



CAMPUS DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO

Variação acústica e comportamental de *Hypsiboas latistriatus*
(Caramaschi & Cruz, 2004)

Lucas Borges de Souza Arruda

MESTRADO



PÓS GRADUAÇÃO
EM BIOLOGIA ANIMAL

Biologia
Estrutural



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de São José do Rio Preto

Lucas Borges de Souza Arruda

Variação acústica e comportamental de *Hypsiboas latistriatus*
(Caramaschi & Cruz, 2004)

São José do Rio Preto
2017

Lucas Borges de Souza Arruda

Varição acústica e comportamental de *Hypsiboas latistriatus*
(Caramaschi & Cruz, 2004)

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biologia Animal junto ao Programa de Pós-graduação em Biologia Animal do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES

Orientador: Prof. Dr. Itamar Alves Martins

São José do Rio Preto
2017

Arruda, Lucas Borges de Souza.

Variação acústica e comportamental de *Hypsiboas latistriatus*
(Caramaschi & Cruz, 2004) / Lucas Borges de Souza Arruda. -- São José
do Rio Preto, 2017

59 f. : il., grafs., tabs.

Orientador: Itamar Alves Martins

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho”, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas.

1. Biologia animal. 2. Bioacústica. 3. Animais - Sons. 4. Mantiqueira,
Serra da. 5. Experimento de playback. I. Martins, Itamar Alves. II.
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Instituto de
Biociências, Letras e Ciências Exatas. III. Título.

CDU – 597.6

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IBILCE
UNESP - Câmpus de São José do Rio Preto

Lucas Borges de Souza Arruda

Variação acústica e comportamental de *Hypsiboas latistriatus*
(Caramaschi & Cruz, 2004)

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biologia Animal junto ao Programa de Pós-graduação em Biologia Animal do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Itamar Alves Martins
UNITAU - Taubaté
Orientador

Prof. Dr. Fernando Rodrigues da Silva
UFSCAR - Campus Sorocaba

Prof^a. Dr^a. Cynthia Peralta de Almeida Prado
UNESP - Campus Jaboticabal

São José do Rio Preto
2017

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Itamar Alves Martins, por ter aberto as portas do seu laboratório e me recebido, pelos ensinamentos e valores éticos transmitidos, pela confiança, paciência e amizade. Pelos inúmeros cafés e risadas fundamentais ao longo desta jornada.

Aos meus pais, Luci, Plínio e meu irmão Diego, por sempre me apoiarem em todos os momentos.

A Arieth “Ri”, minha companheira desde a graduação, pelo amor e carinho, por todos estes anos, pela paciência durante os períodos de coleta e por me incentivar em todos os momentos.

Aos meus colegas e amigos do laboratório da UNITAU, Lucas “Lucão”, Paulo, Maysa, Tainá, Daniel, Aline, Henrique, Eduardo “Dú”, pelas conversas, discussões, apoio durante as coletas, risadas e cafezinhos.

Aos meus amigos do laboratório da UNESP de Botucatu, Silvio e William, pelos ensinamentos e orientação durante a graduação, pela amizade, confiança, apoio e pelos inúmeros trabalhos de campo. Ao Prof. Dr. Jorge Jim “*in memoriam*” por ter me aceitado em seu laboratório e pelos valores transmitidos direta e indiretamente por ele e por todos aqueles formados em seu laboratório.

Aos meus amigos Paulo “Cumbica” e Leandro “Pig” pela ótima convivência estes anos em Taubaté e força nesta etapa. Ao Cumbica pelas horas de estudo, discussões, risadas, auxílio nas coletas, pela caminhada, fome e frio no Itatiaia.

A Giulia e ao Rodolfo pela amizade desde os tempos da KG e pelas versões em inglês dos resumos.

Aos amigos, Fernando, Marcela, Lara, Silara e Paquito da UNESP de São José do Rio Preto pela amizade e estadias durante as disciplinas.

A Seção de Pós-Graduação de São José do Rio Preto por toda a atenção e prontidão, e por realizarem um excelente trabalho.

A Capes pelo auxílio financeiro essencial durante a minha formação e realização dos trabalhos de campo.

Ao Ibama e ao Instituto Florestal pelas licenças de coleta. A Camila, gestora do Parque Estadual de Campos do Jordão e ao Léo Nascimento, gestor do Parque Nacional do Itatiaia,

pela disponibilidade, atenção e auxílio para a realização dos trabalhos de campo. Aos funcionários de ambos os parques.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento parcial deste projeto (# 2013/50741-07), e pela aquisição de equipamentos fundamentais para a realização deste projeto de pesquisa.

A Universidade de Taubaté, UNITAU, em especial ao Instituto Básico de Biociências, Departamento de Biologia pelo espaço físico disponibilizado.

“A humanidade é um sonâmbulo, impressada entre as fantasias do sono e o caos do mundo real. A mente procura, mas não consegue achar o lugar e a hora precisos. Criamos uma civilização de Guerra nas estrelas, com emoções da Idade da Pedra, instituições medievais e tecnologia divina. Nós nos debatemos. Ficamos perplexos com o mero fato de nossa existência, e nos tornamos um perigo para nós e para o resto dos seres vivos.”

Edward O. Wilson – A conquista social da terra, 2012.

Sumário

Espécie alvo do estudo	8
Referências bibliográficas	10
Capítulo 1 - Descrição e variação do canto de anúncio de <i>Hypsiboas latistriatus</i> (Caramaschi & Cruz, 2004)	13
Resumo	14
Abstract	15
Introdução	16
Material e Métodos	18
Resultados	21
Discussão	26
Referências Bibliográficas	29
Apêndice 1	35
Capítulo 2 – Experimento de <i>playback</i> e função do canto de <i>Hypsiboas latistriatus</i> (Caramaschi & Cruz, 2004)	36
Resumo	37
Abstract	38
Introdução	39
Material e Métodos	41
Resultados	47
Discussão	51
Referências Bibliográficas	55

Espécie alvo do estudo

A espécie *Hypsiboas latistriatus* (Caramaschi & Cruz, 2004) (Figura 1) foi escolhida como modelo para realização deste estudo por: i) não ter o seu canto de anúncio descrito, ii) apresentar um período reprodutivo prolongado, iii) vocalizar em coros e em agregados em que há a formação de coros, consequentemente, ocorrência de interações sociais, iv) além de ser endêmica da Serra da Mantiqueira. Foram estudados os indivíduos presentes no Parque Estadual de Campos do Jordão, município de Campos do Jordão, SP e no Parque Nacional do Itatiaia, nos municípios de Itamonte, Minas Gerais e Itatiaia, Rio de Janeiro, os extremos populacionais conhecidos para a espécie, que distam em linha reta, 85 km.



Figura 1: Macho de *Hypsiboas latistriatus* em atividade de vocalização no Parque Estadual de Campos do Jordão, Campos do Jordão, São Paulo, SP.

O grupo *Hypsiboas polytaenius*, no qual a espécie *Hypsiboas latistriatus* está inserida, foi proposto por Cruz & Caramaschi (1998) e inclui espécies de pequeno porte (CRC 25,6 – 40,6 mm nos machos, 29,0 – 51,6 mm nas fêmeas), corpo alongado, cabeça estreita, ausência de barras transversais ou manchas nas faces anterior e posterior das coxas e na região inguinal; coloração dorsal composta por listras longitudinais parcialmente definidas. Este

padrão de coloração dorsal é uma sinapomorfia para o grupo, homoplástica em *Hypsiboas bischoffi* (Boulenger, 1887) (Cruz & Caramaschi, 1998; Caramaschi & Cruz, 2004).

Análises filogenéticas realizadas por Faivovich *et al.* (2004, 2005), Lehr *et al.* (2010) e Duellman *et al.* (2016) corroboram os resultados propostos por Cruz & Caramaschi (1998) ao reconhecer a formação do clado *Hypsiboas polytaenius* (Cope, 1870), propondo a sua inserção em um clado mais abrangente, o grupo *H. pulchellus* (Dumeril & Bribon, 1841).

A distribuição do clado *Hypsiboas polytaenius*, composto atualmente por 12 espécies: *H. bandeirantes* (Caramaschi & Cruz, 2013), *H. beckeri* (Caramaschi & Cruz, 2004), *H. botumirim* (Caramaschi *et al.*, 2009), *H. buriti* (Caramaschi & Cruz 1999), *H. cipoensis* (Lutz, 1968), *H. goianus* (Lutz, 1968), *H. latistriatus* (Caramaschi & Cruz, 2004), *H. leptolineatus* (Braun & Braun, 1977), *H. jaguariaivensis* (Caramaschi *et al.*, 2010), *H. phaeopleura* (Caramaschi & Cruz, 2000), *H. polytaenius* (Cope, 1870) e *H. stenocephalus* (Caramaschi & Cruz, 1999), abrange as regiões sul, sudeste e centro-oeste do Brasil (Caramaschi & Cruz, 2013). A espécie foco deste estudo está restrita a regiões de grandes altitudes, acima de 1400 metros, na Serra da Mantiqueira, entre os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro.

Salvo os trabalhos de descrição dos indivíduos adultos supracitados e dos girinos de *H. cipoensis*, *H. goianus*, *H. latistriatus*, *H. leptolineatus* e *H. polytaenius* (Eterovick *et al.*, 2002; Both *et al.*, 2007; Orrico *et al.*, 2007; Pinheiro *et al.*, 2013), bem como os trabalhos de bioacústica com *Hypsiboas goianus* (Menin *et al.*, 2004; Morais *et al.*, 2015; Morais *et al.*, 2016; Signorelli *et al.*, 2016), informações biológicas pertinentes às espécies incluídas no clado *H. polytaenius* são, de modo geral, escassas.

Este estudo tem por objetivos: i) descrever e comparar as vocalizações emitidas por *Hypsiboas latistriatus* em duas localidades na Serra da Mantiqueira, a localidade tipo da espécie em Itamonte, Minas Gerais, e em Campos do Jordão, São Paulo, Brasil; ii) comparar as vocalizações emitidas por *Hypsiboas latistriatus* com as vocalizações descritas para as espécies incluídas no clado *Hypsiboas polytaenius*; iii) determinar os tipos e a função biológica das vocalizações emitidas por *Hypsiboas latistriatus* a partir da realização de experimentos de *playback* em condições naturais.

Referências bibliográficas

- BOTH, C.; KWET, A.; SOLÉ, M. 2007. The Tadpole of *Hypsiboas leptolineatus* (Braun and Braun, 1977), a Species in the *Hypsiboas polytaenius* clade (Anura; Hylidae). Brazilian Journal of Biology, 67(2): 309-312.
- BRAUN, P. C. & BRAUN, C. A. S. 1977. Nova espécie de *Hyla* do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil (Anura, Hylidae). Revista Brasileira de Biologia. Rio de Janeiro, 37(4): 853-857.
- CARAMASCHI, U. & CRUZ, C. A. G. 1999. Duas espécies novas do grupo de *Hyla polytaenia* Cope, 1870 do Estado de Minas Gerais, Brasil (Amphibia, Anura, Hylidae). Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Zoologia, 403-110.
- CARAMASCHI, U. & CRUZ, C. A. G. 2000. Duas espécies novas do grupo de *Hyla polytaenia* Cope, 1870 do Estado de Goiás, Brasil (Amphibia, Anura, Hylidae). Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Zoologia, 422: 1-12.
- CARAMASCHI, U. & CRUZ, C. A. G. 2004. Duas novas espécies de *Hyla* do grupo de *H. polytaenius* Cope, 1870 do sudeste do Brasil (Amphibia, Anura, Hylidae). Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, 62: 247-254.
- CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. A. G.; NASCIMENTO, L. B. 2009. A new species of *Hypsiboas* of the *H. polytaenius* clade from Southeastern Brazil (Anura: Hylidae). South American Journal of Herpetology 4: 210-216.
- CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. A. G.; SEGALLA, M. V. 2010. A New Species of the *Hypsiboas* of the *H. polytaenius* Clade from the state of Paraná, Southern Brazil (Anura: Hylidae). South American Journal of Herpetology, 5(3): 169-174.
- CARAMASCHI, U. & CRUZ, C. A. G. 2013. A new species of *Hypsiboas* of the *H. polytaenius* clade from Southeastern Brazil (Anura: Hylidae). South American Journal of Herpetology 8(2): 121-126.
- CRUZ, C. A. G. & CARAMASCHI, U. 1998. Definição, Composição e Distribuição Geográfica do Grupo de *Hyla polytaenia* Cope, 1870 (Amphibia, Anura, Hylidae). Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Zoologia, (392): 1-19.
- COPE, E. D. 1870. Seventh Contribution to the Herpetology of Tropical America. Proceeding of the American Philosophical Society, 11(81): 147-192.

DUELLMAN, W. E.; MARION, A. B.; HEDGES, S. B. 2016. Phylogenetics, classification, and biogeography of the treefrogs (Amphibia: Anura: Arboranae). *Zootaxa*, 4104 (1): 001-109.

ETEROVICK, P. C., BARROS, I. S. & SAZIMA, I. 2002. Tadpoles of two species in the *Hyla polytaenia* species group and comparison with other tadpoles of *Hyla polytaenia* and *Hyla pulchella* Groups (Anura, Hylidae). *Journal of Herpetology*, 36(3): 512-515.

FAIVOVICH, J.; GARCIA, P. C. A.; ANANIAS, F.; LANARI, L.; BASSO, N. G.; WHEELER, W. C. 2004. A molecular perspective on the phylogeny of the *Hyla pulchella* species group (Anura, Hylidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 32: 938-950.

FAIVOVICH, J.; HADDAD, C. F. B.; GARCIA, P. C. A.; FROST, D. R.; CAMPBELL, J. A.; WHEELER, W. C. 2005. Systematic review of the Frog Family Hylidae, with Special Reference to Hylinae: Phylogenetic Analysis and Taxonomic Revision. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, New York, 294: 1-240.

LEHR, E.; FAIVOVICH J.; JUNGFER, K. H. 2010. A New Andean Species of the *Hypsiboas pulchellus* group: Adults, calls, and phylogenetic relationships. *Herpetologica*, 66(3): 296-307.

LUTZ, B. 1968. Geographic variation in Brazilian species of *Hyla*. The Pearce-Sellards Series, 12: 1-13.

MENIN, M.; SILVA, R. A.; GIARETTA, A. A. 2004. Reproductive biology of *Hyla goiana* (Anura, Hylidae). *Iheringia, Série Zoologia*, 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.; MÁRQUEZ, R.; BASTOS, R. P. 2016. Males of *Hypsiboas goianus* (Anura: Hylidae) do not assess neighbor fighting ability through acoustic interactions. *Acta Ethologica*, 19: 43-50.

ORRICO, V.G. D.; MONGIN, M. M.; CARVALHO-E-SILVA, A. M. P. T. 2007. The tadpole of *Hypsiboas latistriatus* (Caramaschi & Cruz, 2004), a species of the *Hypsiboas polytaenius* (Cope, 1870) clade (Amphibia, Anura, Hylidae). *Zootaxa*, 1531: 25-37.

PINHEIRO, P. D. P.; PEZZUTI, T. L.; GARCIA, P. C. A. 2012. The tadpole and vocalizations of *Hypsiboas polytaenius* (Cope, 1870) (Anura, Hylidae, Hyalinae). South American Journal of Herpetology, 7: 123-133.

SIGNORELLI, L.; MORAIS, A. R.; VIEIRA, R. R. S.; BASTOS, R. P. 2016. Vocalizations of *Hypsiboas goianus* (Lutz, 1968) (Anura: Hylidae) in Central Brazil. 2016. Studies on Neotropical Fauna and Environment, v.51 (3): 1-9.

Capítulo 1

Descrição e variação do canto de anúncio de *Hypsiboas latistriatus*
(Caramaschi & Cruz, 2004)

Lucas Borges de Souza Arruda & Itamar Alves Martins

São José do Rio Preto

2017

Resumo

Neste estudo nós descrevemos pela primeira vez as vocalizações de *H. latistriatus* (Caramaschi & Cruz, 2004) da localidade tipo, Parque Nacional do Itatiaia (PNI), Itamonte, Minas Gerais, e do Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ), Campos do Jordão, São Paulo, ambas as localidades situadas na Serra da Mantiqueira. Adicionalmente, as vocalizações de *H. latistriatus* foram comparadas com os cantos descritos para as espécies do clado *H. polytaenius*. Foram analisados 12 parâmetros acústicos das vocalizações de 29 indivíduos (14 do PNI e 15 do PECJ). Dois cantos foram identificados: o canto do tipo “A”, majoritariamente introdutório, formado por uma nota multipulsionada e o canto do tipo “B”, secundário, formado por uma série variável de notas simples. Ambos os cantos de *H. latistriatus* diferem quanto aos parâmetros temporais e espectrais dos cantos reconhecidos para as espécies do clado *H. polytaenius*. Entre as localidades amostradas foi verificada a existência de variação quanto ao comprimento rostro-cloacal, massa e faixa de frequência do canto “A” e do canto “B”, de modo que os indivíduos do PNI emitem cantos em faixas de frequência menores que os do PECJ, por apresentarem maior comprimento rostro-cloacal e massa. As diferenças encontradas entre as localidades demonstram a existência de variação geográfica nos parâmetros morfométricos, acústicos e da massa ao longo da distribuição de *Hypsiboas latistriatus*.

Palavras-chave: Vocalização, bioacústica, taxonomia, Serra da Mantiqueira, *Hypsiboas pulchellus*.

Abstract

This study was the first to describe the vocalizations of *H. latistriatus* (Caramaschi & Cruz, 2004) from the type locality, Itatiaia National Park (PNI), Itamonte, Minas Gerais, and Campos do Jordão State Park (PECJ), Campos do Jordão, São Paulo, both located in the Mantiqueira Mountains. In addition, the vocalizations of *H. latistriatus* were compared with the described vocalizations of the clade *H. polytaenius* species. Twelve acoustic parameters of 29 individuals vocalizations (14 from PNI and 15 from PECJ) were analyzed. Two calls have been identified: the "A" type, mostly introductory, consisting of a multi-pulsed note and the "B" type, secondary call formed by a variable series of simple notes. Both types of *H. latistriatus* calls differ in temporal and spectral parameters from the recognized vocalizations of *H. polytaenius* clade species. Between the localities sampled, there were variations among the snout-vent length, mass and frequency range of the "A" and "B" call types. The PNI individuals emitted calls with smaller frequency bands than those from PECJ, due to their greater snout-vent length and mass. The differences found between the localities demonstrate the existence of a geographic variation in the morphometric, acoustic, and mass parameters along the distribution of *Hypsiboas latistriatus*.

Keywords: Vocalization, bioacoustics, taxonomy, Mantiqueira Mountains, *Hypsiboas pulchellus*.

Introdução

A comunicação acústica é determinante para a biologia reprodutiva dos anfíbios anuros, sendo considerado o principal mecanismo de isolamento reprodutivo pré-zigótico para o grupo (Wells, 2007). Os anuros são dotados de uma eficiente comunicação sonora, sendo reconhecidos atualmente 13 cantos distintos (Toledo *et al.*, 2014), dos quais, se destaca o canto de anúncio (Wells, 1977), que contém informações espectrais e/ou temporais essenciais para o reconhecimento específico, atração de machos para o coro, manutenção do espaçamento entre os machos e para a atração de parceiras reprodutivas (Littlejohn, 1977; Wilczynski & Brenowitz, 1988; Wells, 2007). Embora um único tipo de vocalização possa ser multifuncional, diversas espécies apresentam um repertório vocal complexo e ainda desconhecido (Duellman & Trueb, 1994; Narins *et al.*, 2007).

A descrição do repertório vocal dos anuros, em especial a partir de indivíduos topotípicos é fundamental para a compreensão da biologia e para a resolução de problemas taxonômicos (Pombal, 1995). Isso é ainda mais recomendável para espécies crípticas, caso das espécies incluídas no grupo *Hypsiboas pulchellus* (Duellman, 1997), que inclui o clado *H. polytaenius*, cuja morfologia e a vocalização são similares (Martins *et al.*, 2016).

O clado *Hypsiboas polytaenius* é constituído por espécies de pequeno porte (comprimento rostro-cloacal: 24,2 - 40,6 mm nos machos, 29,0 - 51,6 mm nas fêmeas), corpo alongado, cabeça estreita, ausência de barras transversais ou manchas na face anterior e posterior das coxas e na região inguinal, ausência de tubérculo metatarsal externo, prépolex com espinho curvo, único, e coloração dorsal composta por listras longitudinais (Cruz & Caramaschi, 1998; Caramaschi & Cruz, 2004). Atualmente, este clado é composto por 12 espécies: *Hypsiboas bandeirantes* (Caramaschi & Cruz, 2013), *H. beckeri* (Caramaschi & Cruz, 2004), *H. botumirim* (Caramaschi *et al.*, 2009), *H. buriti* (Caramaschi & Cruz, 1999), *H. cipoensis* (Lutz, 1968), *H. goianus* (Lutz, 1968), *H. latistriatus* (Caramaschi & Cruz, 2004), *H. leptolineatus* (Braun & Braun, 1977), *H. jaguariaivensis* (Caramaschi *et al.*, 2010), *H. phaeopleura* (Caramaschi & Cruz, 2000), *H. polytaenius* (Cope, 1870) e *H. stenocephalus* (Caramaschi & Cruz, 1999), com ocorrência para o sul, sudeste e centro - oeste do Brasil (Caramaschi & Cruz, 2013).

Dentre as espécies do clado, são descritas as vocalizações de *H. bandeirantes*, *H. beckeri*, *H. botumirim*, *H. cipoensis*, *H. goianus*, *H. polytaenius*, *H. phaeopleura* e *H.*

stenocephalus (Heyer *et al.*, 1990; Haddad *et al.*, 1988; Guimarães *et al.*, 2001; Menin *et al.*, 2004; Caramaschi *et al.*, 2009; Pinheiro *et al.*, 2012; Martins *et al.*, 2016; Signorelli *et al.*, 2016). Entretanto, apenas para *H. beckeri*, *H. botumirim*, *H. stenocephalus* e *H. phaeopleura* o canto foi descrito a partir de indivíduos coletados na localidade tipo (Caramaschi *et al.*, 2009; Martins *et al.*, 2016, Pinheiro *et al.*, 2012).

Hypsiboas latistriatus foi descrita por Caramaschi & Cruz (2004) para o Brejo da Lapa, Parque Nacional do Itatiaia, município de Itamonte, Minas Gerais. É a maior espécie para o clado *Hypsiboas polytaenius*, ocorrendo apenas ao longo da Serra da Mantiqueira, a partir de 1200 metros de altitude na localidade tipo e no município de Marmelópolis, Minas Gerais (Caramaschi & Cruz, 2004). O conhecimento sobre esta espécie está restrito a descrição dos indivíduos adultos (Caramaschi & Cruz, 2004) e dos girinos (Orrico *et al.*, 2007). Neste estudo, nós descrevemos as vocalizações emitidas por *Hypsiboas latistriatus* em duas localidades na Serra da Mantiqueira, a da localidade tipo da espécie em Itamonte, Minas Gerais, e Campos do Jordão, São Paulo, Brasil. Adicionalmente descrevemos as diferenças encontradas nos cantos entre as localidades estudadas e comparamos com os cantos descritos para as espécies do clado *Hypsiboas polytaenius*.

Material e Métodos

As gravações e as coletas dos indivíduos de *Hypsiboas latistriatus* ocorreram entre outubro de 2015 e janeiro de 2016, no Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ), município de Campos do Jordão, São Paulo, e no Brejo da Lapa, localidade tipo da espécie, situada no Parque Nacional do Itatiaia (PNI), município de Itamonte, Minas Gerais. As duas localidades estão situadas na Serra da Mantiqueira (Figura 1).

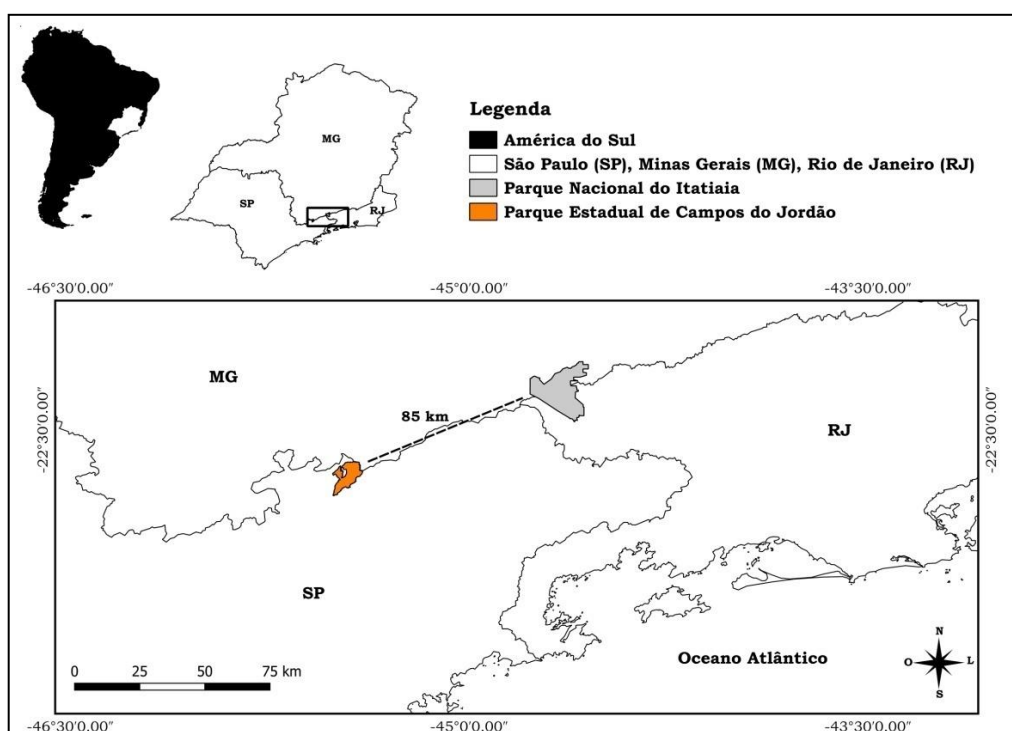


Figura 1: Mapa com as localidades em que os indivíduos de *H. latistriatus* foram amostrados na Serra da Mantiqueira, região sudeste do Brasil.

Segundo a classificação de Köppen, o clima no PECJ é do tipo Cwb, subtropical úmido com inverno seco e verão temperado (Alvares *et al.*, 2013). A precipitação média anual é de 1804 mm, sendo os meses entre maio e agosto os mais secos (Barbosa, 2006; Moreira *et al.*, 2006). As duas lagoas estudadas (Figura 2), lagoa 1 (22°41'29,48"S, 45°28'51,25"O) e lagoa 2 (22°41'28,45"S, 45°28'51,36"O), são adjacentes, artificiais, com água em constante troca e estão localizadas a 1.540 metros de altitude em área aberta, no centro de visitação do parque, cuja matriz era originalmente composta por Floresta Ombrófila Mista (Seibert *et al.*, 1975). As duas lagoas são similares, de modo que a vegetação marginal é predominantemente composta por gramíneas e herbáceas arbustivas e a lâmina d'água é recoberta por macrófitas flutuantes e gramíneas emergentes de pequeno porte (20 cm de altura).



Figura 2: Local de estudo no Parque Estadual de Campos do Jordão, Campos do Jordão, São Paulo. (A) lagoa 1; (B) lagoa 2.

Segundo a classificação de Koppen, o clima no PNI é do tipo Cwc, subtropical úmido, com inverno seco e um verão curto e frio (Alvares *et al.*, 2013). A precipitação é estacional, com estação chuvosa entre outubro e abril e estação seca entre maio e setembro. A média pluviométrica anual é de 2.250 mm (Ramos *et al.*, 1982; Barreto *et al.*, 2013). No PNI as coletas foram realizadas no Brejo da Lapa (22°21'32,25"S, 44°44'13,87"O, 2.160 metros de altitude). O local é composto por um brejo e uma lagoa artificial (Figura 3), localizados em uma área de ecótono entre a Floresta Ombrófila Densa Alto Montana e os Campos de Altitude (Orrico *et al.*, 2007; Barreto *et al.*, 2013). No brejo a vegetação marginal é composta por plantas herbáceas e arbustivas, a superfície é praticamente tomada por macrófitas e gramíneas emergentes, exceto na sua porção central, onde o fluxo de água é intenso. A lagoa apresenta margens íngremes, de difícil acesso, com vegetal marginal composta por plantas herbáceas, arbustivas e arbóreas.



Figura 3: Brejo da Lapa, Parque Nacional do Itatiaia, Itamonte, Minas Gerais, Brasil. Localidade tipo de *H. latistriatus*.

As vocalizações de 29 indivíduos de *Hypsiboas latistriatus* (14 oriundos do PNI e 15 do PECJ) foram gravadas em condições naturais, entre as 21h:00 e 03h:00, utilizando-se o gravador Digital Tascam DR-100mkII, acoplado ao microfone externo direcional Sennheiser ME66 (sensibilidade: 50 mV/Pa, faixa de frequência: 40 Hz - 20 kHz $\pm$ 2.5 dB) a uma distância média de 1 m do indivíduo.

Foram analisados 36 cantos do tipo “A” e 36 cantos do tipo “B” por indivíduo. Os seguintes parâmetros acústicos foram analisados: frequência mínima, frequência máxima, frequência dominante, número de pulsos, duração do pulso, intervalo entre pulsos, taxa de repetição dos pulsos, duração do canto, taxa de repetição do canto, intervalo entre os cantos, número de notas por canto, duração da nota, intervalo entre as notas, taxa de repetição das notas e modulação do canto do tipo “B”. A terminologia bioacústica utilizada seguiu Heyer *et al.*, (1990), Martins & Jim (2003), Pinheiro *et al.*, (2012), Martins *et al.*, (2016).

A análise bioacústica foi realizada no programa CoolEdit 96 e Raven 1.3 com taxa de amostragem de 44.100 Hz, 16 bit de resolução e opções de filtro de 256 e/ou 1024 bandas (FFT - Fast Fourier Transform), com a função de janela Hanning. Os parâmetros espectrais, medidos em Hertz (Hz), foram obtidos a partir do sonograma e do espectro de potência, e os parâmetros temporais, medidos em milissegundos (ms), foram determinados por meio do oscilograma.

A temperatura do ar foi medida com um termômetro de mercúrio com precisão de 0,5°C no início, durante a gravação de cada indivíduo e no final da coleta. Os indivíduos amostrados tiveram a massa (g) e o comprimento rostro-cloacal (mm) mensurados, respectivamente, por meio da utilização de uma balança digital com precisão de 0,001g e um paquímetro digital de precisão de 0,01 mm. Os indivíduos gravados foram coletados como espécime testemunho (Apêndice 1), sendo depositados na Coleção Científica do Laboratório de Zoologia da Universidade de Taubaté (CCLZU/IAM). As vocalizações registradas foram depositadas em padrão mono 16 bit, no arquivo sonoro do Laboratório de Zoologia da Universidade de Taubaté, UNITAU.

Resultados

Hypsiboas latistriatus apresenta dois cantos, o canto do tipo “A”, majoritariamente introdutório e o canto do tipo “B”, em geral, secundário. A temperatura durante o período de gravação das vocalizações variou de 10°C a 19°C.

O canto “A” (Figura 4) é formado por uma nota multipulsionada com duração entre 25-106 ms ($65,3 \pm 15,1$), composta por 5-29 pulsos ($14,3 \pm 3,6$), cuja duração pode variar de 1-9 ms ($3,4 \pm 1,1$); em uma mesma nota os pulsos podem estar justapostos ou separados, com intervalos regulares e ou irregulares que variam de 0-4 ms ($0,4 \pm 0,6$); a taxa de repetição dos pulsos por minuto varia de 6545-28500 pulsos/min (13776 ± 3189). O canto “A” é emitido a uma taxa de repetição de 3,8-73,8 cantos/min ($21,2 \pm 11,3$) com intervalos de 121-24.131 ms (5.236 ± 3.209) entre si.

O canto “A” de *Hypsiboas latistriatus* ocupa uma faixa frequência entre 2670 e 5802 Hz, com frequências mínimas entre 2670-4027 Hz (3362 ± 302) e frequências máximas entre 4043 e 5802 Hz ($4773 \pm 263,5$). A frequência dominante ocupa uma faixa entre 3370-4506 Hz (3991 ± 244).

O canto do tipo “B” (Figura 4), cuja duração é de 436-1694 ms (970 ± 270), é formado por uma série variável de 8-68 notas simples do tipo “B” ($18 \pm 8,2$), com duração de 3-25 ms ($11,5 \pm 5$), emitidas em intervalos irregulares de 1-282 ms ($57,2 \pm 43,6$), a uma taxa de repetição de 490-3336 notas/min (1115 ± 408). Este canto apresenta uma taxa de repetição de 5-27 cantos/min ($13,6 \pm 5,3$) e o intervalo entre um canto “B” e o seguinte é de 820-22601 ms (6102 ± 3733).

O canto “B” ocupa uma faixa frequência de 2409 Hz a 4973, com frequências mínimas entre 2409-4009 Hz (3388 ± 332) e frequências máximas entre 3547-4973 Hz ($4326 \pm 270,6$). A frequência dominante ocupa uma faixa entre 2981 e 4317 Hz (3760 ± 267). Em 29% dos cantos “B” analisados (nº de cantos B analisados quanto à modulação = 359) foi registrada uma modulação ascendente da frequência máxima, que pode variar de 100 Hz a 400 ($153 \pm 68,2$) e ocorrer entre a primeira nota e a décima quarta nota do canto “B”.

Hypsiboas latistriatus emite com frequência ambos os cantos em sequência, sendo o canto “A” seguido pelo canto “B” (Figura 4). Portanto, quando emitido em sequência, esta composição possui uma duração de 798-3213 ms (1638 ± 349) e uma taxa de repetição de 4,1-30,4 cantos/min ($13 \pm 5,4$). O intervalo entre o canto “A” e o canto “B” pode variar de 255-

1809 ms (614 ± 174) e o intervalo entre uma composição (canto “A” seguido pelo canto “B”) e o início do canto “A” subsequente varia de 329-24.887 ms (6628 ± 4286).

Os machos de *Hypsiboas latistriatus* apresentam um comprimento rostro cloacal médio de $34,5 \pm 2,6$ mm ($n = 29$; amplitude = 28,0-39,9 mm) e massa de $2,6 \pm 0,7$ g ($n = 29$; amplitude = 1,4-4,1 g). O comprimento rostro-cloacal e a massa dos indivíduos de *Hypsiboas latistriatus* diferem entre as localidades. Os indivíduos do PNI apresentam um comprimento rostro-cloacal médio de $36,7 \pm 1,7$ mm ($n = 14$; amplitude = 34,8-39,9 mm) e massa média de $3,2 \pm 0,4$ g ($n = 14$; amplitude = 2,4-4,1 g), maior que o dos indivíduos do PECJ, respectivamente, $32,6 \pm 1,76$ mm ($n = 15$; amplitude = 28,0-34,5 mm) e $2,01 \pm 0,2$ g ($n = 15$; amplitude = 1,44-2,43 g).

A estrutura do canto “A” e do canto “B” de *Hypsiboas latistriatus* é similar nas duas localidades, entretanto, existem diferenças quanto à faixa de frequência utilizada pelos indivíduos e a duração de ambos os cantos (Tabela 1). Os indivíduos do PNI emitem cantos de anúncio e territorial com maior duração e em faixas de frequência menores que os do PECJ (Tabela 1).

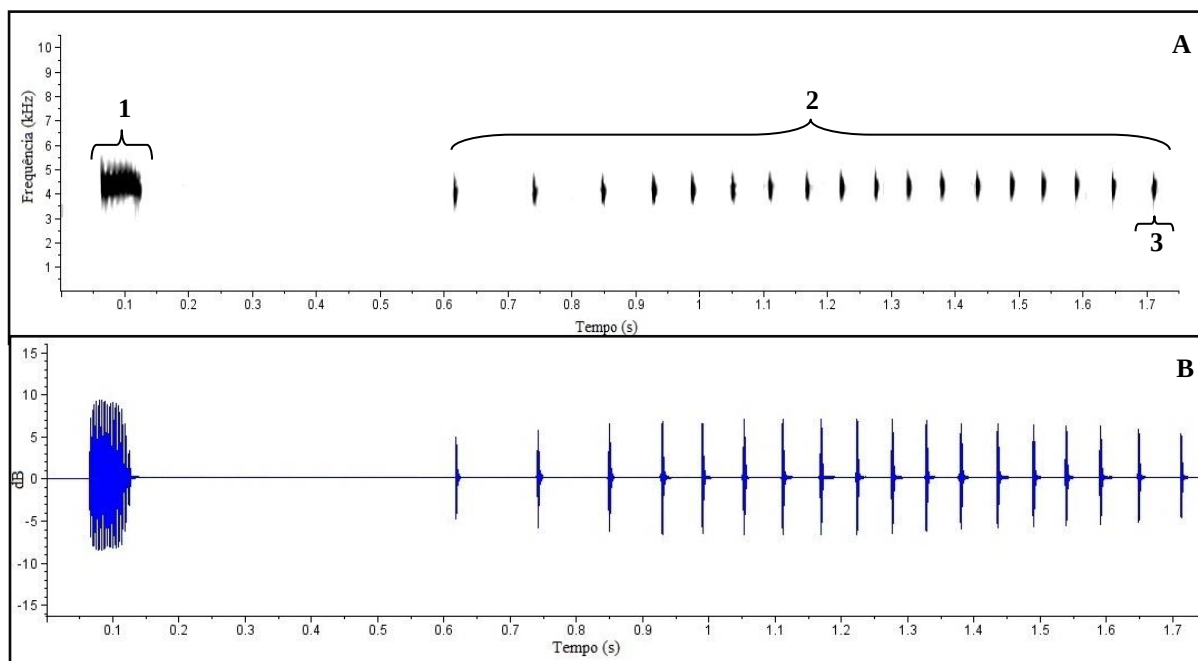


Figura 4: Vocalização de *Hypsiboas latistriatus* do Parque Estadual de Campo do Jordão, Campos do Jordão, São Paulo. (A) Espectrograma; (B) Oscilograma; (1) Canto do tipo “A”; (2) Canto do tipo “B”; (3) Nota que compõem o canto do tipo “B”. Voucher: CCLZU 3261, temperatura do ar 15°C, comprimento rostro-cloacal de 33,27 mm.

Tabela 1: Parâmetros espectrais e temporais do canto “A” e do canto “B” de *Hypsiboas beckeri*, *H. botumirim*, *H. goianus*, *H. cipoensis*, *H. latistriatus*, *H. phaeopleura*, *H. polytaenius*, *H. bandeirantes*, *H. stenocephalus*. Os dados são expressos em: média, desvio-padrão e amplitude. (Hz) Hertz; (ms) milissegundos; (canto/min) cantos emitidos em um minuto; (pulso/min) pulsos emitidos em um minuto; (nota/min) nota emitidas em um minuto; (-) dados ausentes; (n) número de indivíduos analisados.

Parâmetros acústicos														
Canto “A”														
Espécie	Local	Frequência mínima (Hz)	Frequência máxima (Hz)	Harmônico/Frequência (Hz)	Frequência dominante (Hz)	Número de pulsos	Duração do pulso (ms)	Taxa de repetição dos pulsos (pulso/min)	Taxa de repetição do canto (canto/min)	Intervalo entre cantos A (ms)	Nº de notas	Duração da nota (ms)	Duração do canto (ms)	Bibliografia
<i>Hypsiboas beckeri</i> n = 13	Poços de Caldas (MG)	-	-	2º- 9467 ± 209 (8613-10688) 3º- 13952 ± 256 (12188-15188)	1º harmônico 4723 ± 65 (4307-5063)	12,1 ± 1,7 (6-18)	5,9 ± 0,9 (3-12)	11874 ± 1002* (5334-18888)	10,5 ± 6,2 (3-23,3)	220 ± 42,7 (118-354)	1	-	63,9 ± 7,9 (35-104)	Martins <i>et al.</i> , (2016)
<i>Hypsiboas botumirim</i> n = 3	Botumirim (MG)	-	-	-	3739 ± 141,8 (3261,9-3997,6)	3,81 ± 0,49 (3-5)	-	-	-	3820 ± 1640 (980-7300)	1	-	50 ± 5 (37-64)	Caramaschi <i>et al.</i> , (2009)
<i>Hypsiboas goianus</i> n = 86	Silvânia (GO)	-	-	-	3348 ± 150 (2994-3805)	2,74 ± 0,51 (2-4)	40 ± 20* (10-90)	-	4,18 ± 1,97 (0,5-1,97)	-	Igual ao número de pulsos	-	320 ± 90* (140-540)	Signorelli <i>et al.</i> , (2016)
<i>Hypsiboas cipoensis</i> n = -	P. N. da Serra da Canastra (MG)	3700	4800	-	-	-	-	-	-	-	(2-3)	-	-	Haddad <i>et al.</i> , (1988)
<i>Hypsiboas latistriatus</i> n = 14	Itamonte (MG)	3103 ± 147,5 (2670-3509)	4694 ± 251,5 (4043-5417)	-	3785 ± 154,9 (3370-4225)	15,5 ± 2,8 (10-26)	3,5 ± 1,2 (1-9)	11890 ± 1913 (7952-19385)	19,2 ± 9,6 (3,77-50,32)	6 ± 3,4 (0,23-24,13)	1	-	78 ± 10,6 (44-106)	Presente neste estudo
<i>Hypsiboas latistriatus</i> n = 15	Campos do Jordão (SP)	3535 ± 250 (2857-4027)	4826 ± 258 (4159-5802)	-	4130 ± 189 (3607-4506)	13,8 ± 3,7 (5-29)	3,3 ± 1,1 (1-9)	14582 ± 3284 (6545-28500)	22,3 ± 12 (5,6-73,8)	5 ± 3 (0,1-21,4)	1	-	56,6 ± 11,2 (16-83)	Presente neste estudo
<i>Hypsiboas phaeopleura</i> n = 1	Alto Paraíso de Goiás (GO)	2557,3	3554,8	-	3100,8	-	-	-	-	-	3 ± 1 (2-5)	29 ± 15 (12-58)	264 ± 58 (192-400)	Pinheiro <i>et al.</i> , (2012)
<i>Hypsiboas polytaenius</i> n = 9	Belo Horizonte (MG)	5075,1	8057,4	-	6443,7 ± 355,5 (5812,5-7312,5)	13,72 ± 2,53 (8-20)	4 ± 1 (2-8)	-	-	-	1	-	70 ± 10 (44-95)	Pinheiro <i>et al.</i> , (2012)
<i>Hypsiboas bandeirantes</i> n = -	Salesópolis (SP)	4147	7070,2	-	5459,5 ± 137,8 (5340,2-5857)	12,36 ± 2,42 (8-17)	6 ± 1 (3-11)	-	-	-	1	-	95 ± 11 (67-121)	Pinheiro <i>et al.</i> , (2012)
<i>Hypsiboas stenocephalus</i> n = 5	Poços de Caldas (MG)	-	-	2º- 7594 ± 156 (7125-8250) 3º- 11084 ± 309 (9188-11886)	1º harmônico 3874 ± 100 (3563-4134)	Inicial: 2,3 ± 0,36 (2-3) Média: 2,6 ± 0,28 (2-4) Última: 4,1 ± 0,47 (3-5)	8,8 ± 1,2 (5-13)	6528±426* (5214-8076)	7,4 ± 2,9 (5-10,7)	143,6 ± 15,3 (62-186)	2,65 ± 0,42 (2-4)	Inicial: 22,5 ± 3,6 (15-36) Média: 24,7 ± 3,6 (15-36) Última: 36 ± 5,5 (26-71)	312,8 ± 74 (165-588)	Martins <i>et al.</i> , (2016)

*Os valores originalmente expressos em segundo por Martins *et al.*, (2016) e Signorelli *et al*, (2016) foram transformados para milissegundos.

Parâmetros acústicos														
Canto “B”														
Espécie	Local	Frequência mínima (Hz)	Frequência máxima (Hz)	Harmônico/Frequência (Hz)	Frequência dominante (Hz)	Número de notas no canto	Duração da nota (ms)	Intervalo entre notas	Taxa de repetição das notas (nota/min)	Duração do canto (ms)	Taxa de repetição do canto (canto/min)	Intervalo entre cantos (ms)	Modulação (Hz)	Bibliografia
<i>Hypsiboas beckeri</i> n = 13	Poços de Caldas (MG)	-	-	2° - 9093 ± 168 (8613-9938) 3° - 13486 ± 170 (12747-14470)	1° harmônico 4555 ± 117 (4134-4875)	14 ± 2.3 (7-24)	20.9 ± 4.6 (10-49)	66.8 ± 33.8 (2-244)	846 ± 90 (438 – 1236)	1015 ± 147 (530-1945)	4.1 ± 2.4 (1.4-10.6)	-	-	Martins <i>et al.</i> , (2016)
<i>Hypsiboas botumirim</i> n = 3	Botumirim (MG)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Caramaschi <i>et al.</i> , (2009)
<i>Hypsiboas goianus</i> *** n = 57	Silvânia (GO)	-	-	-	3330 ± 151 (2990-3768)	4,21 ± 0,94 ** (2-6)	20 ± 10 ** (10-110)	-	-	230 ± 60 (80-580)	4,88 ± 4,36 (0,5-19,5)	-	-	Signorelli <i>et al.</i> , (2016)
<i>Hypsiboas cipoensis</i> n = -	P. N da Serra da Canastra (MG)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Haddad <i>et al.</i> , (1988)
<i>Hypsiboas latistriatus</i> n = 14	Itamonte (MG)	3094 ± 214 (2409-3865)	4172 ± 248 (3547-4921)	-	3539 ± 188 (2981 - 3950)	22 ± 11 (9 - 68)	13 ± 5 (4 - 23)	61 ± 50,9 (1 - 282)	1129 ± 582 (490,5 - 3336)	1185 ± 258,5 (706 - 1694)	14 ± 5,3 (5 - 27)	6103 ± 3733 (820 - 22601)	165 ± 80,22 (100 - 400)	Presente neste estudo
<i>Hypsiboas latistriatus</i> n = 15	Campos do Jordão (SP)	3641 ± 164,5 (3080 - 4009)	4459 ± 212,2 (4049 - 4973)	-	3950 ±153,7 (3498 - 4317)	15 ± 2,8 (8 - 23)	10 ± 4,7 (3 - 25)	54 ± 35,7 (1 - 198)	1105 ± 195,7 (739 - 1629)	809 ± 131,7 (436 - 1218)	17 ± 7,5 (5,5 - 45,6)	6050 ± 3519 (941 - 20415)	145 ± 58,9 (100 - 300)	Presente neste estudo
<i>Hypsiboas phaeopleura</i> n = 1	Alto Paraíso de Goiás (GO)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Pinheiro <i>et al.</i> , (2012)
<i>Hypsiboas polytaenius</i> n = 9	Belo Horizonte (MG)	5067.5	7731.3	-	6175.8 ± 319.9 (5437.5-6750)	6.04 ± 1.98 (2-11)	15 ± 3 (4-24)	-	-	520 ± 220 (47-1168)	-	-	-	Pinheiro <i>et al.</i> , (2012)
<i>Hypsiboas bandeirantes</i> n = -	Salesópolis (SP)	4956.4	5957.7	-	5443.6 ± 94.4 (5340.2-5512.5)	23.4 ± 3.29 (21-29)	16 ± 4 (10-21)	-	-	1320 ± 180 (1180-1537)	-	-	-	Pinheiro <i>et al.</i> , (2012)
<i>Hypsiboas stenocephalus</i> n = 5	Poços de Caldas (MG)	-	-	2° - 7664 ± 234 (7312-7875) 3° - 10714 ± 489 (9938-11438)	1° harmônico 3862 ± 202 (3562-4125)	10	13.8 ± 1.4 (12-16)	27 ± 2 (25-29)	2088	287	< 1	-	-	Martins <i>et al.</i> , (2016)

*Os valores originalmente expressos em segundo por Martins *et al.*, (2016) e Signorelli *et al*, (2016) foram transformados para milissegundos. ** A duração do pulso e o número de pulsos descritos por Signorelli *et al*, (2016) são aqui denominados, respectivamente, de duração da nota e número de notas. *** O canto “B” de *H. goianus* utilizado neste estudo para a comparação entre as espécies refere-se ao canto agressivo curto descrito por Signorelli *et. al*, (2016).

Discussão

As espécies incluídas no clado *Hypsiboas polytaenius* podem apresentar de um a três cantos distintos, denominados na literatura de canto “A”, canto “B” e canto “C” (Pinheiro *et al.*, 2012; Martins *et al.*, 2016), pois a sua função foi determinada apenas para *H. goianus*, cujo canto “A” representa o canto de anúncio e o canto “B” o canto agressivo (Moraes *et al.*, 2015; Signorelli *et al.*, 2016).

As espécies *H. cipoensis*, *H. phaeopleura* e *H. botumirim* são as únicas do clado que apresentam apenas o canto do tipo “A” (Haddad *et al.*, 1988; Pinheiro *et al.*, 2012; Caramaschi *et al.*, 2009), ou ainda não tiveram o canto do tipo “B” registrado (Martins *et al.*, 2016). Por outro lado, *H. bandeirantes*, *H. beckeri*, *H. goianus*, *H. latistriatus*, *H. polytaenius* e *H. stenocephalus* apresentam ambos os cantos “A” e “B” (Menin *et al.*, 2004; Pinheiro *et al.*, 2012; Martins *et al.*, 2016; Signorelli *et al.*, 2016).

Hypsiboas latistriatus apresenta dois cantos distintos, o canto “A” e o canto “B”, diferindo de *H. cipoensis*, *H. phaeopleura* e *H. botumirim*, que apresentam apenas o canto “A” (Tabela 1). Este canto, em *Hypsiboas latistriatus*, é composto por uma única nota multipulsionada, assim como para *H. botumirim*, diferindo desta pela maior duração, número de pulsos e frequência dominante (Tabela 1). O canto “A” de *Hypsiboas latistriatus* difere prontamente do canto de *H. cipoensis*, *H. phaeopleura* e *H. goianus*, cujos cantos são formados por uma série de notas simples emitidas em sequência; e de *H. stenocephalus*, cujo canto é formado por uma série de 2-4 notas multipulsionada.

Dentre as espécies com dois tipos de canto, o canto “A” e o canto “B” de *Hypsiboas latistriatus* diferem prontamente do de *H. beckeri* e *H. stenocephalus*, por não possuir nenhuma estrutura harmônica (Martins *et al.*, 2016). Os cantos de *Hypsiboas latistriatus* se aproximam estruturalmente ao de *H. bandeirantes* e *H. polytaenius*, entretanto, a frequência dominante do canto “A” e do canto “B” de *Hypsiboas latistriatus* é menor que a de *H. bandeirantes* e *H. polytaenius*. A duração e o número de notas do canto “B” de *H. latistriatus* é menor que o de *H. bandeirantes* e maior que de *H. polytaenius*. Já para o canto “A”, tanto *H. bandeirantes*, quanto *H. polytaenius*, emitem cantos com uma duração média maior que o de *H. latistriatus*.

A bioacústica tem demonstrado papel fundamental na taxonomia e sistemática dos anuros (Marquez, 1993; Pombal *et al.*, 1995; Martins & Jim, 2003). A partir da descrição das

vocalizações de indivíduos topotípicos, Martins *et al.* (2016) demonstraram que a os indivíduos denominados de *Hypsiboas beckeri* por Acioli & Toledo (2008), para São Thomé das Letras, Minas Gerais, representam uma nova espécie para o clado.

A variação do sinal acústico pode ocorrer ao nível de indivíduo, entre indivíduos e entre espécies (Gerhardt, 1991; Bee *et al.*, 2001; Gambale *et al.*, 2014). As diferenças encontradas para a faixa de frequência do canto “A” e do canto “B” de *Hypsiboas latistriatus*, entre o PECJ e o PNI, podem estar associadas com a massa e o comprimento rostro-cloacal, sendo os parâmetros espectrais os mais influenciados pelo tamanho corpóreo e pela estrutura anatômica do aparato vocal dos anuros (Duellman & Trueb, 1994; Wells, 2007). Esta relação, inversamente proporcional, no qual espécies maiores tendem a emitir cantos em faixas de frequência menores e espécies menores em faixas de frequência mais elevadas (Duellman & Trueb, 1994, Wells 2007), foram reconhecidas para outras espécies de anuros (Martin, 1972; Guimarães & Bastos, 2003; Silva *et al.*, 2008; Gambale *et al.*, 2014; Nali & Prado, 2014). Narins (1986) expõe uma relação similar para *Eleutherodactylus coqui* ao longo de um gradiente altitudinal de 1000 metros de altitude. Este autor demonstra a existência de correlação positiva entre o comprimento rostro-cloacal e a altitude e uma relação negativa entre a altitude e a frequência fundamental do canto de anúncio desta espécie.

Em seu trabalho de revisão sobre os hilídeos do Brasil, Lutz (1973) menciona que os espécimes de *H. polytaenius* coletados na parte baixa do PNI (800 m - próximo a sede do parque) e em Campos do Jordão (1585 - 2030 m) são do tamanho usual para esta espécie, diferentemente dos indivíduos coletados na parte alta do PNI (2000 - 2200 m), cujas fêmeas são “robustas” chegando a medir 50 mm de comprimento. A partir da análise e comparação dos espécimes de *H. latistriatus* do PNI (parte alta) e do PECJ, nós identificamos, como mencionado por Lutz (1973), a existência de variação no comprimento rostro cloacal dos indivíduos oriundos dessas localidades. Provavelmente, Lutz (1973), ao analisar o material *H. polytaenius* proveniente da parte baixa do PNI tenha se deparado com espécimes da espécie atualmente reconhecida como *H. bandeirantes* (Caramaschi & Cruz, 2013) e não *H. latistriatus*.

As únicas informações disponíveis até o momento sobre *Hypsiboas latistriatus* constam nos trabalhos de descrição do adulto (Caramaschi & Cruz, 2004) e do seu respectivo girino (Orrico *et al.*, 2007). Portanto, a descrição da vocalização e da variação do comprimento rostro-cloacal, da faixa de frequência e da duração de ambos os cantos de

Hypsiboas latistriatus contribuem para o conhecimento da biologia e taxonomia desta espécie ao longo da sua distribuição na Serra da Mantiqueira (acima de 1200 metros de altitude), e do clado *Hypsiboas polytaenius*.

Referências bibliográficas

- ACIOLI, E. C. S.; TOLEDO, L. F. 2008. Amphibia, Anura, Hylidae, *Hypsiboas beckeri*: filling gap and description of its call. Check List, 4: 182-184.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. 2013. Koppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, vol. 22, n.6: 711-728.
- BARRETO, C. G.; CAMPOS, J. B.; ROBERTO, D. M.; ROBERTO, D. M.; SCHWARZSTEIN, N. T.; ALVES, G. S. G.; COELHO, W. 2013. Plano de Manejo do Parque Nacional do Itatiaia. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Brasília.
- 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.
- BRAUN, P. C. & BRAUN, C. A. S. 1977. Nova espécie de *Hyla* do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil (Anura, Hylidae). Revista Brasileira de Biologia. Rio de Janeiro, 37(4): 853-857.
- CARAMASCHI, U. & CRUZ, C. A. G. 1999. Duas espécies novas do grupo de *Hyla polytaenia* Cope, 1870 do Estado de Minas Gerais, Brasil (Amphibia, Anura, Hylidae). Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Zoologia 403-110.
- CARAMASCHI, U. & CRUZ, C. A. G. 2000. Duas espécies novas do grupo de *Hyla polytaenia* Cope, 1870 do Estado de Goiás, Brasil (Amphibia, Anura, Hylidae). Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Zoologia, 422: 1-12.
- CARAMASCHI, U. & CRUZ, C. A. G. 2004. Duas novas espécies de *Hyla* do grupo de *H. polytaenia* Cope, 1870 do sudeste do Brasil (Amphibia, Anura, Hylidae). Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, 62: 247-254.
- CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. A. G.; NASCIMENTO, L. B. 2009. A new species of *Hypsiboas* of the *H. polytaenia* clade from Southeastern Brazil (Anura: Hylidae). South American Journal of Herpetology, 4: 210-216.

CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. A. G.; SEGALLA, M. V. 2010. A New Species of the *Hypsiboas* of the *H. polytaenius* Clade from the state of Paraná, Southern Brazil (Anura: Hylidae). South American Journal of Herpetology, 5(3): 169-174.

CARAMASCHI, U. & CRUZ, C. A. G. 2013. A new species of *Hypsiboas* of the *H. polytaenius* clade from Southeastern Brazil (Anura: Hylidae). South American Journal of Herpetology 8(2): 121-126.

COPE, E. D. 1870. Seventh Contribution to the Herpetology of Tropical America. Proceeding of the American Philosophical Society, 11(81): 147-192.

CRUZ, C. A. G. & CARAMASCHI, U. 1998. Definição, Composição e Distribuição Geográfica do Grupo de *Hyla polytaenia* Cope, 1870 (Amphibia, Anura, Hylidae). Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Zoologia, (392): 1-19.

DUELLMAN, W. E. & TRUEB, L. 1994. Biology of Amphibians. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.

DUELLMAN, W. E.; DE LA RIVA, I.; WILD, E. R. 1997. Frogs of the *Hyla armata* and *Hyla pulchella* groups in the Andes of South America, with definitions and analyses of phylogenetic relationships of Andean groups of *Hyla*. Scientific Papers, Natural History Museum University of Kansas, 3, 1–41.

DUELLMAN, W. E.; MARION, A. B.; HEDGES, S. B. 2016. Phylogenetics, classification, and biogeography of the treefrogs (Amphibia: Anura: Arboranae). Zootaxa, 4104(1): 001-109.

FAIVOVICH, J.; GARCIA, P. C. A.; ANANIAS, F.; LANARI, L.; BASSO, N. G.; WHEELER, W. C. 2004. A molecular perspective on the phylogeny of the *Hyla pulchella* species group (Anura, Hylidae): Molecular Phylogenetics and Evolution, 32: 938-950.

FAIVOVICH, J.; HADDAD, C. F. B.; GARCIA, P. C. A.; FROST, D. R.; CAMPBELL, J. A.; WHEELER, W. C. 2005. Systematic review of the Frog Family Hylidae, with Special Reference to Hylinae: Phylogenetic Analysis and Taxonomic Revision. Bulletin of the American Museum of Natural History, New York, 294: 1-240.

FROST, D. R. 2015. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0. American Museum of Natural History, New York, USA. Disponível em: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html> (acessado em 30 janeiro de 2017).

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.

GERHARDT, H. C. 1991. Female mate choice in treefrogs: static and dynamic acoustic criteria. *Animal Behaviour*, 42: 615-635.

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, Nova Série, Zoologia*, (474): 1-14.

GUIMARÃES, L. D.; BASTOS, R. P. 2003. Vocalizações e interações acústicas em *Hyla raniceps* (Anura, Hylidae) durante atividade reprodutiva. *Iheringia, Série Zoologia*, 93(2): 149-158.

HADDAD, C. F. B.; ANDRADE, G. V. & CARDOSO, A. J. 1988. Anfíbios Anuros no Parque Nacional da Serra da Canastra, Estado de Minas Gerais. *Brasil Florestal*, Brasília, 64: 9-20.

HEYER, W. R.; RAND, A. S.; CRUZ, C. A. G.; PEIXOTO; O. L.; NELSON, C. 1990. Frogs of Boracéia. *Arquivos de Zoologia, São Paulo*, 31: 271-272.

LITTLEJOHN, M. J. 1977. Long-range acoustic communication in anurans: an integrated and evolutionary approach. In: Tylor DH, Guttman SI (eds), *The reproductive biology of amphibians*. Plenum Press, New York, pp. 263–294.

LUTZ, B. 1968. Geographic variation in Brazilian species of *Hyla*. *The Pearce-Sellards Series*, 12:1-13.

LUTZ, B. 1973. *Brazilian species of Hyla*. Austin and London, University of Texas Press. xix + 256p. 7pls.

MARTIN, W. F. 1972. Evolution of vocalizations in the genus *Bufo*. In W. F. Blair (ed.), *Evolution in the genus Bufo*, pp. 279-309. University of Texas Press, USA.

MARTINS, I. A. & JIM, J. 2003. Bioacoustic analysis of advertisement call in *Hyla nana* and *Hyla sanborni* in Botucatu, São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 63(3), 507-516.

- MARTINS, L. B.; GIARETTA, A. A., CARVALHO, T. R., MIWA, R. Y. 2016. Vocalizations of *Hypsiboas beckeri* and *H. stenocephalus* (Anura: Hylidae), two species of the *H. polytaenius* group from southeaster Brazil. *Phyllomedusa*, 15(1): 51-64.
- MARQUEZ, R.; DE LA RIVA, I.; BOSCH, J. 1993. Advertisment calls of Bolivian species of *Hyla*. *Biotropica*, 25(4): 426-443.
- MENIN, M.; SILVA, R. A.; GIARETTA, A. A. 2004. Reproductive biology of *Hyla goiana* (Anura, Hylidae). *Iheringia, Série Zoologia*, 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.; MÁRQUEZ, R.; BASTOS, R. P. 2016. Males of *Hypsiboas goianus* (Anura: Hylidae) do not assess neighbor fighting ability through acoustic interactions. *Acta Ethologica*, v. 19(1): 43-50.
- NALI, R. C. & PRADO, C. P. A. 2014. Complex call with different messages in *Bokermannohyla ibitiguara* (Anura, Hylidae) a gladiator frog of the Brazilian Cerrado. *Journal of Herpetology*, vol. 48(3): 407-414.
- NARINS, R. C. & SMITH, S. L. 1986 Clinal variation in anuran advertisement calls: basis for acoustic isolation?. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 19: 135-141.
- NARINS, P. M.; FENG, S. A.; FAY, R. R.; POPPER, A. N. 2007. Hearing and sound communication in amphibians. Springer, New York.
- ORRICO, V. G. D.; MONGIN, M. M.; CARVALHO-E-SILVA, A. M. P. T. 2007. The tadpole of *Hypsiboas latistriatus* (Caramaschi & Cruz, 2004), a species of the *Hypsiboas polytaenius* (Cope, 1870) clade (Amphibia, Anura, Hylidae). *Zootaxa*, 1531: 25-37.
- PINHEIRO, P. D. P.; PEZZUTI, T. L.; GARCIA, P. C. A. 2012. The tadpole and vocalizations of *Hypsiboas polytaenius* (Cope, 1870) (Anura, Hylidae, Hylineae). *South American Journal of Herpetology*, 7: 123-133.

POMBAL JR. J. P.; BASTOS, R. P.; HADDAD, C. F. B. 1995. Vocalizações de algumas espécies do gênero *Scinax* (Anura, Hylidae) do sudeste do Brasil e comentários taxonômicos. *Naturalia*, 20: 213-225.

PYRON, R.A. & WIENS, J.J. 2011. A large-scale phylogeny of Amphibia including over 2.800 species, and a revised classification of extant frogs, salamanders, and caecilians. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 61: 543-583.

SIGNORELLI, L.; MORAIS, A. R.; VIEIRA, R. R. S.; BASTOS, R. P. 2016. Vocalizations of *Hypsiboas goianus* (Lutz, 1968) (Anura: Hylidae) in Central Brazil. 2016. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v.51(3): 1-9.

SILVA, R. A.; MARTINS, I. A.; ROSSA-FERES, D. C. 2008. Bioacústica e sítio de vocalização em taxocenoses de anuros de área aberta no noroeste paulista. *Biotaneotropica*, v.8(3): 123-134.

STEEN, D. A; MCCLURE, C. J. W.; GRAHAM, S. P. 2013. Relative influence of weather and season on anuran calling activity. *Canadian Journal of Zoology*, 91(7): 462-467.

SEIBERT, P.; NEGREIROS, O. C.; BUENO, R. A.; EMMERICH, W.; NETTO, B. V. M., MARCONDES, M. A. P.; CESAR, S. F.; GUILLAMOU, J. R.; MONTAGNA, R. G; BARRETO, R. A. A.; NOGUEIRA, J. C. B.; GARRIDO, M. A. O.; FILHO, L. E. M.; EMMERICH, M.; MATTOS, J. R.; OLIVEIRA, M. C.; GODOI, A. 1975. Plano de Manejo do Parque Estadual de Campos de Jordão. *Boletim Técnico do Instituto Florestal de São Paulo* 19: 1-153.

TOLEDO, L. F.; MARTINS, I. A.; BRUSCHI, D. P.; PASSOS, M. A.; ALEXANDRE, C.; HADDAD, C. F. B. 2014. The anuran calling repertoire in the light of social context. *Acta Ethologica*, (2): 87-99.

WELLS, K. D. 1977. The social behaviour of anuran amphibians. *Animal Behaviour*, 25: 666-693.

WELLS, K. D. 2007. *The Ecology and Behaviour of Amphibians*. University of Chicago Press, Chicago.

WIENS, J. J.; KUCZYNSKI, C. A.; HUA, X.; MOEN, D. S. 2010. An expanded phylogeny of treefrogs (Hylidae) based on nuclear and mitochondrial sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 55: 871–882.

WILCZYNSKI, W.; BRENOWITZ, E. A. 1988. Acoustic cues mediate inter-male spacing in a Neotropical frog. *Animal Behavior*, 36: 1054-1063.

WILCZYNSKI, W. & RYAN, M. J. 1999. Geographic variation in animal communication systems. In: FOSTER, A. & ENDLER, J. Eds. *Geographic variation in behaviour: perspectives on evolutionary mechanisms*. Oxford, Oxford University, p. 234-241.

Apêndice 1

Espécimes de *Hypsiboas latistriatus* coletados (País, Estado, Município): Brasil. **São Paulo:** Campos do Jordão (CCLZU: 3249, 3250, 3251, 3252, 3254, 3257, 3258, 3259, 3260, 3261, 3262, 3263, 3264, 3265, 3266). **Minas Gerais:** Itamonte (CCLZU: 3267, 3268, 3269, 3270, 3271, 3272, 3273, 3274, 3275, 3276, 3277, 3278, 3279, 3280).

Capítulo 2

Experimento de *playback* e função do canto de *Hypsiboas latistriatus*
(Caramaschi & Cruz, 2004)

Lucas Borges de Souza Arruda & Itamar Alves Martins

São José do Rio Preto

2017

Resumo

Experimentos de *playback* são fundamentais para a identificação do repertório vocal e para compreensão da função das vocalizações emitidas pelos anfíbios anuros. No Brasil, estudos sobre interações acústicas que utilizam esta metodologia em anuros ainda são escassos. Deste modo, nós utilizamos a metodologia de *playback* para determinar os tipos e a função biológica das vocalizações emitidas por *Hypsiboas latistriatus* em duas localidades na Serra da Mantiqueira. Em cada localidade, foram realizados três experimentos de *playback* em condições naturais. Cada experimento foi testado em oito indivíduos, totalizando 48 indivíduos testados. Foi utilizado apenas um tipo de estímulo acústico em cada experimento: canto do tipo “A”, canto do tipo “B” e o canto composto “AB”. Os indivíduos testados apresentaram um comportamento de vocalização similar nas duas localidades. Durante o período de emissão do estímulo, os indivíduos diminuíram a taxa de emissão de cantos do tipo “A” e passaram a emitir cantos do tipo “B” em resposta a todos os estímulos testados. Nossos resultados demonstram que os machos de *Hypsiboas latistriatus* modificam o comportamento de vocalização durante a ocorrência de interações sociais com coespecíficos, não havendo nenhuma alteração significativa dos parâmetros espectrais e temporais do sinal. O maior número de respostas comportamentais durante a realização dos testes, como o ataque a caixa de som e a sinalização visual “toe trembling”, ocorreu em resposta ao estímulo com canto “B”. Com base nas respostas acústicas e comportamentais, nós identificamos e determinamos a função das vocalizações emitidas por *Hypsiboas latistriatus*. O canto “A” representa o canto de anúncio e o canto “B” o canto territorial para esta espécie.

Palavras-chave: Experimento de *playback*, função do canto, comportamento de vocalização, clado *Hypsiboas polytaenius*.

Abstract

Experiments that use playback methodology are fundamental to identify the vocal repertoire and to understand the function of calls emitted by anuran amphibians. In Brazil, studies on acoustic interactions that use this methodology in anurans are scarce. Thus, we used a playback methodology to determine the types and the biological function of the calls emitted by *Hypsiboas latistriatus* in two different localities in the Mantiqueira Mountains. In each locality, three playback experiments were carried out under natural conditions. Each experiment was tested in eight individuals, totalizing 48 individuals tested. One type of stimulus was used in each experiment: type "A" call, type "B" call and type "AB" composite call. The individuals tested showed similar vocal behavior in both localities. During the stimulus period, individuals decreased the emission of the type "A" call and started to emit the type "B" call in response to all the stimuli tested. Thus, *Hypsiboas latistriatus* males modify the vocalization behavior during social interactions with co-specifics, without significant alterations on the call's temporal and spectral parameters. The largest number of behavioral responses during the playbacks, such as a loudspeaker attack and a toe trembling visual signaling, occurred in response to the "B" call stimulus. Based on the acoustic and behavioral responses, we identified and determined the function of the calls emitted by *Hypsiboas latistriatus*. The "A" call represents the advertisement call and the "B" call, the territorial call for this species.

Keywords: Playback experiment, call function, vocal behavior, *Hypsiboas polytaenius* clade.

Introdução

A comunicação acústica é essencial na biologia reprodutiva da maioria dos anfíbios anuros, sendo fundamental para o reconhecimento específico, para a atração de fêmeas e de machos coespecíficos para o coro e para a manutenção de territórios (Martins & Jim, 2003, 2004), sendo considerado o principal mecanismo de isolamento reprodutivo pré-zigótico (Gerhardt, 1994; Wells, 2007).

Os anuros são dotados de uma eficiente comunicação sonora, tendo sido descritos até o momento, 13 tipos de vocalizações com funções distintas (Toledo *et al.*, 2014). Salvo algumas exceções, como algumas espécies pertencentes à família *Racophoridae* (Wells, 2007; Narins *et al.*, 2001), os anfíbios anuros, bem como alguns insetos, apresentam repertórios vocais pequenos (Duellman & Trueb, 1994; Gerhardt & Huber, 2002). A baixa diversidade de sinais nestes grupos está relacionada com a limitada capacidade que estes organismos têm de aprender e assimilar novos sinais ao longo da sua vida, diferentemente das aves (Gerhardt & Huber, 2002).

O canto de anúncio (Wells, 1977), o mais emitido pelos anuros, contém informações espectrais e/ou temporais essenciais para o reconhecimento específico e para a atração de fêmeas. Este canto desempenha um importante papel na história natural e evolutiva dos anfíbios anuros, pois pode conter informações sobre o tamanho do corpo do indivíduo, promover a avaliação e o espaçamento entre vizinhos coespecíficos de modo a coibir a ocorrência de interações agonísticas e a sobreposição do sinal acústico (Wells, 1977a, b, 1988, 2007; Gerhardt, 1994; Ryan, 2001), sendo também, uma importante ferramenta sistemática (Goicoechea *et al.*, 2009).

Machos de diversas espécies de anuros vocalizam em posição estacionária, em torno e/ou no interior de corpos d'água (Duellman & Trueb, 1994), e defendem seus sítios de vocalização de intrusos por meio de suas vocalizações de anúncio e/ou agressivas e ocasionalmente, com combates físicos (Wells, 1988, 2007). O sucesso reprodutivo da maioria dos anuros depende de que os sons emitidos pelos machos, o canto de anúncio, se sobressaiam em um ambiente sonoro bastante diversificado e cheguem ao receptor desejado, fêmeas receptivas (Wells, 2007). A recepção pelas fêmeas é afetada pelas características físicas do habitat e pela interferência das vocalizações de espécies sincronotópicas (Duellman & Pyles, 1983; Martins, 2001).

As interações acústicas representam a forma de comunicação mais estudada entre os anfíbios anuros (*e.g.*, Wells, 1980, 1988; Gerhardt, 1994; Bastos & Haddad, 1995; Bionda *et al.*, 2011; Mclean *et al.*, 2012). Entretanto, no Brasil, estudos sobre interações acústicas utilizando metodologias de *playback* para interpretações de comportamentos de anfíbios são recentes e escassos (Giasson & Haddad, 2006; Moraes *et al.*, 2015; Nali & Prado, 2014; Signorelli *et al.*, 2016). A utilização do experimento de *playback* possibilita a análise e interpretação da resposta acústica e comportamental dos machos emissores, auxiliando no reconhecimento do repertório vocal e na determinação da função dos cantos emitidos (Gerhardt & Huber, 2002; Giasson & Haddad, 2006). Estudos experimentais efetuados com *playback* são, em sua grande maioria, realizados em laboratórios (Ryan, 2001; Gerhardt & Huber, 2002). Entretanto, Bee (2001) e Lüddecke (2002), recomendam a realização de experimentos de *playback* em campo, mesmo com a dificuldade de obter animais e a falta de controle de diversas variáveis.

A fim de determinar os tipos e a função biológica das vocalizações emitidas por *Hypsiboas latistriatus*, foram realizados experimentos de *playback* em condições naturais em duas localidades na Serra da Mantiqueira, Brasil.

Material e Métodos

Foram estudadas por meio da realização de experimentos de *playback* em condições naturais as vocalizações emitidas por machos de *Hypsiboas latistriatus* em duas unidades de conservação localizadas na Serra da Mantiqueira, região sudeste do Brasil (Figura 1). Os experimentos foram realizados em 13 dias não consecutivos, entre as 20h:00 e 04h:30 horas, entre novembro e dezembro de 2016 no Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ), município de Campos do Jordão, São Paulo, e no Parque Nacional do Itatiaia (PNI), nos municípios de Itamonte, Minas Gerais, e em Itatiaia, Rio de Janeiro.

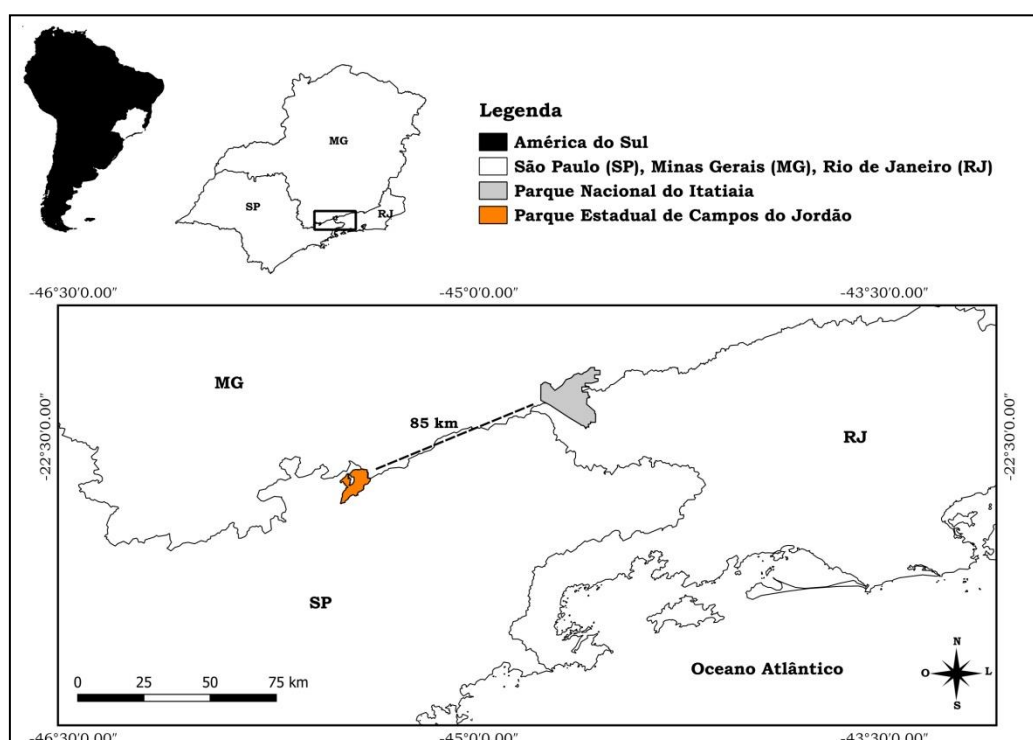


Figura 1: Localização das unidades de conservação em que os experimentos de *playback* com *Hypsiboas latistriatus* foram realizados.

Situado no planalto de Campos do Jordão, o clima do PECJ, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwb, subtropical úmido com inverno seco e verão temperado (Alvares *et al.*, 2013). A precipitação anual média anual é de 1804 mm (Moreira *et al.*, 2006). A vegetação local é composta pela Floresta Ombrófila Mista e pelos Campos de Altitude (Seibert *et al.*, 1975). No PECJ os experimentos foram realizados em duas lagoas, lagoa 1 e lagoa 3. A lagoa 1 (22°41'29,48"S, 45°28'51,25"O, 1.540 metros de altitude) (Figura 2) apresenta aproximadamente 20 metros de largura por 20 metros de comprimento e

profundidade máxima de 60 cm durante a estação chuvosa. A sua matriz é composta predominantemente por gramíneas de pequeno porte. Entretanto, são encontradas plantas herbáceas, arbustivas e arbóreas em uma de suas margens. A superfície da lagoa é recoberta por macrófitas e gramíneas emergentes de pequeno porte (20 cm de altura). A lagoa 3 (22°41'28,09"S, 45°29'11,05"O, 1.525 metros de altitude) (Figura 2) apresenta aproximadamente 20 metros de largura por 60 metros de comprimento e profundidade máxima superior a 1 m em sua porção central. A região marginal é composta por gramíneas de pequeno porte. A superfície é, em quase a sua totalidade, recoberta por plantas macrófitas flutuantes e gramíneas emergentes de pequeno porte (até 30 cm).



Figura 2: Locais onde foram realizados os experimentos de *playback* com *H. latistriatus* no PECJ, Campos do Jordão, SP. (A) lagoa 1; (B) lagoa 3.

Localizado no maciço do Itatiaia, o clima na parte alta do PNI, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwc, subtropical úmido, com inverno seco e verão curto e frio (Alvares *et al.*, 2013). A média pluviométrica anual local é de 2.250 mm. Os experimentos de *playback* foram realizados em dois locais na parte alta do parque: (i) no Brejo da Lapa, município de Itamonte, Minas Gerais (22°21'32,25"S, 44°44'13,87"O), localidade tipo para a espécie, situado a 2.160 m de altitude em uma área de ecótono entre a Floresta Ombrófila Densa Alto Montana e os Campos de Altitude (Orrico *et al.*, 2007; Barreto *et al.*, 2013). O local é composto por um brejo e uma lagoa de águas cristalinas em constante troca. O brejo é recoberto por macrófitas flutuantes e gramíneas emergentes e apresenta um comprimento aproximado de 100 metros por 20 m de largura. A lagoa tem aproximadamente 15 m de comprimento por 25 m de largura e a vegetação marginal é composta por plantas herbáceas, arbóreas e arbustivas recobertas por líquens (Figura 3); (ii) próximo ao Abrigo Rebouças (22°23'2,31"S, 44°40'59,37"O), no município de Itatiaia, Rio de Janeiro, as coletas foram

realizadas a 2.415 metros de altitude, em uma poça semipermanente de água cristalina, com aproximadamente 25 metros de comprimento e 3 metros de largura. No local a vegetação é composta pelos Campos de Altitude. A vegetação marginal da poça é formada por gramíneas que chegam a formar touceiras que ultrapassam os 2 metros de altura.

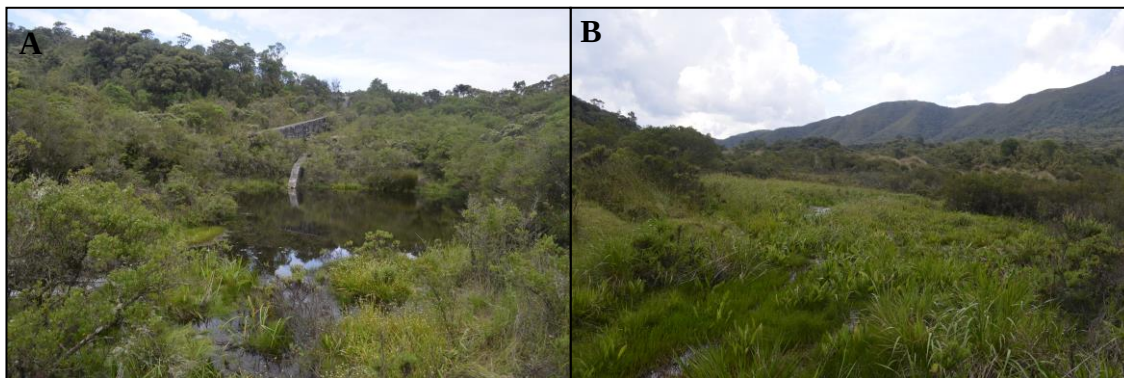


Figura 3: Local onde foram realizados os experimentos de *playback* com *H. latistriatus* no PNI, Brejo da Lapa, Itamonte, Minas Gerais. (A) Lago; (B) Brejo.

Foram realizados dois experimentos de *playback* com três estímulos diferentes por localidade. Em cada experimento, oito machos foram testados e gravados, totalizando 48 indivíduos (24 indivíduos para o PNI e 24 para o PEC). Foram considerados apenas os indivíduos que emitiram algum tipo de vocalização em resposta a um determinado estímulo testado, portanto, os indivíduos que não interagiram foram excluídos. Os termos, “canto A” e “canto B”, utilizados por Heyer *et al.* (1990), Pinheiro *et al.* (2012) e Martins *et al.* (2016) para se referir ao canto das espécies do clado *Hypsiboas polytaenius* foi aplicado para as vocalizações emitidas por *Hypsiboas latistriatus*.

Os experimentos de *playback* apresentaram três fases: fase pré estímulo; fase do estímulo; fase pós estímulo. Em todas as fases os machos a serem testados foram gravados e observados durante um minuto, por meio da utilização do método animal focal (Lehner, 1996). Para gravação das vocalizações foi utilizado o gravador digital Tascam DR-100mkII, acoplado ao microfone externo direcional Sennheiser ME66 (sensibilidade: 50 mV/Pa, faixa de frequência: 40 Hz - 20 kHz $\pm$ 2.5 dB), situado a uma distância média de 50 cm do indivíduo. Durante todo o experimento nós utilizamos o modo da lanterna com luz vermelha e em baixa intensidade para não haver influência sobre o comportamento do animal (Haddad, 1987; Nali & Prado, 2014).

A emissão dos estímulos foi efetuada por uma caixa de som, posicionada a frente do macho residente, a 50 cm de distância. Para as duas localidades, a intensidade do sinal acústico emitido pela caixa de som foi de 72,2 dB, o que corresponde à intensidade média do canto obtido para cada população, mensurada previamente. Antes de cada experimento, a intensidade sonora foi ajustada por meio da utilização do decibelímetro digital Instrutherm DEC-490, com precisão de $\pm 1,4$ dB, escala de frequência de 31,5 Hz a 8 kHz, ajustado ao nível de escala Auto (30 dB a 130 dB), ponderação rápida de 125 ms e ponderação de frequência A (dBA).

A partir da análise prévia de 36 “cantos A” e 36 “cantos B” para cada um dos 14 indivíduos do PNI e 15 do PECJ, foram construídos três estímulos naturais específicos para cada localidade. Para a sua elaboração, foi selecionado um “canto A” e um “canto B” que estivesse o mais próximo possível do valor médio para a sua respectiva localidade (Tabela 1). A escolha dos cantos foi baseada na proximidade com a frequência dominante, sendo excluídos os cantos que excediam em 100 Hz (para mais ou menos) do valor médio.

Tabela 1: Valores dos parâmetros espectrais e temporais para o canto “A” e para o canto “B” de *Hypsiboas latistriatus* para o PNI e o PECJ. Média local: valor do canto previamente calculado para a localidade, utilizado como referência para a escolha do canto incluído no estímulo. Canto selecionado: canto utilizado na elaboração dos estímulos. (Hz) hertz; (ms) milissegundos; (CRC) comprimento rostro-cloacal do indivíduo que emitiu o canto selecionado. * Canto oriundo de um mesmo indivíduo.

PNI					PECJ			
Tipo de estímulo	“Canto A”		“Canto B”		“Canto A”		“Canto B”	
	Média local	Canto selecionado	Média local	Canto selecionado	Média local	Canto selecionado	Média local	Canto selecionado
Frequência mínima (Hz)	3103	3128	3092	3170	3535	3110	3641	3595
Frequência máxima (Hz)	4694	4348	4173	4069	4821	4612	4459	4485
Frequência dominante (Hz)	3785	3763	3538	3501	4130	4041	3951	3971
Nº de pulsos	16	13	-	-	14	11	-	-
Duração do pulso (ms)	4	5	-	-	3	3	-	-
Intervalo entre pulsos (ms)	0	0	-	-	0	1	-	-
Duração do canto (ms)	78	74	1185	1227	57	52	809	879
Número de notas	-	-	22	22	-	-	15	15
Duração da nota (ms)	-	-	13	13	-	-	10	14
Intervalo entre notas (ms)	-	-	61	55	-	-	54	22
Massa (g)	-	4,09*	-	4,09*	-	2,34	-	1,52
CRC (mm)	-	37,51*	-	37,51*	-	34,51	-	31,24

Os estímulos foram elaborados no programa CoolEdit 96 com uma taxa de amostragem de 44.100 Hz e 16-bit de resolução. Todos os estímulos apresentaram um minuto de duração e a mesma estrutura, de modo que cada indivíduo foi testado com apenas um tipo de estímulo. Foram utilizados os seguintes estímulos de acordo com as características bioacústicas analisadas para cada localidade, PNI e PECJ:

- (i). Estímulo com “canto A” (PNI): sequência de 10 “cantos A” emitidos em intervalos regulares de 6 segundos.
- (ii). Estímulo com “canto B” (PNI): sequência de 8 “cantos B” emitidos em intervalos regulares de 6 segundos.
- (iii). Estímulo com canto composto “AB” (PNI): sequência de 7 cantos compostos, emitidos em intervalos regulares de 6,5 segundos entre uma composição e outra. O intervalo entre o “canto A” e o “canto B” de uma mesma composição foi de 0,69 segundos.
- (iv). Estímulo com “canto A” (PECJ): sequência de 12 “cantos A” emitidos em intervalos regulares de 5 segundos.
- (v). Estímulo com “canto B” (PECJ): sequência de 9 “cantos B” emitidos em intervalos regulares de 6 segundos.
- (vi). Estímulo com canto composto “AB” (PECJ): sequência de 7 cantos compostos emitidos em intervalos regulares de 6,7 segundos entre uma composição e outra. O intervalo entre o “canto A” e o “canto B” de uma mesma composição foi de 0,55 segundos.

A análise bioacústica das vocalizações emitidas pelos machos foram realizadas no programa CoolEdit 96, com taxa de amostragem de 44.100 Hz, 16 bit de resolução e opções de filtro de 256 e/ou 1024 bandas (FFT - Fast Fourier Transform), com a função de janela Hanning. Para cada indivíduo, foram analisados em média seis “cantos A” e seis “cantos B” para cada fase do experimento de *playback*. Foram analisadas as seguintes propriedades acústicas: frequência mínima (Hz), frequência máxima (Hz), frequência dominante (Hz), duração do canto (ms), número de pulsos no canto “A”, duração do pulso (ms), taxa de repetição dos pulsos (pulso/min), intervalo entre pulsos (ms), número de notas no canto “B”, duração da nota (ms), intervalo entre notas (ms), taxa de repetição do canto “A” (cantos/min), taxa de repetição do canto “B” (cantos/min), taxa de repetição total dos cantos “A” e “B”

(cantos/min) e número de cantos emitidos por fase (pré estímulo, estímulo e pós estímulo) de cada experimento. A terminologia bioacústica seguiu Heyer *et al.* (1990); Martins & Jim, (2003); Pinheiro *et al.* (2012); Toledo *et al.* (2014); Martins *et al.* (2016).

O comprimento rostro-cloacal (CRC) foi mensurado por meio da utilização de um paquímetro digital com precisão de 0,1 mm e a massa foi obtida por meio da utilização de uma balança digital com 0,1 g de precisão. Para evitar a realização do teste com um mesmo animal, os indivíduos testados foram coletados e mantidos em laboratório até o final da realização dos experimentos naquela localidade, sendo posteriormente liberados no mesmo local em que foram coletados. As vocalizações registradas foram depositadas em padrão mono 16 bit, no arquivo sonoro do Laboratório de Zoologia da Universidade de Taubaté, UNITAU.

Resultados

A média do comprimento rostro cloacal dos 48 indivíduos machos de *Hypsiboas latistriatus* foi de 36,85 mm $\pm$ 3,57 (31,17-44,46) e da massa foi de 2,51 $\pm$ 0,67 g (1,69-4,26). Os machos emitiram dois tipos de vocalização durante os experimentos: o “canto A” e o “canto B”. A temperatura durante a realização dos experimentos de *playback* variou de 4°C a 17,5°C.

Durante o início da atividade de vocalização e nos dias em que não ocorreu a formação de coro, devido à baixa abundância de machos vocalizantes, observamos que os machos de *Hypsiboas latistriatus* emitem séries de cantos “A” seguidos pelo canto “B”, repetidos ou não, com longos intervalos entre si. À medida que novos indivíduos iniciavam a atividade de vocalização, a emissão de ambos os cantos isolados passou a apresentar taxas de repetição maiores, culminando na emissão do canto “A” seguido pelo canto “B”, típico para as espécies do clado *Hypsiboas polytaenius* com canto composto “AB” (Pinheiro *et. al*, 2012; Martins *et. al*, 2016).

Em atividade de coro, o canto “A” pode ser adicionado antes e após a emissão do canto “B”, chegando a formar composições distintas, com séries de até onze estruturas do canto, demonstrando que o canto A apresenta um maior grau de liberdade dentre as composições registradas durante as interações sociais. Em coro, a emissão do canto “B” está predominantemente associada à emissão de um canto “A”, do próprio indivíduo em atividade de vocalização ou em resposta a um canto “A” ou canto “B” de outro indivíduo próximo. Diferentemente do canto “A”, não foi registrada a emissão de séries contínuas do canto “B”.

Os 48 machos testados emitiram um total de 951 cantos, dos quais 58% foram cantos do tipo “A” e 42% cantos do tipo “B”. Entre os testes realizados, o experimento com cantos “B” apresentou o maior número vocalizações ao longo de toda a sua realização, com 424 cantos emitidos, sendo 65% representado pelo canto “A” e 35% pelo canto “B”. Entre as três diferentes fases de todos os experimentos realizados, a fase do estímulo exibiu o maior número de vocalizações, com 465 cantos emitidos, dos quais 57% foram cantos do tipo “B” e 43% de cantos do tipo “A”.

O comportamento de vocalização de *Hypsiboas latistriatus* foi similar em todos os experimentos de *playback*. O canto “A” foi a vocalização mais emitida nas fases pré (n = 246 cantos) e pós estímulo (n = 105), e o canto “B” o mais emitido durante a fase do estímulo (n =

267). Na fase pós estímulo, todos os machos diminuíram atividade de vocalização em relação as fases anteriores, com exceção do experimento com o “canto B” (Tabela 2).

O canto “A” foi emitido com menor frequência do início (fase pré estímulo) para o final dos experimentos (pós estímulo). A única exceção ocorreu durante a realização do experimento de *playback* com o canto “A”, no qual os machos residentes aumentaram tanto a taxa de emissão de cantos do tipo “A” quanto de cantos do tipo “B” (Tabela 2).

Em contrapartida a diminuição gradativa na emissão do canto “A”, o canto “B” apresentou um aumento abrupto no número de cantos emitidos pelos machos residentes (acima de 70%) da fase pré para a fase do estímulo em todos os experimentos (Tabela 2). No experimento com o canto “A”, houve um aumento de 480% na taxa de emissão dos cantos do tipo “B” da fase pré estímulo (n = 21 cantos territoriais emitidos) para a fase do estímulo (n = 122 cantos territoriais).

Não foram registradas diferenças representativas nos parâmetros espectrais e temporais analisados para o canto “A” e o canto “B” de *Hypsiboas latistriatus* ao longo dos experimentos. Dentre os parâmetros temporais, a exceção foi o canto “A” apresentou um aumento na sua duração entre a fase pré estímulo e estímulo, seguido de uma diminuição na fase pós nos experimentos com canto “A” e com o canto composto (Tabela 2).

A duração do canto “A” e do canto “B”, bem como o número e o intervalo entre as notas que compõem o canto “B” apresentaram grande amplitude de variação durante a realização dos experimentos. Dentre as três fases de cada experimento, a maior variação destes parâmetros ocorreu predominantemente durante a fase do estímulo (66,5% das vezes), seguido pela fase pré estímulo (25%) e pela fase pós estímulo (8,3%). Durante a fase do estímulo, os machos apresentaram um comportamento similar quanto a emissão e a duração dos cantos e ao número de notas emitidas no canto “B”. Durante os primeiros 20 segundos desta fase, foram emitidos apenas cantos do tipo “B” e ao longo do experimento os machos passavam a adicionar cantos do tipo “A” antes e após a emissão de um canto “B”, culminando na emissão da composição característica para esta espécie.

Durante os experimentos de *playback*, 26 machos apenas vocalizaram em resposta aos estímulos testados, dez modificaram a postura, virando todo o corpo ou apenas a cabeça em direção a fonte do estímulo (caixa de som), dez vieram em direção à fonte do estímulo (ataque a caixa de som) em silêncio ou emitindo cantos do tipo “B”, dois sinalizaram visualmente (“toe trembling”; sensu Hödl & Amézquita, 2001) ao mesmo tempo em que emitiam cantos

do tipo “B” e um indivíduo vocalizou e posteriormente fugiu. Das respostas comportamentais citadas, um macho realizou dois comportamentos distintos, sinalizou visualmente e em seguida atacou a caixa de som (Figura 4).

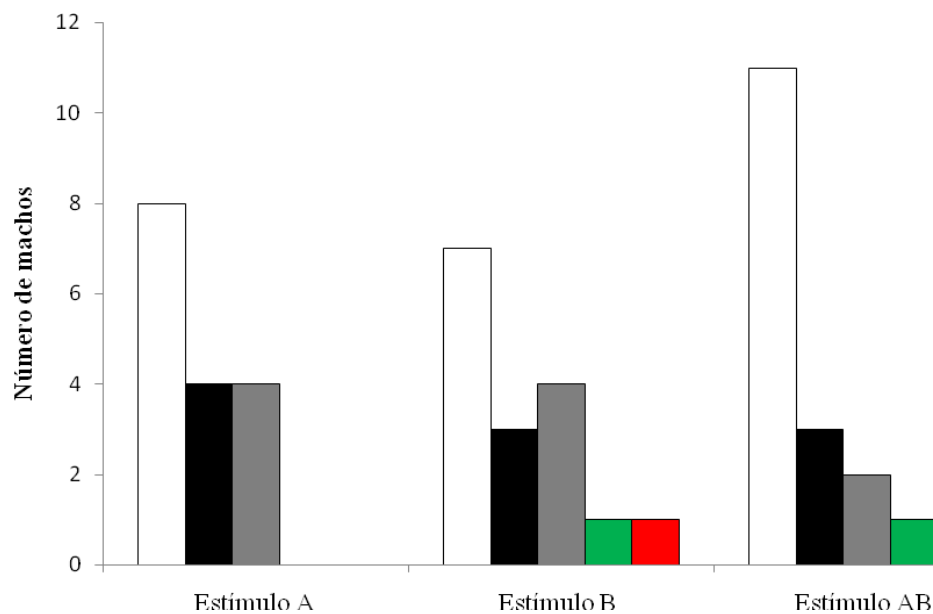


Figura 4: Respostas comportamentais de *Hypsiboas latistriatus* durante a realização dos os experimentos: (□) apenas vocalização, (■) modificação da postura, (▒) ataque a caixa de som, (■ verde) sinalização visual, (■ vermelho) vocalização e fuga.

Tabela 1: Parâmetros acústicos analisados dos cantos emitidos pelos 48 machos de *Hypsiboas latistriatus* durante os experimentos de *playback*. Frequência mínima (Fmín), frequência máxima (Fmáx), frequência dominante (FD), duração do canto (DC), duração do pulso (DP), intervalo entre pulsos (IP), taxa de repetição dos pulsos (TRP), taxa de repetição do canto (TRC), taxa de repetição total dos cantos emitidos “canto de anúncio e canto territorial” (TRT), número de notas no canto territorial (NNB), duração da nota (DN), intervalo entre notas (IN), taxa de repetição das notas (TRN). Os dados são expressos em: média, desvio-padrão e amplitude. (Hz) Hertz; (ms) milissegundos.

	Estímulo	“Canto A”			“Canto B”			Canto composto		
	Parâmetro	Pré estímulo	Estímulo	Pós estímulo	Pré estímulo	Estímulo	Pós-playback	Pré estímulo	Estímulo	Pós estímulo
“Canto A”	Fmín (Hz)	3397± 202,5 (2935-3785)	3550 ± 302,1 (2935-3927)	3351 ± 156,8 (3078-3472)	3456 ± 233,3 (2995-3806)	3438 ± 245,7 (2840-3718)	3453 ± 194,2 (3045-3713)	3564 ± 329 (2891-4026)	3320 ± 352,5 (2840-3981)	3672 ± 134 (3424-3981)
	Fmáx (Hz)	4454 ± 206,2 (4009-4873)	4604 ± 302,8 (3794-5110)	4276 ± 191,7 (4068-4520)	4525 ± 284,8 (4101-4920)	4437 ± 326 (3821-4958)	4544 ± 275,6 (3857-4995)	4645 ± 332,6 (4027-5145)	4443 ± 417,3 (3872-5071)	4902 ± 129 (4665-5108)
	FD (Hz)	3899 ± 207,8 (3467-4246)	4046 ± 268,7 (3553-4462)	3783 ± 77,2 (3644-3854)	3945 ± 210 (3521-4259)	3924 ± 219,2 (3377-4240)	4003 ± 201,3 (3508-4256)	4004 ± 291 (3470-4386)	3840 ± 316,3 (3426-4320)	4171 ± 103 (4067-4400)
	Nº de pulsos	11,7 ± 1,8 (8-16)	14 ± 2,9 (10- 26)	11,2 ± 2,4 (8-15)	14,2 ± 4 (9-26)	13,3 ± 3,1 (7-19)	15,4 ± 5,4 (8-31)	12,6 ± 2,9 (8-20)	12,7 ± 3 (7-21)	12,4 ± 1,6 (9-14)
	DC (ms)	53,8 ± 7,4 (41-70)	65,4 ± 17,1 (38-112)	55,8 ± 14,4 (37-71)	69,4 ± 15 (49-108)	70,4 ± 15,6 (46-103)	69,2 ± 16,4 (49-111)	63,2 ± 15,3 (39-101)	72,6 ± 24,4 (10-140)	62,6 ± 8,2 (49-77)
	DP (ms)	3,9 ± 1 (2-9)	4 ± 1,5 (1-10)	4,3 ± 1,2 (2-6)	4 ± 1,1 (1-8)	4 ± 1,1 (2-7)	3,7 ± 1,2 (1-8)	4 ± 1,1 (1-7)	4,2 ± 1,3 (2-7)	3,5 ± 0,8 (2-5)
	IP (ms)	0,4 ± 0,7 (0-3)	0,4 ± 0,7 (0-4)	0,2 ± 0,4 (0-1)	0,4 ± 0,6 (0-2)	0,7 ± 1 (0-6)	0,4 ± 0,6 (0-3)	0,4 ± 0,6 (0-3)	0,8 ± 1,4 (0-9)	0,3 ± 0,5 (0-1)
	TRP (pulso/min)	13397 ± 2256 (8571-18750)	14475 ± 4397 (6102-30000)	11954 ± 2388 (8571-14285)	14661 ± 4411 (8889-30000)	13480 ± 3261 (4000-24000)	16152 ± 4780 (10000-32727)	15239 ± 3986 (8823-25714)	12937 ± 3972 (6428-20000)	14360 ± 2247 (11612-17647)
	TRC (cantos/min)	23,1 ± 13,9 (4,5-55)	24,6 ± 16,9 (3,5-69,8)	37,1 ± 15,6 (26,1-48,2)	31,3 ± 26,1 (6,3-126,3)	43,3 ± 35,4 (8,1-150)	26,2 ± 24,6 (4,7-96)	42,3 ± 37,3 (4,2-171,4)	34,1 ± 32,6 (7-120)	24,7 ± 8,3 (6,3-36,4)
	TRT (cantos/min)	30,5 ± 19,2 (6,8-66,7)	38,1 ± 25,9 (12,1-120)	10,5	55,5 ± 40,9 (6,3 163,6)	45,6 ± 31,3 (5,3-120)	43,5 ± 35 (4,6-120)	54,6 ± 35,3 (6,2-109)	55,4 ± 45,4 (10,1-136,6)	38 ± 27,4 (9,4-75)
	Nº de cantos A	53	81	6	110	86	81	83	31	18
“Canto B”	Fmín (Hz)	3409 ± 234,6 (2889-3738)	3435 ± 255 (2680-3927)	3284 ± 127,5 (3078-3465)	3522 ± 235 (2788-3945)	3450 ± 328 (2030-4038)	3542 ± 180,5 (2842-4024)	3527 ± 274,4 (2934-3969)	3361 ± 285,7 (2800-3950)	3581 ± 107 (3455-3725)
	Fmáx (Hz)	4233 ± 245,3 (3722-4570)	4250 ± 337,5 (3400-4970)	3993 ± 90,1 (3817-4168)	4338 ± 252 (3408-4734)	4263 ± 363 (2801-4874)	4352 ± 211 (3614-4770)	4321 ± 334,4 (3582-4958)	4102 ± 327,4 (3272-4816)	4487 ± 73,7 (4357-4620)
	FD (Hz)	3721 ± 228 (3169-4025)	3746 ± 268,5 (3114-4241)	3569 ± 113,3 (3336-3769)	3848 ± 232 (3162-4199)	3770 ± 306 (2391-4328)	3897 ± 208 (3076-4197)	3855 ± 262,1 (3297-4241)	3642 ± 289,8 (3007-4202)	3954 ± 107,2 (3758-4070)
	DC (ms)	853 ± 297,4 (536-1807)	984,2 ± 312,4 (408-2290)	1154 ± 393,8 (909-1741)	899,3 ± 380 (569-2720)	1000 ± 470 (500-2626)	835,5 ± 208 (459-1357)	975,6 ± 318,5 (579-1916)	1034 ± 386,5 (331-2604)	1025 ± 231,5 (715-1194)
	NNB	16,5 ± 8 (10-43)	14,4 ± 5,8 (4-32)	16,5 ± 1,2 (15-18)	16,3 ± 4,4 (9-36)	16,1 ± 5,3 (8-40)	14,7 ± 4 (8-24)	19,5 ± 11,1 (11-48)	16,4 ± 6,3 (7-41)	18 ± 2,3 (14-20)
	DN (ms)	9,1 ± 2,1 (4-16)	9,3 ± 2,3 (3-18)	8,4 ± 2,6 (4-13)	8,5 ± 1,7 (3-12)	8,8 ± 1,7 (3-14)	9 ± 1,7 (4-14)	9,3 ± 2,5 (4-17)	9,1 ± 2,1 (4-14)	8 ± 1,4 (5-11)
	IN (ms)	54,3 ± 43,7 (8-244)	75 ± 52,5 (8-277)	64,8 ± 48 (11-189)	46,8 ± 31,2 (9-216)	56,9 ± 55,8 (4-740)	53,5 ± 33,6 (7-277)	52,5 ± 38,5 (2-222)	67 ± 56,5 (2-364)	56 ± 29,7 (7-149)
	TRN (nota/min)	1911 ± 1107 (440-6000)	1469 ± 848,1 (362,1-5000)	1554 ± 572,5 (470-2857)	1988 ± 1597 (444-15000)	1780 ± 1025 (160-6666)	1752 ± 930 (464-5454)	3091 ± 2841 (569-12631)	1852 ± 1300 (420,6 -8571)	1538 ± 621,6 (926-3243)
	TRC (canto/min)	18,1 ± 14,2 (4,5-48)	17,4 ± 8,7 (4-60)	4,04	17 ± 10,5 (6,4-52,1)	19,7 ± 16 (3-85,7)	17,1 ± 9,8 (5,6-42,9)	21 ± 21 (2,6-60)	23,2 ± 22 (6,2-100)	6,3 ± 1,2 (5,1-7,5)
	Nº de cantos B	21	122	4	39	68	40	26	77	5

Discussão

Por meio da realização de experimentos de *playback* com cantos naturais *in situ*, nós identificamos e determinamos a função de dois cantos emitidos por *Hypsiboas latistriatus*: o “canto A”, que representa o canto de anúncio e o “canto B”, que representa o canto territorial desta espécie.

Diferentes grupos de organismos (e.g. aves, mamíferos, insetos) utilizam o som para comunicação, gerando, desta forma, uma elevada diversidade de sinais acústicos produzidos e propagados por estruturas e meios distintos, dificultando a proposição de uma nomenclatura universal para bioacústica (Gerhardt, 1998, Gerhardt & Huber, 2002). Gerhardt (1998) propõem que as descrições de primeira ordem devem descrever as propriedades físicas dos sinais e não se basear em critérios presumidos ou perceptivos. Com o acúmulo de conhecimento sobre a comunicação acústica dos anuros, diversos autores propuseram inúmeras classificações para as vocalizações destes organismos baseados em conceitos distintos (Rand, 2001), dificultando a comparação intra e interespecífica, bem como a compreensão da função biológica do sinal.

A problemática do uso de diferentes nomenclaturas bioacústicas ocorreu com *Hypsiboas goianus* (Lutz, 1968), espécie pertencente ao clado *Hypsiboas polytaenius* (Cruz & Caramaschi, 1998; Faivovich 2004, 2005). Signorelli *et al.* (2016), por meio da utilização de experimentos de *playback* e considerando a terminologia proposta por Wells (1977, 1988, 2007) redefiniu as categorias dos cantos emitidos para *Hypsiboas goianus* que haviam sido previamente descritas embasadas em outros conceitos (Guimarães *et al.*, 2001; Menin *et al.*, 2004), descrevendo assim, o canto de anúncio, um canto agressivo curto e um canto agressivo longo para esta espécie.

Neste estudo, nós utilizamos a terminologia bioacústica proposta por Toledo *et al.* (2014), que além da descrição física dos parâmetros acústicos, considera as informações do contexto social para determinação dos tipos de canto. Deste modo, apesar de apresentarem funções biológicas similares, o canto territorial de *Hypsiboas latistriatus* e o canto agressivo de *Hypsiboas goianus* são categorizados de forma distinta, já que o termo canto agressivo representa uma categoria mais ampla que abrange outros tipos de cantos (Toledo *et al.*, 2014).

O canto “A” foi classificado como o canto de anúncio para *Hypsiboas latistriatus* por ter sido o canto emitido com maior frequência ao longo de todos os experimentos (Wells,

1977). Este canto foi emitido em todos os contextos observados para a espécie, desde o início da atividade de vocalização, momento em que o espaçamento entre os machos era maior, durante interações acústicas entre machos próximos e distantes, pouco antes de um macho entrar em amplexo com a fêmea, durante o pico e no final da atividade de vocalização (obs. pessoal). O canto de anúncio apresenta propriedades multifuncionais (Wells, 1977), de modo que a função do sinal é influenciada pela organização social do coro e o tipo de interação durante o momento da vocalização (Martins & Jim, 2003, 2004). Este canto, emitido com maior frequência pelos anuros, é específico e pode atuar na manutenção do espaçamento e atração de machos para o coro (Wilczynski & Brenowitz, 1988), na atração de fêmeas para a reprodução (Littlejohn, 1977; Wells, 2007) e revelar a identidade do macho vocalizante (Gerhardt & Huber, 2002). Adicionalmente, dentre as respostas comportamentais registradas neste estudo, o canto de anúncio foi o que promoveu o menor número de tipos de respostas comportamentais dentre os experimentos (Figura 4).

Em todos os experimentos, a fase do estímulo simulou uma possível invasão de um macho coespecífico sobre o território do macho residente. O canto “B”, por ter sido o canto emitido com maior frequência durante esta fase em todos os experimentos, com destaque para o experimento com o canto de anúncio, foi classificado como canto territorial, por ter atuado na defesa do sítio de vocalização do macho residente (Toledo *et al.*, 2014). Estudos realizados com aves demonstraram que os experimentos de *playback* apresentam mais respostas se forem efetuados com o canto (canto de anúncio para os anuros), pois ele provocará uma reação territorial do macho residente (Vielliard, 1989). O mesmo comportamento foi observado para *Hypsiboas goianus* (Morais *et al.*, 2015) e *Dendropsophus ebraccatus* (Cope, 1874) (Wells & Schwartz, 1984).

Segundo Wells (2007), o canto agressivo, aqui denominado de territorial (Toledo *et al.*, 2014), apresenta frequência dominante similar e estrutura temporal distinta ao do canto de anúncio. Por não atuar no reconhecimento específico, o canto territorial pode apresentar grande plasticidade temporal, principalmente quanto ao número e a taxa de repetição de pulsos ou notas, a depender da estrutura física do canto para a espécie em questão, sendo desta forma um canto pouco estereotipado (Wells & Schwartz, 2007). Em *Hypsiboas latistriatus* nós observamos, além de uma distinção temporal, uma grande amplitude de variação para o canto territorial quanto ao número de notas emitidas em um mesmo canto, bem como uma similaridade com a frequência dominante do canto de anúncio (Tabela 1).

Os cantos territoriais curtos e longos emitidos por *Hypsiboas latistriatus* estão associados a um processo de gradação, e representam dois extremos de um contínuo (Wells, 2007). Em *Hypsiboas latistriatus* foram observados os seguintes comportamentos associados a esta questão: (i) machos residentes emitiram poucos cantos territoriais curtos e baixos apenas na fase inicial do teste, posteriormente permanecendo em silêncio, (ii) machos responderam inicialmente com cantos territoriais curtos e ao longo do experimento os cantos ficaram mais longos, sendo emitidos apenas cantos territoriais; (iii) machos responderam com cantos territoriais com a mesma duração e número de notas durante todo o experimento; (iv) machos responderam com cantos territoriais com a mesma duração e número de notas durante todo o experimento, entretanto, foram inseridos cantos de anúncio antes e após dos cantos territoriais durante a realização do teste. A alternância na emissão dos cantos, territoriais e de anúncio, ao longo de interações agressivas, foi registrada em outras espécies de anuros (Wagner, 1989; Giasson & Haddad, 2006; Bastos *et al.*, 2011). Esta alternância foi sugerida como sendo uma estratégia comportamental para que o macho possa ao mesmo tempo interagir agressivamente com um competidor vizinho e atrair uma possível parceira para reprodução (Wagner, 1989).

Como a distância da caixa de som, a intensidade e a taxa de repetição dos estímulos foram mantidas durante todos os testes, nossos resultados diferem em parte do de outras espécies em que este comportamento demonstrou relação com a distância da origem sonora e da intensidade do estímulo (Wells, 2007). Como testes específicos para esta questão não foram realizados e ainda que estes extremos possam expressar limiares de agressividade distintos, nós optamos por denominá-los apenas por canto territorial, já que a sua função primordial, para ambos os extremos, é a mesma.

Outro aspecto relevante para a categorização do canto territorial está associado aos tipos de respostas comportamentais efetuadas pelos machos residentes durante o experimento com este mesmo canto. Neste experimento, foi observada a maior diversidade de respostas comportamentais, dentre elas a sinalização visual e a vocalização seguida de fuga, ausentes no experimento com canto de anúncio. É possível que a sinalização visual em *Hypsiboas latistriatus* só ocorra no contexto de agressividade, já que este comportamento também ocorreu no experimento com o canto composto. Embora somente dois machos tenham sinalizado e estudos específicos sejam necessários para compreender a sua função biológica, nós acreditamos que os machos de *Hypsiboas latistriatus* realizem o comportamento

denominado de “toe trembling” (sensu Hödl & Amézquita, 2001) durante o contexto de interação agressiva. Ainda que ambos os sinais visuais e acústicos possam advertir a localização de um indivíduo, a precisão da sinalização visual é muito maior e o comportamento “toe trembling” pode auxiliar neste contexto (Hödl & Amézquita, 2001). Em *Hypsiboas albomarginatus* (Spix, 1824), o “toe trembling”, dentre outras sinalizações visuais descritas para esta espécie, atuou na manutenção do espaçamento entre machos ao advertir a fronteira do seu território (Giasson & Haddad, 2006).

Embora nenhuma propriedade espectral e temporal tenha sido modificada neste estudo, os experimentos de *playback* demonstraram que a interação com indivíduos coespecíficos é capaz de alterar o comportamento de vocalização dos machos de *Hypsiboas latistriatus*, pois o maior número de vocalizações emitidas pelos machos residentes ocorreu em resposta aos estímulos testados (fase estímulo).

Devido a proximidade filogenética e morfológica, é provável que as funções biológicas aqui descritas para o canto de anúncio e territorial de *Hypsiboas latistriatus* sejam similares, como já sugerido por Pinheiro *et al.* (2012) e Martins *et al.* (2016), ao de *Hypsiboas bandeirantes* e *Hypsiboas polytaenius*, pois ambas possuem cantos que compartilham o mesmo padrão estrutural.

Referências bibliográficas

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. 2013. Koppen's climate classification map for Brazil. *Metereologische Zeitschrift*, v.22, n. 6, p. 711-728.
- BASTOS, R. P. & HADDAD, C. F. B. 1995. Vocalizações e interações acústicas em *Hyla elegans* (Anura, Hylidae) durante a atividade reprodutiva. *Naturalia*, 20: 165-176.
- BASTOS, R. P.; ALCANTARA, M. B.; MORAIS, A. R.; LINGNAU, R.; SIGNORELLI, L. 2011. Vocal behaviour and conspecific call response in *Scinax centralis*. *Herpetological Journal*, 21: 43-50.
- BARRETO, C. G.; CAMPOS, J. B.; ROBERTO, D. M.; ROBERTO, D. M.; SCHWARZSTEIN, N. T.; ALVES, G. S. G.; COELHO, W. 2013. Plano de Manejo do Parque Nacional do Itatiaia. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Brasília.
- BEE, M. A. 2001. Habituation and sensitization in bullfrogs (*Rana catesbeiana*): testing the dual process theory of habituation. *Journal of Comparative Psychology*, 115: 307-316.
- BIONDA, C. L.; LAJMANOVICH, R. C.; SALAS, N.E.; MARTINO, A. L.; DI TADA, I. E. 2011. Reproductive Ecology of the Common South American Toad *Rhinella arenarum* (Anura: Bufonidae): Reproductive Effort, Clutch Size, Fecundity, and Mate Selection. *Journal of Herpetology*, 45(2): 261-264.
- CRUZ, C. A. G. & CARAMASCHI, U. 1998. Definição, Composição e Distribuição Geográfica do Grupo de *Hyla polytaenia* Cope, 1870 (Amphibia, Anura, Hylidae). *Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Zoologia*, (392): 1-19.
- DUELLMAN, W. E. & PYLES, R. A. 1983. Acoustic resource partitioning in anuran communities. *Copeia*, 1983 (3): 639-649.
- DUELLMAN, W. E. & TRUEB, L. 1994. *Biology of Amphibians*. New York: McGraw-Hill, 670p.
- FAIVOVICH, J.; GARCIA, P. C. A.; ANANIAS, F.; LANARI, L.; BASSO, N. G.; WHEELER, W. C. 2004. A molecular perspective on the phylogeny of the *Hyla pulchella* species group (Anura, Hylidae): *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 32: 938-950.

FAIVOVICH, J.; HADDAD, C. F. B.; GARCIA, P. C. A.; FROST, D. R.; CAMPBELL, J. A.; WHEELER, W. C. 2005. Systematic review of the frog family, with special reference to Hylinae: Phylogenetic analysis and taxonomic revision. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 294: 1-240.

GERHARDT, H. C. 1994. The evolution of vocalization in frogs and toads. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 25: 293-324.

GERHARDT, H. C. 1998. Acoustic signals of animals: field measurements, recording, analysis and description. In: Hopp S, Owren M, Evans C (eds) *Techniques in the study of animal communication by sound*. Springer-Verlag, New York.

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

GIASSON, L. O. M. & HADDAD, C. F. B. 2006. Social interactions in *Hypsiboas albomarginatus* (Anura: Hylidae) and the significance of acoustic and visual signals. *Journal of Herpetology*, 40: 171-180.

GOICOECHEA, N.; DE LA RIVA, I.; PADIAL, J.M. 2009. Recovering phylogenetic signal from frog mating calls. *Zoologica Scripta*, 39: 141-154.

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, Nova Série, Zoologia*, (474): 1-14.

HADDAD, C. F. B. 1987. Comportamento reprodutivo e comunicação sonora de *Hyla minuta* Peters, 1872 (Amphibia, Anura, Hylidae). Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas.

HEYER, W, R.; RAND, A. S.; CRUZ, C. A. G.; PEIXOTO; O. L.; NELSON, C. 1990. Frogs of Boracéia. *Arquivos de Zoologia, São Paulo*, 31: 271-272.

HÖDL, W. & AMÉZQUITA. 2001. Visual signaling in anura amphibians. In Ryan, M. J. (ed.), *Anuran Communication*, pp. 121-141. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

LEHNER, P. N. 1996. *Handbook of ethological methods*. Second edition. Reino Unido: Cambridge University 1996. 665 p.

LITTLEJOHN, M. J. 1977. Long-range acoustic communication in anurans: an integrated and evolutionary approach. In: Tylor DH, Guttman SI (eds) The reproductive biology of amphibians. Plenum Press, New York, pp. 263-294.

LUTZ, B. 1968. Geographic variation in Brazilian species of *Hyla*. The Pearce-Sellards Series, 12:1-13.

LÜDDECKE, H. 2002. Male and female responses to call playback in the Andean frog *Colostethus subpunctatus*. Amphibia-Reptilia, v. 23, p. 141-150.

MARTINS, L. B.; GIARETTA, A. A., CARVALHO, T. R., MIWA, R. Y. 2016. Vocalizations of *Hypsiboas beckeri* and *H. stenocephalus* (Anura: Hylidae), two species of the *H. polytaenius* group from southeaster Brazil. Phyllomedusa, 15(1): 51-64.

MARTINS, I. A. 2001. Parental care behaviour in *Leptodactylus podicipinus* (Cope, 1982) (Anura, Leptodactylidae). Herpetological Journal, 11:29-32.

MARTINS, I. A. & JIM, J. 2003. Bioacoustic analysis of advertisement call in *Hyla nana* and *Hyla sanborni* in Botucatu, São Paulo, Brazil. Brazilian Journal of Biology, 63(3): 507-516.

MARTINS, I. A. & JIM, J. 2004. Advertisement Call of the *Hyla jimi* and *Hyla elianeae* (Anura, Hylidae) in Botucatu Region, São Paulo, Brazil. Brazilian Journal of Biology, 64(3B): 645-654.

MENIN, M.; SILVA, R. A.; GIARETTA, A. A. 2004. Reproductive biology of *Hyla goiana* (Anura, Hylidae). Iheringia, Série Zoologia, 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.

MOREIRA, M.; BARETTA, D.; TSAI, S. M.; CARDOSO, E. J. B. N. 2006. Spore density and root colonization by arbuscular mycorrhizal fungi in preserved or disturbed *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. ecosystems. Scientia Agrícola, Piracicaba, v.63, n.4, p.380-385.

MCLEAN, M. J.; BISHOP, P.J.; NAKAGAWA, S. 2012. Male quality, signal reliability and female choice: assessing the expectations of inter-sexual selection. Journal of Evolutionary Biology, 25: 1513-1520.

NALI, R. C. & PRADO, C. P. A. 2014. Complex call with different messages in *Bokermannohyla ibitiguara* (Anura, Hylidae) a gladiator frog of the Brazilian Cerrado. *Journal of Herpetology*, vol. 48 (3): 407-414.

NARINS, P. M.; LEWIS, E. R.; MCCCELLAND, B. E. 2001. Hyperextended call note repertoire of the endemic Madagascar treefrog *Boophis madagascariensis* (Rhacophoridae). *The Zoological Society of London*. 250: 283-298.

PINHEIRO, P. D. P.; PEZZUTI, T. L.; GARCIA, P. C. A. 2012. The tadpole and vocalizations of *Hypsiboas polytaenius* (Cope, 1870) (Anura, Hylidae, Hylineae). *South American Journal of Herpetology*, 7: 123-133.

RAND, A. S. 2001. A history of frog call studies 405 B.C. to 1980. In: J. Ryan (ed), *Anuran Communication*, pp. 121-141. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

RYAN, M. J. 2001. *Anuran Communication*. Smithsonian Institution Press, Washington, London, 252p.

SEIBERT, P.; NEGREIROS, O. C.; BUENO, R. A.; EMMERICH, W.; NETTO, B. V. M., MARCONDES, M. A. P.; CESAR, S. F.; GUILLAMOU, J. R.; MONTAGNA, R. G.; BARRETO, R. A. A.; NOGUEIRA, J. C. B.; GARRIDO, M. A. O.; FILHO, L. E. M.; EMMERICH, M.; MATTOS, J. R.; OLIVEIRA, M. C.; GODOI, A. 1975. Plano de Manejo do Parque Estadual de Campos de Jordão. *Boletim Técnico do Instituto Florestal de São Paulo* 19: 1-153.

SIGNORELLI, L.; MORAIS, A. R.; VIEIRA, R. R. S.; BASTOS, R. P. 2016. Vocalizations of *Hypsiboas goianus* (Lutz, 1968) (Anura: Hylidae) in Central Brazil. 2016. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v.51 (3): 1-9.

TOLEDO, L. F.; MARTINS, I. A.; BRUSCHI, D. P.; PASSOS, M. A.; ALEXANDRE, C.; HADDAD, C. F. B. 2014. The anuran calling repertoire in the light of social context. *Acta Ethologica*, (2): 87-99.

VELLIARD, J. 1989. O registro dos sinais de comunicação sonora em Aves: parâmetros etológicos e testes de play-back. *Anais de Etologia*, 7: 134-149.

WAGNER, W. E. 1989. Graded aggressive signals in Blanchard's cricket frog: vocal responses to opponent proximity and size. *Animal Behaviour*, 39: 1025-1038.

WELLS, K. D. 1977a. The courtship of frogs. In: Taylor DH, Guttman SI, (editors). The reproductive biology of amphibians. New York (NY): Plenum Press. p. 233–262.

WELLS, K.D. 1977b. The courtship of frogs. *In: The Reproductive Biology of Amphibians.* In Taylor, D. H. & Guttman, S. I. (eds.). Plenum Press, New York, p. 233-262.

WELLS, K.D. 1980. Intra and interspecific communication in the neotropical frog *Hyla ebraccata*. *American Zoologist*, 20(4): 724.

WELLS, K. D. 1988. The effect of social interactions on anurans vocal behavior. In: Frittsch B, Walkowiak W, Hetherington T, Wilczynski W, Ryan M, editors. The evolution of the amphibian auditory system. New York (NY): John Wiley and Sons. p. 433-454.

WELLS, K. D. 2007. The ecology and behavior of amphibians. 1st ed. Chicago: The University of Chicago Press.

WELLS, K. D. & SCHWARTZ, J. J. 1984. Vocal communication in a neotropical treefrog, *Hyla ebraccata*: advertisement calls. *Animal Behaviour* 32(2): 405-420.

WELLS, K. D. & SCHWARTZ, J. J. 2007. The behavioral ecology of anuran communication. In. NARINS, P. M.; FENG, S. A.; FAY, R. R.; POPPER, A. N. (eds) *Hearing and sound communication in amphibians*. p. 44-99.

WILCZYNSKI, W.; BRENOWITZ, E. A. 1988. Acoustic cues mediate inter-male spacing in a Neotropical frog. *Animal Behavior*, 36: 1054-1063.