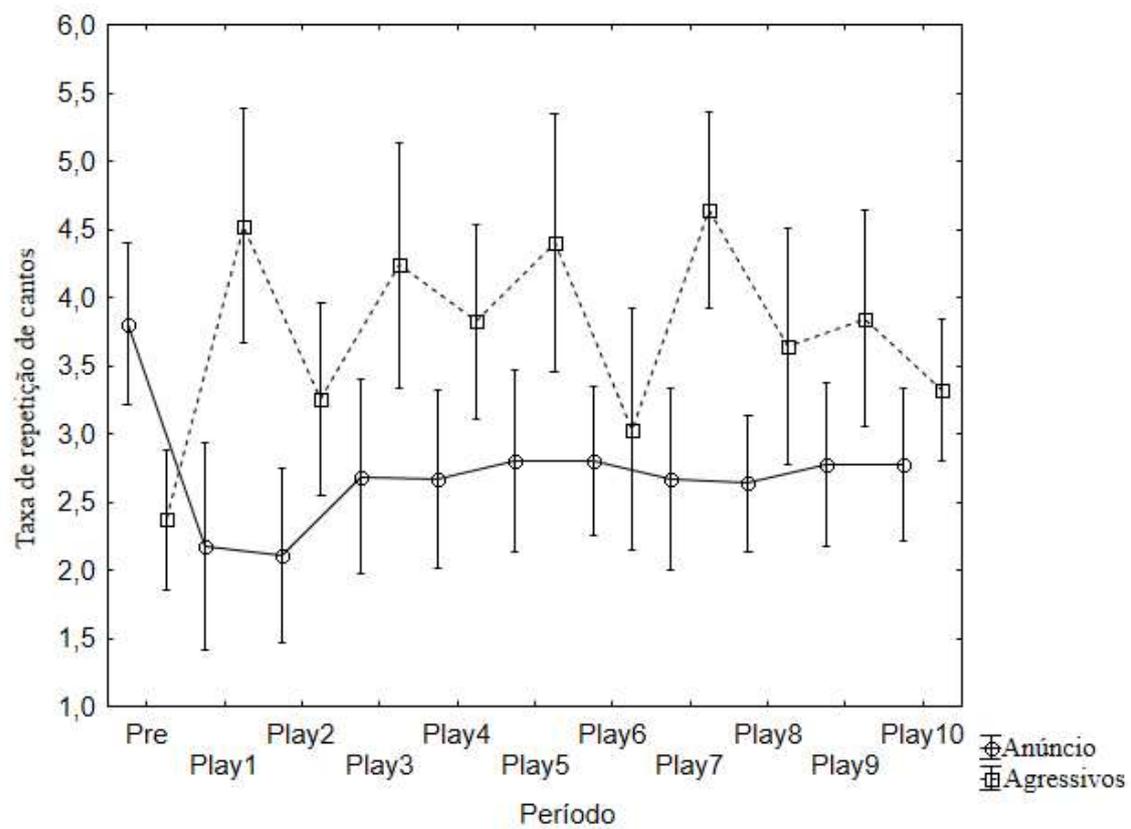


Figura 1