UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FFCLRP - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA COMPARADA

Caracterização acústica e morfológica de populações e espécies de *Boana* do grupo de *B. polytaenia* (Hylidae, Anura): implicações taxonômicas e distribucionais

Rafael Lima Martins

RIBEIRÃO PRETO-SP
ANO 2018

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FFCLRP - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA COMPARADA

Caracterização acústica e morfológica de populações e espécies de *Boana* do grupo de *B. polytaenia* (Hylidae, Anura): implicações taxonômicas e distribucionais

Rafael Lima Martins

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia,
Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte
das exigências para a obtenção do título de Mestre em
Ciências, Área: BIOLOGIA COMPARADA

RIBEIRÃO PRETO-SP
ANO 2018

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FFCLRP - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA COMPARADA

Caracterização acústica e morfológica de populações e espécies de *Boana* do grupo de *B. polytaenia* (Hylidae, Anura): implicações taxonômicas e distribucionais

Versão Corrigida

Rafael Lima Martins

Orientador: Ariovaldo Antônio Giaretta

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia,
Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte
das exigências para a obtenção do título de Mestre em
Ciências, Área: BIOLOGIA COMPARADA

RIBEIRÃO PRETO-SP

ANO 2018

Não autorizo a reprodução e divulgação deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo ou pesquisa, uma vez que os dados aqui contidos são inéditos.

Ficha Catalográfica

Martins, Rafael Lima

Caracterização acústica e morfológica de populações e espécies de *Boana* do grupo de *B. polytaenia* (Hylidae, Anura): implicações taxonômicas e distribucionais. Ribeirão Preto 2018.

87p. : il ; 30cm

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências, Área: Biologia Comparada.

Orientador: Giaretta, Ariovaldo Antônio

1. Bioacústica 2. *Boana* gr. *polytaenia* 3. Pererecas-de-Pijama 4. Localidade Tipo 5. Taxonomia

FOLHA DE APROVAÇÃO

Rafael Lima Martins

Caracterização acústica e morfológica de populações e espécies de *Boana* do grupo de *B. polytaenia* (Hylidae, Anura): implicações taxonômicas e distribucionais.

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia,
Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como
parte das exigências para a obtenção do título de
Mestre em Ciências, Área: BIOLOGIA
COMPARADA

Aprovado em ____/____/____

Dr(a): _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Dr(a): _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Dr(a): _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer ao meu orientador Dr. Ariovaldo A. Giaretta, por ter me aceitado nessa jornada que foi o Mestrado, bem como por todo conhecimento adquirido e grande contribuição e inspiração na minha formação profissional. Aos parceiros de laboratório (Thiago, Bernardo, Lucas, Davi, Izadora, Felipe, Isabelle, Ana Clara, Pedro, Daniela e Gabriel), que sempre estiveram de prontidão para auxiliar em qualquer questão.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada pelos conhecimentos adquiridos e em especial à Dra. Tiana Kohlsdorf; Dr. Flavio A. Bockmann e Dr. Ricardo M. C. Castro, pelas valorosas sugestões durante a qualificação. E à Vera Cassia Cicilini De Lucca, por sempre “salvar minha pele” quando esquecia de olhar os e-mails do programa. Aos amigos do Paleolab (USP/RP) que sempre me acolheram com café e eventualmente com estadia durante as disciplinas.

À minha mãe Lindaura Lima Bezerra por sempre me incentivar a seguir em frente nos meus estudos e sempre ter feito de tudo para que eu me mantivesse nesse caminho. À minha companheira Thamara L. M. da Silva por sempre me apoiar e entender as “loucuras dos últimos tempos”.

Aos amigos MSc. Juan C. F. Pardo, MSc. Davi L. Bang, MSc. Diego A. Silva e MSc. Bernardo F. V. Teixeira, MSc. Letícia G. Arantes pela leitura crítica e sugestões nesse manuscrito. Ao amigo Henrique A. Lopes pela sua contribuição com o desenvolvimento do mapa de localidades.

E aos amigos que sempre tiveram palavras de apoio e ouvidos para os momentos difíceis desse trabalho, todos foram imprescindíveis para que ele virasse realidade. Impossível citar todos, porém injusto deixar de homenagear: Bruno M. Moraes, Gustavo Gaigher, Rafael J. Buriti, Heitor C. Bueno, Hussein M. P. Hodroj, Vitor M. Moraes, Ademário Neto, Marcel Lopes, Rafael Oliveira, Jordana Oliveira, Flávia Ferreira, Luiz Felipe G. Costa, Luiz Fernando G. Costa, Victor Guici, Caio Dias, Allan Sabatini,

Mauricio H. da Silva, Caroline Correa, Janaína Souza, Cristina Borges, Rodrigo Cerino, Ricardo Cerino. E ao Wash Crew: Antonio Lavinda, Hélio Junior, Rodrigo G. Pinto, Henrique A. Lopes, Juan C. F. Pardo, Miguel A. Teixeira, Matheus B. Correia e Pedro I. S. Ferreira.

RESUMO

Martins, R. L. (2018). Caracterização acústica e morfológica de populações e espécies de *Boana* do grupo de *B. polytaenia* (Hylidae, Anura): implicações taxonômicas e distribucionais. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Departamento de Biologia, Universidade de São Paulo.

Em anuros o canto de anúncio é um mecanismo primário de isolamento reprodutivo e possui relevância para taxonomia do grupo. O grupo de espécies *Boana pulchella* possui cerca de 40 espécies e tem seu monofiletismo indicado por evidencia molecular, abriga um subgrupo informal composto pelas formas de perto relacionadas à *B. polytaenia*, com 12 espécies. Destas, quase todas têm seus cantos de anúncio descritos, porém problemas nesses registros incluem baixo tamanho amostral, falta de variáveis relevantes e limitação e obsolescência das tecnologias de registro e análises. Tendo em vista a importância da vocalização para a taxonomia em anuros, e desta para diversas áreas da biologia em geral, foi relevante e necessário uma avaliação/reavaliação acústica da identificação de várias populações e espécies do grupo de *B. polytaenia* para uma compreensão da sua riqueza e padrões de distribuição. Analisamos e comparamos dados acústicos de populações de *B. cipoensis*, provenientes de sua localidade tipo (Cipó) e da Serra da Canastra e de *B. bandeirantes* originárias de três populações. Também avaliamos os espécimes e cantos de populações de Atibaia (SP) e Passos (MG), com potencial de descrição de espécies novas. Os cantos de anúncio foram registrados com gravadores digitais e microfones direcionais; foram analisadas variáveis como duração do canto, pulsos por nota, duração dos pulsos, notas por canto, duração das notas, faixa de frequência dominante (mínima e máxima) e pico de frequência. Para determinações específicas, espécimes foram comparados com topótipos e com a descrição original, a partir de análises morfométricas. Testes estatísticos padrões foram utilizados para avaliar a eventual significância das diferenças nas variáveis acústicas e morfométricas analisadas. Resultados apontaram para uma população isolada que possivelmente representa uma espécie nova na Serra da Mantiqueira, bem como caracteriza diversas populações de *B. bandeirantes* e *B. polytaenia*; também estende-se a

distribuição de *B. beckeri* para o Município de Passos (MG) e *B. stenocephala* para região da Serra da Canastra (MG); e foi descrito pela primeira vez o repertório acústico de *B. cipoensis* da Serra do Cipó, localidade tipo.

Palavras-chave: 1. Bioacústica 2. *Boana gr. polytaenia* 3. Pererecas-de-Pijama 4. Localidade Tipo 5. Taxonomia.

ABSTRACT

Martins, R. L. (2018). Morphological and acoustic characterization of populations and species assigned to *Boana* from *B. polytaenia* group (Hylidae, Anura): taxonomic implications and distribution. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Departamento de Biologia, Universidade de São Paulo.

In anurans the advertisement call is a primary mechanism of reproductivity isolation and has relevance for the groups taxonomy. The species group *Boana pulchella* has around 40 species and have their monophyletism indicate by molecular evidence, covers an informal subgroup composed by species close related to *B. polytaenia*, with 12 species. From which, almost all have advertisement calls described, although problems in these registers includes small sample size, lack of relevant variables and limitation and obsolesce of the technologies of register and analyses. In view of the importance of vocalization to anuran taxonomy, and that for a variety of areas of biology in general, it is relevant and necessary an evaluation/revaluation acoustic of the identity of many populations and species from the group *B. polytaenia* to a understanding of its richness and distribution patterns. We analyse and compare acoustic data from populations of *B. cipoensis* from its type locality (Cipó) and from Canastra Mountain Range and *B. bandeirantes* from three populations. We also evaluated populations from Atibaia (SP) and Passos (MG), with the potential to describe new species. The advertisement calls were registered with digital recorders and directional mics; variables were analysed such as call duration, pulses per note, pulse duration, notes per call, note duration, dominant frequency range (minimum and maximum) and peak frequency. To specific determinations species were compared with topotypes and with the original descriptions, through morphometric analyses. Standard statistical tests were used to evaluate the eventual significance of the difference on the acoustic and morphometric variables analysed. Results show an isolated population which possibly represents a new species on Mantiqueira Mountain Range, as well as characterizing many populations of *B. bandeirantes* and *B. polytaenia*; also extends the distribution of *B. beckeri* to the municipality of Passos (MG) and *B. stenocephala* to

Canastra Mountain Range region (MG); and describe for the first time the acoustic repertoire of *B. cipoensis* from Cipó Mountain Range, its type locality.

Keywords: 1. Bioacoustics 2. *Boana* gr. *polytaenia* 3. Cope's Eastern Paraguay Treefrog 4. Type Locality 5. Taxonomy.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Terminologias e definições acústicas utilizadas nesta dissertação.	25
Tabela 2. Terminologias e definições morfométricas utilizadas nessa dissertação (<i>sensu</i> Watters et al., 2016).....	26
Tabela 3. Caracteres morfométricos de espécimes de <i>B. bandeirantes</i> (Serra do Mar), <i>B. cf. bandeirantes</i> da Serra da Mantiqueira e <i>B. polytaenia</i> . N = número de espécimes medidos. Média $\pm$ Desvio Padrão (mínimo - máximo). Z = do Exact Wilcoxon -Mann-Whitney Test. P' = valores ajustados de P resultante do Exact Wilcoxon -Mann-Whitney Test entre <i>B. bandeirantes</i> e <i>B. cf. bandeirantes</i> . P'' = valores ajustados de P resultante do Exact Wilcoxon -Mann-Whitney Test entre <i>B. cf. bandeirantes</i> e <i>B. polytaenia</i>	Erro! Indicador não definido.
Tabela 4. Variáveis acústicas dos cantos tipo “A” de espécimes de <i>B. bandeirantes</i> , <i>B. cf. bandeirantes</i> Serra da Mantiqueira e <i>B. polytaenia</i> das localidades amostradas. N = número de espécimes avaliados. Média $\pm$ Desvio Padrão (mínimo – máximo)	Erro! Indicador não definido.
Tabela 5. Variáveis acústicas do canto “B” de espécimes de <i>B. bandeirantes</i> , <i>B. cf. bandeirantes</i> - Serra da Mantiqueira e <i>B. polytaenia</i> das localidades amostradas. N = número de espécimes avaliados. Média $\pm$ Desvio Padrão (mínimo - máximo).	Erro! Indicador não definido.
Tabela 6. Caracteres morfométricos de espécimes de <i>Boana beckeri</i> da localidade tipo e <i>B. cf. beckeri</i> da Serra da Canastra N = número de espécimes avaliados. Média $\pm$ Desvio Padrão (mínimo–máximo).....	Erro! Indicador não definido.
Tabela 7. Variáveis acústicas do canto “A” de espécimes de <i>Boana beckeri</i> e <i>B. cf. beckeri</i> da localidade tipo e da Serra da Canastra, respectivamente. N = número de espécimes avaliados. Média $\pm$ Desvio Padrão (mínimo–máximo)	Erro! Indicador não definido.
Tabela 8. Variáveis acústicas do canto “B” de espécimes de <i>Boana beckeri</i> e <i>B. cf. beckeri</i> da localidade tipo e Serra da Canastra, respectivamente. N = número de espécimes avaliados. Média $\pm$ Desvio Padrão (mínimo–máximo)	Erro! Indicador não definido.
Tabela 9. Caracteres morfométricos de espécimes de <i>Boana cipoensis</i> , <i>B. stenocephala</i> e <i>B. cf. stenocephala</i> Serra da Canastra. N = número de espécimes avaliados. Média $\pm$ Desvio Padrão (mínimo–máximo). Z= do Exact Wilcoxon -Mann-Whitney Test. P = valores	

ajustados de P resultante do Exact Wilcoxon -Mann-Whitney Test entre *B. stenocephala* e *B. cf. stenocephala*..... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 10. Variáveis bioacústicas do canto “A” de espécimes de *Boana cipoensis* e *B. cf. stenocephala* da Serra da Canastra e *B. stenocephala* das localidades avaliadas. N = número de espécimes avaliados. Média $\pm$ Desvio Padrão (mínimo -máximo)**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 11. Variáveis bioacústicas do canto “B” de espécimes de *Boana cipoensis* e *B. cf. stenocephala* e *B. stenocephala* – Serra da Canastra das localidades avaliadas. N = número de espécimes avaliados. Média $\pm$ Desvio Padrão (mínimo máximo)**Erro! Indicador não definido.**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localidade de proveniência dos espécimes e cantos aqui estudadas: Bom Jesus dos Perdões/Atibaia = *B. cf. bandeirantes* da Serra da Mantiqueira; Paraibuna, Cunha, São José do Barreiro = *B. bandeirantes*; Nova Friburgo, Chiador, Juatuba, Ouro Preto, Bom Jesus do Amparo = *B. polytaenia*; Poços de Caldas = *B. beckeri* e *B. stenocephala*; Passos = *B. cf. beckeri*; Serra da Canastra e Sacramento = *B. cf. stenocephala*; Serra do Cipó = *B. cipoensis*.24

Figura 2. *Boana bandeirantes* (acima) de Cunha (SP) – Serra do Mar. AAG_UFU = 29,7mm CRC; *B. cf. bandeirantes* (ao centro) de Bom Jesus dos Perdões (SP) – Serra da Mantiqueira. AAG_UFU = 27,08mm CRC; *B. polytaenia* (abaixo) de Ouro Preto (MG). AAG_UFU = 24.98. Créditos = Ariovaldo Antônio Giaretta.**Erro! Indicador não definido.**

Figura 3A. Audioespectograma (acima) e oscilograma (abaixo) de um canto “A” de *B. bandeirantes* de Cunha (SP). Arquivo sonoro: Hypsib_LagoCunhaSP1aAAGm671. 4 de novembro de 2011, 20:36h, temperatura do ar 12°C. **Figura 3B.** Audioespectograma (acima) e oscilograma (abaixo) de um canto “A” de *Boana cf. bandeirantes* de Atibaia (SP). Arquivo sonoro: Hypsib_cf_polytaeAtibaiaSP2bTRC_AAGmt. 11 de outubro 2009, 11:20h, temperatura do ar 15°C. **Figura 3C.** Audioespectograma (acima) e oscilograma (abaixo) de um canto de anúncio “A” de *Boana polytaenia* de Ouro Preto (MG). Arquivo sonoro: Hypsib_polytaeniusOuroPretoMG2bAAGm671 de janeiro de 2017, 00:39h, temperatura do ar 20°C. **Erro! Indicador não definido.**

Figura 4A. Audioespectograma (acima) e oscilograma (abaixo) de um canto “B” de *B. bandeirantes* de Cunha (SP). Arquivo sonoro: Hypsib_LagoCunhaSP1aAAGm671. 4 de novembro de 2011, 20:36h, temperatura do ar 12°C. **Figura 4B.** Audioespectograma (acima) e oscilograma (abaixo) de um canto “B” de *Boana cf. bandeirantes* de Atibaia (SP). Arquivo sonoro: Hypsib_cf_polytaeAtibaiaSP2bTRC_AAGmt. 11 de outubro 2009, 11:20h, temperatura do ar 15°C. **Figura 4C.** Audioespectograma (acima) e oscilograma (abaixo) de um canto “A” de *Boana polytaenia* de Ouro Preto (MG). Arquivo sonoro: Hypsib_polytaeniusOuroPretoMG2bAAGm671 de janeiro de 2017, 00:39h, temperatura do ar 20°C. **Erro! Indicador não definido.**

Figura 5. Diagrama de dispersão dos dois primeiros eixos da Análise discriminante de componentes principais (DAPC) sobre os sete primeiros Componentes Principais (PC's)

das variáveis acústicas de *B. bandeirantes*, *B. cf. bandeirantes* e *B. polytaenia* das localidades amostradas. Abreviações dentro dos círculos = S_mar = *B. bandeirantes*; Mant = *B. aff. bandeirantes*; Polyt = *B. polytaenia*. **Erro! Indicador não definido.**

Figura 6. Boxplots de cinco variáveis acústicas comparando *B. bandeirantes* (Serra do Mar), *B. cf. bandeirantes* (Serra da Mantiqueira) e *B. polytaenia*. **Erro! Indicador não definido.**

Figura 7. Gráficos dos dois primeiros dois eixos de uma Análise de Escalonamento Multidimensional dos escores de proximidade de Random Forest considerando as características morfométricas de, *B. bandeirantes* (Círculos azuis), *B. cf. bandeirantes* (círculos vermelhos) e *B. polytaenia* (círculos verdes). **Erro! Indicador não definido.**

Figura 8A. Audioespectograma (acima) e oscilograma (abaixo) de um canto “A” de *Boana beckeri* de Poços de Caldas (MG). Arquivo sonoro: Hypsib_beckeriPocosCaldasMG1aAAGmt, 8 de outubro de 2008, 23:05h, temperatura do ar 14°C. **Figura 8B.** Audioespectograma (acima) e oscilograma (abaixo) de um canto “A” de *Boana cf. beckeri* de Passos (MG). Arquivo sonoro: Hypsib_gr_polytPassosMG2aLBM_AAGmt, 20 de setembro de 2013, 21:30h, temperatura do ar 17°C. **Erro! Indicador não definido.**

Figura 9A. Audioespectograma (acima) e oscilograma (abaixo) de um canto “B” de *Boana beckeri* de Poços de Caldas (MG). Arquivo sonoro: Hypsib_beckeriPocosCaldasMG1aAAGmt, 8 de outubro de 2008, 23:05h, temperatura do ar 14°C. **Figura 9B.** Audioespectograma (acima) e oscilograma (abaixo) de um canto “B” de *Boana cf. beckeri* de Passos (MG). Arquivo sonoro: Hypsib_gr_polytPassosMG2bLBM_AAGmt, 20 de setembro de 2013, 21:30h, temperatura do ar 17°C. **Erro! Indicador não definido.**

Figura 10. Função de densidade do primeiro eixo da Análise discriminante de componentes principais (DAPC) sobre os seis primeiros Componentes Principais (PC's) das variáveis acústicas de *B. beckeri* (vermelho) e *B. cf. beckeri* (azul). **Erro! Indicador não definido.**

Figura 11. Boxplots de quatro variáveis acústicas comparando *B. beckeri* (topótipos) e *B. cf. beckeri* (Passos-MG). **Erro! Indicador não definido.**

Figura 12. *Boana cipoensis* (acima) da localidade tipo - Serra do Cipó (MG). AAG_UFU = 29,7mm CRC; *B. stenocephala* (ao centro) da localidade tipo – Poços de Caldas (MG). AAG_UFU = 30,1mm CRC; *B. cf. stenocephala* (abaixo) da região da Serra da Canastra

(MG). AAG_ UFU = 27,4mm CRC. Créditos = Ariovaldo Antônio Giaretta. **Erro! Indicador não definido.**

Figura 13A. Audioespectograma (acima) e oscilograma (abaixo) de um canto “A” de *Boana cipoensis* da Serra do Cipó (MG). Arquivo sonoro: Hypsib_cipoCipoMG1aTRC_AAGmt 19 de novembro de 2010, 19:53h, temperatura do ar 15°C. **Figura 13B.** Audioespectograma (acima) e oscilograma (abaixo) de um canto “A” de *Boana* cf. *stenocephala* da Serra da Canastra (MG). Arquivo sonoro: Hypsib_cipoSacramentoMG1aLBM_AAGmt. 03 de fevereiro de 2012, 23:50h temperatura do ar 20°C. **Figura 13C.** Audioespectograma (acima) e oscilograma (abaixo) de um canto “A” de *Boana stenocephala* de Poços de Caldas (MG). Arquivo sonoro: Hypsib_stenocepPocosCaldasMG1aAAAGmt. 29 de janeiro de 2009, 21:05h, temperatura do ar 19°C. **Erro! Indicador não definido.**

Figura 14A. Audioespectograma (acima) e oscilograma (abaixo) de um canto “B” de *Boana cipoensis* da Serra do Cipó (MG). Arquivo sonoro: Hypsiboas_cipoensis_Serracipo_2c_BFVT_TRC_mct_filter 500hz 22 de novembro de 2010, 00:59h, temperatura do ar 23°C. **Figura 14B.** Audioespectograma (acima) e oscilograma (abaixo) de um canto “B” de *Boana* cf. *stenocephala* da Serra da Canastra (MG). Arquivo sonoro: Hypsib_cipoSacramentoMG4aLBM_AAGmt 03 de Fevereiro 2012, 23:50h, temperatura do ar 20°C. **Figura 14C.** Audioespectograma (acima) e oscilograma (abaixo) de um canto “B” de *Boana stenocephala* de Poços de Caldas (MG). Arquivo sonoro: Hypsib_stenocepPocosCaldasMG4aAAGm671. 01 de janeiro de 2015, 19:56h, temperatura do ar 21°C. **Erro! Indicador não definido.**

Figura 15. Diagrama de dispersão dos dois primeiros eixos da Análise discriminante de componentes principais (DAPC) sobre os sete primeiros Componentes Principais (PC's) das variáveis acústicas *B. cipoensis* (cip), *B. cf. stenocephala* (can) e *B. stenocephala* (poc) das localidades amostradas. Abreviações dentro dos círculos = Poc = *B. stenocephala*; Can = *B. cf. stenocephala*; Cip = *B. cipoensis*. **Erro! Indicador não definido.**

Figura 16. Boxplots das quatro principais variáveis acústicas sugeridas para estudos taxonômicos comparando *B. cipoensis*, *B. cf. stenocephala* e *B. stenocephala* conforme acima. **Erro! Indicador não definido.**

Figura 17. Gráficos dos dois primeiros dois eixos de uma Análise de Escalonamento Multidimensional dos escores de proximidade de Random Forest considerando as características morfométricas de *B. cipoensis* (círculos verdes), *B. stenocephala* (Círculos azuis) e *B. cf. stenocephala* (círculos vermelhos). **Erro! Indicador não definido.**

SUMÁRIO

Introdução Geral	19
Sinais Acústicos.....	19
Táxon Modelo	19
Taxonomia.....	21
Objetivos.....	22
Materiais e Métodos - Geral	23
Áreas de Estudo	23
Amostragens	24
Análises estatísticas	27
Capítulo I: Caracterização de populações de <i>Boana</i> gr. <i>polytaenia</i> de dois complexos serranos do Sudeste e comparações com populações de <i>B. polytaenia</i>	28
Introdução	28
Metodologia.....	29
Discussão	30
Capítulo II: Caracterização de populações de <i>Boana</i> cf. <i>beckeri</i> do Município de Passos (MG): implicações distribucionais e taxonômicas	32
Introdução	32
Metodologia.....	33
Discussão	34
Capítulo III: Análise comparativa entre populações do grupo de <i>Boana polytaenia</i>	35
Introdução	35
Metodologia.....	37
Discussão	38
Considerações Finais	40
Literatura Citada	41

Anexo 1 – Compilação dos dados de literatura sobre as vocalizações de populações e espécies de <i>Boana</i> de perto relacionadas à <i>B. polytaenia</i> (Hylidae, Anura).	81
Anexo 2. Gravações analisadas nessa dissertação. Arquivos sonoros nomeados com: espécie (e.g. <i>Hypsib_gr_polyt</i>); localidade (e.g. PassosMG); número de espécime registrado por espécie e localidade (1, 2 etc), quando presente, indicando diferentes arquivos sonoros do mesmo espécime; inicial dos autores; abreviação do equipamento (“mt” for M-audio Microtrack II and “M671” for Marantz PMD671)	83
Anexo 3 – Espécies testemunho utilizadas nas análises morfométricas dessa dissertação, nomeadas: espécie (e.g. <i>polyt</i>); localidade (e.g. NF), quando presente e número de registro no caderno de tombo da coleção AAG-UFU (e.g. 1109).	85

Introdução Geral

Sinais Acústicos

A comunicação acústica em anfíbios tem um importante papel no contexto reprodutivo (Ryan, 1985; Ryan & Drewes, 1990; Gerhardt & Huber, 2002). Entre os diferentes sinais acústicos emitidos pelos Anura, o canto de anúncio (*sensu* Duellman & Trueb, 1986) tem devida importância, pois é emitido pelos machos durante a estação reprodutiva e está relacionado ao reconhecimento intraespecífico, tamanho individual e a localização do indivíduo vocalizando (Narins *et al.*, 2007; Köhler *et al.*, 2017).

Têm atuação primária no isolamento reprodutivo (e.g. Blair, 1955, 1958; Littlejohn & Loftus-Hills, 1968; Vitt & Caldwell, 2009) e, muitas vezes, são caracterizados como espécie-específicos, com conhecida relevância na taxonomia do grupo, podendo atuar na distinção de espécies crípticas (Salthe & Mecham, 1974; Wells, 1977; Ângulo & Reichle, 2008; Padial *et al.*, 2008). O foco na utilização do canto de anúncio para fins taxonômicos relaciona-se ao seu reconhecimento como mecanismo de isolamento pré-zigótico, bem como pela maior frequência de emissão pelos machos e maior facilidade de registro em campo (Garcia *et al.*, 2001; Köhler *et al.*, 2017).

Táxon Modelo

Atualmente os Anura somam ca. de 7023 espécies descritas, das quais ca. de 718 pertencem à família Hylidae, a segunda maior do grupo (Frost 2018). Presentemente os Hylidae estão arrançados em sete subfamílias (*sensu* Duellman *et al.*, 2016). O termo “pererecas gladiadoras” vem sendo tradicionalmente utilizado para descrever aproximadamente dez grupos de espécies de Hylidae. Embora sua filogenia não seja completamente compreendida, congrega as espécies que apresentam um espinho na base do dedo I (prepollex). O grupo sul-americano de espécies de *Boana pulchella* pertence a este subgrupo e tem seu monofiletismo indicado por evidencia molecular (Faivovich *et al.*, 2005; Wiens *et al.*, 2005, 2010).

Dentro do grupo de *B. pulchella* são conhecidas ca. de 40 espécies, inclusive um subgrupo informal (monofiletismo ainda não confirmado) composto pelas formas de perto

relacionadas a *B. polytaenia* (*sensu* Faivovich *et al.*, 2004; 2005). As espécies desse clado são referidas como “pererecas-de-pijama” em função da presença de linhas ou listras longitudinais no corpo, e ausência de barras transversais ou pontos nas superfícies anterior e posterior das coxas e região inguinal (Caramaschi & Cruz, 2013). Ainda que estudos sobre o monofiletismo das pererecas-de-pijama sejam inconclusivos (Antunes *et al.*, 2008; Lehr *et al.*, 2010), para Faivovich *et al.* (2005), o padrão de cores em faixas longitudinais deve ser uma sinapomorfia do clado.

As espécies de *Boana* gr. *polytaenia* atualmente são: *B. bandeirantes* (Caramaschi & Cruz, 2013); *B. beckeri* (Caramaschi & Cruz, 2004); *B. botumirim* (Caramaschi *et al.*, 2009); *B. buriti* (Caramaschi & Cruz, 1999); *B. cipoensis* (Lutz, 1968); *B. goiana* (Lutz, 1968); *B. jaguariaivensis* (Caramaschi *et al.*, 2010); *B. latistriata* (Caramaschi & Cruz, 2004); *B. leptolineata* (Braun & Braun, 1977); *B. phaeopleura* (Caramaschi & Cruz, 2000); *B. polytaenia* (Cope, 1870); *B. stenocephala* (Caramaschi & Cruz, 1999). Caracterizam-se por um tamanho pequeno para o gênero (CRC 26—41 mm em machos e 29—52 mm em fêmeas); corpo esguio; cabeça estreita; presença de um ‘preplex’ modificado em espinho e ausência de tubérculo no metatarso (Caramaschi & Cruz, 2013).

Dez das espécies de *Boana* gr. *polytaenia* possuem seus cantos de anúncio descritos. De maneira geral, o repertório acústico das espécies do grupo abrange até três tipos de canto (Apêndice 1). O primeiro representa uma única nota com pulsos ou uma sequência de duas ou três notas curtas, conhecido como canto “A” ou canto “harsh call” (cf. Heyer *et al.*, 1990); já o canto “B” ou “trilled call” consiste em uma sequência de notas irregulares repetidas rapidamente (Haddad *et al.*, 1988; Heyer *et al.*, 1990; Guimarães *et al.*, 2001; Kwet, 2001; Menin *et al.*, 2004; Acioli & Toledo, 2008; Caramaschi *et al.*, 2009; Pinheiro *et al.*, 2012; Martins *et al.*, 2016; Guerra *et al.*, 2017). Um terceiro tipo de canto tem sido descrito para algumas espécies, como um “canto de encontro” (Köhler *et al.*, 2017), canto do tipo “C” (Menin *et al.*, 2004; Pinheiro *et al.*, 2012).

Tendo em vista a importância da vocalização para a taxonomia em anuros, e desta para diversas áreas da biologia em geral (e.g biologia evolutiva, ecologia, biologia da conservação e biogeografia) (Dayrat, 2005), é relevante uma avaliação/reavaliação acústica da identificação de várias populações e espécies do grupo de *B. polytaenia* para uma compreensão da sua riqueza e de seus padrões de distribuição.

Problemas taxonômicos (e suas consequentes implicações zoogeográficas), dentro do grupo incluem questões como o da ocorrência de *B. cipoensis*, descrita da Serra do Cipó, na Serra da Canastra (Cruz & Caramaschi, 1998). Atualmente assume-se uma

descontinuidade na distribuição, dada a separação dos dois complexos serranos. No caso supracitado de *B. cipoensis*, seu canto foi descrito para a Serra da Canastra (Haddad *et al.*, 1988), porém, uma avaliação comparativa (morfológica e acústica) com topótipos ainda não foi feita.

Boana bandeirantes foi reconhecida apenas recentemente como espécie e o nome historicamente usado na literatura foi *B. polytaenia* p. Ex. Heyer *et al.* (1990). Foi descrita de Itapeçerica da Serra (SP) e assumida como de ocorrência em localidades entre o sul do estado do Rio de Janeiro e o Nordeste de São Paulo, em elevações acima de 400 metros. Sua vocalização foi descrita da Estação Biológica da Boracéia (Heyer *et al.*, 1990; Caramaschi & Cruz, 2013). Outras populações inventariadas em campo envolvem populações de localidades como Atibaia/Bom Jesus dos Perdões (SP) e Passos (MG).

Taxonomia

Utilizamos uma abordagem integrativa da taxonomia, tendo em vista sua necessidade para trazer à tona a diversidade críptica de determinados grupos (*sensu* Dayrat, 2005). Como base de dados temos principalmente espécimes (morfologia, morfometria e padrão de cores) e acústica. Em termos operacionais e dentro de um contexto integrativo consideramos espécies as unidades evolutivas independentes que acumulam divergências nesses consensos de caracteres (de Queiroz, 2007).

Objetivos

O presente estudo teve como objetivo principal a caracterização acústica de diversas populações e espécies do grupo de *Boana polytaenia* visando avaliar as implicações taxonômicas e distribucionais dos resultados, com a perspectiva de reconhecimento de espécies novas para o grupo.

Materiais e Métodos - Geral

Áreas de Estudo

Todas as áreas estudadas nesse trabalho encontram-se nos domínios morfoclimáticos da Mata Atlântica e do Cerrado (Ab'saber, 1977), ambos considerados “hotspots” para conservação da biodiversidade mundial (Myers *et al.*, 2000). Em São Paulo (SP), cinco regiões foram amostradas, sendo duas na Serra da Mantiqueira, que compreende os municípios de Atibaia (aprox. 23°07'01"S e 46°33'00"W) e Bom Jesus dos Perdões (aprox. 23°08'4.78" S 46°27'55.3" W); e três na Serra do Mar, nos municípios de Paraibuna (aprox. 23°23'18.04" S 45°39'45.84" W), Cunha (aprox. 23°04'13.17" S 44°57'35.95" W) e São José do Barreiro (aprox. 22°38'37.06" S 44°34'46.48" W). Ainda na Serra do Mar, realizou-se uma amostragem no município de Nova Friburgo (aprox. 22°16'48"S e 42°31'56"W), no Rio de Janeiro (RJ). Em Minas Gerais, três amostragens foram realizadas no complexo serrano da Canastra, nos municípios de Sacramento (aprox. 19°51'30"S e 47°27'09"W), São Roque de Minas (aprox. 20°15'34.90"S, 46°24'24.33"O) e Passos (aprox. 20°43'13"S e 46°36'36"W); uma na Serra da Mantiqueira, no Planalto de Poços de Caldas (aprox. 21°47'17"S e 46°33'45"W); quatro na cadeia montanhosa da Serra do Espinhaço, nos municípios de Juatuba (aprox. 19°57'08"S e 44°20'12"W), Ouro Preto (aprox. 20°23'08"S e 43°30'12"W), Bom Jesus do Amparo (aprox. 19°42'8.39"S 43°28'15.59"W) e na Serra do Cipó (aprox. 19°15'00.60"S 43°31'56.55"O); e uma na Zona da Mata, no município de Chiador (aprox. 22°00'11.48" S 43°03'23.18" W) (Figura 1).

Figura 1. Localidade de proveniência dos espécimes e cantos estudados: Bom Jesus dos Perdões/Atibaia = *B. cf. bandeirantes* da Serra da Mantiqueira; Paraibuna, Cunha, São José do Barreiro = *B. bandeirantes*; Nova Friburgo, Chiador, Juatuba, Ouro Preto, Bom Jesus do Amparo = *B. polytaenia*; Poços de Caldas = *B. beckeri* e *B. stenocephala*; Passos = *B. cf. beckeri*; Serra da Canastra e Sacramento = *B. cf. stenocephala*; Serra do Cipó = *B. cipoensis*.

Amostragens

Os cantos foram registrados com gravadores digitais (p. ex. Marantz PMD 670, Marantz PMD 671, Microtrack II e Boss 864) e microfones direcionais (p. ex. Sennheiser K6/ ME67 ou K6/ME66). Os ajustes de gravação tiveram taxa de amostragem de 44,1—48,0 kHz e resolução de 16 bits. As edições e análises acústicas utilizaram o programa Raven Pro 1.5, versão 64-bit (Bioacoustics Research Program, 2012), com as seguintes configurações *Window Type* = *Hann*, *Window Size* = 256 samples; 3 dB *Filter Bandwidth* = 539 Hz; *Overlap* = 90% (*locked*), *Hop Size* = 0.271 ms, *DFT Size* = 1024 samples, *Grid Spacing* 93.8 Hz. As figuras foram geradas a partir do software Seewave v.1.6 package (Sueur *et al.*, 2008) em R (v.2.13.0) plataforma (R Development Core Team, 2011).

Foram analisados variáveis como duração do canto, número de pulsos por nota, duração dos pulsos, número de notas por canto, duração das notas, frequência dominante e faixas de frequência (mínima e máxima) (Duellman & Trueb, 1986; Cocroft and Ryan, 1995; Martins *et al.*, 2016; Guerra *et al.*, 2017; Köhler *et al.*, 2017), como definidos na Tabela 1. Essas variáveis foram amplamente utilizadas em trabalhos recentes com o grupo *B. polytaenia* (Pinheiro, *et al.*, 2012; Martins *et al.*, 2016; Guerra *et al.*, 2017). Os arquivos sonoros estão depositados na base de dados acústicos do Laboratório de Taxonomia, Sistemática, e Evolução de Anuros Neotropicais, Universidade Federal de Uberlândia, Campus Pontal, Ituiutaba, Minas Gerais, Brasil (Anexo 2).

Tabela 1. Terminologias e definições acústicas utilizadas nesta dissertação.

Caractere	Definição
Número de Notas	Quantidade de notas no canto, pode ser: uma única nota, uma serie de notas idênticas, ou de notas com características diferentes (Köhler <i>et al.</i> , 2017);
Duração do Canto (ms)	Tamanho do canto do seu início ao seu fim (Duellman & Trueb, 1986; Cocroft and Ryan, 1995);
Número de Pulsos	Quantidade de pulsos no canto (Martins <i>et al.</i> , 2016);
Duração de Pulsos (ms)	Tamanho do impulso energético individual (Köhler <i>et al.</i> , 2017);
Pulsos por Segundo (s)	(número total de pulsos – 1)/tempo entre o início do primeiro pulso até o início do último pulso (Cocroft and Ryan, 1995)
Intervalo entre Cantos (ms)	Distância entre o final de um dado canto e início de seu canto subsequente (Köhler <i>et al.</i> , 2017);
Cantos por Minuto	Número de cantos na gravação aplicada uma regra de três para entrar em um minuto (Martins <i>et al.</i> , 2016);
Frequência Dominante (kHz)	Frequência de som que contém a maior energia da seleção (Duellman & Trueb, 1986; Cocroft and Ryan, 1995)
Frequência Mínima (kHz)	Menor faixa de frequência do canto analisado (Guerra <i>et al.</i> , 2017);
Frequência Máxima (kHz)	Maior faixa de frequência do canto analisado (Guerra <i>et al.</i> , 2017);

Para determinações específicas com base em morfologia, espécimes foram comparados com topótipos e com a descrição original considerando-se medidas como Comprimento Rostro-Cloacal e outras variáveis morfológicas como descrito em Watters *et al.*, (2016) (Tabela 2). Os espécimes analisados estão depositados na coleção do museu de biodiversidade do Cerrado (AAG-UFU, Uberlândia) (Anexo 3).

Tabela 2. Terminologias e definições morfométricas utilizadas nessa dissertação (*sensu* Watters *et al.*, 2016).

Caractere	Definição
Largura da cabeça (LC)	Distância entre o ângulo das mandíbulas;
Comprimento Rostro-Cloacal (CRC)	Distância direta linear da ponta da narina até a margem posterior da cloaca;
Comprimento da Tíbia (CT)	Distância da superfície do joelho flexionado até a infecção tibiotarsal;
Distância Interorbital (DIO)	Menor distância entre os pontos interiores das órbitas;
Comprimento da Cabeça (CC)	da parte posterior da mandíbula até a ponta da narina;
Diâmetro do Olho (DO)	Do ponto posterior ao anterior do olho na horizontal;
Distância entre Narinas (DIN)	Menor distância entre os pontos internos das narinas;
Distância Olho-narina (DON)	Distância da margem anterior do olho até a margem posterior da narina;
Comprimento do Pé (CP)	Distância entre a base do tubérculo interior do metatarso até a ponta do dedo IV;
Diâmetro do Tímpano (DT)	Maior largura horizontal do tímpano;
Comprimento da Coxa (CCX)	Distância da cloaca ao joelho;
Comprimento do Narina (CN)	Distância da ponta da narina até o ponto anterior do olho;
Comprimento da Mão (CM)	Distância da base do tubérculo palmar até a ponta do dedo IV;
Comprimento do antebraço (CA)	Distância da base do cotovelo flexionado até a base do tubérculo palmar;
Largura do Disco Digital IV (LDD)	O maior diâmetro horizontal do disco IV.

Análises estatísticas

Ambas as classes de variáveis analisadas nessa dissertação (morfometria e acústica) foram testadas para eventual discriminação entre os grupos a partir dos pacotes “*randomforest*” (*randomforest*; Liaw & Wiener, 2002) e “*dapc*” (*adeget*; Jombart, 2008; Jombart *et al.*, 2010) em R (v.x64 3.3.3.) plataforma (R Development Core Team, 2011). O primeiro (RandomForest) constrói diversas árvores de classificação (configurações: número de árvores por permutação = 500; número de variáveis julgadas a cada divisão = 3), usando amostragens de *bootstrap* a partir da base de dados original. Cada divisão usa os melhores preditores dentre aqueles distribuídos aleatoriamente em cada nó e gera classificadores que agregam os resultados por classes (Liaw and Wiener, 2002). Seus resultados incluem a distância estimada entre os objetos as quais foram utilizadas para Análise Multidimensional Escalonada com o pacote “*rfpermute*” (*rfpermute*; (Archer 2014). A análise Discriminante dos Componentes Principais (DACP), através dos *scores* dos Componentes Principais (PC's) (Jombarte, 2008; 2010), é uma análise discriminante que é aplicada a em alguns eixos, mantendo aproximadamente 95% da variância, de uma análise de Componente Principal. Ambas foram aplicadas num contexto exploratório, para testar sua congruência. Para testar a significância estatística para as diferenças interespecíficas nas variáveis apontadas como importantes nas discriminações foi utilizado “*Exact Mann-Whitney-Wilcoxon*” usando o pacote “*coin*” (*coin*; Hothorn *et al.*, 2008), valores de Z correspondem a esse teste. Valores de $p \leq 0,05$ foram considerados significantes.

Vale ressaltar que pela raridade de emissão e dificuldade de registro dos cantos “B” das espécies analisadas no capítulo 3, estes não foram levados em consideração nas análises estatísticas.

Capítulo I: Caracterização de populações de *Boana* gr. *polytaenia* de dois complexos serranos do Sudeste e comparações com populações de *B. polytaenia*

Introdução

Boana bandeirantes (Caramaschi & Cruz, 2013) foi o último representante do grupo *B. polytaenia* a ser descrito, tem como sua localidade tipo Itapepecerica da Serra (SP) (Caramaschi & Cruz, 2013). Caracteriza-se por apresentar um tamanho mediano para o grupo (CRC = 27,8 mm nos machos), disco adesivo pequeno no terceiro dedo, rostro arredondado em vista dorsal e lateral, ausência de crista supra-cloacal e apêndice calcâneo, membrana interdigital pouco desenvolvida entre os dedos e padrão dorsal de coloração consistente em quatro listras longitudinais largas na cor marrom claro, intercaladas por três listras marrons (Caramaschi & Cruz, 2013). Sua vocalização foi descrita a partir de uma gravação realizada na Estação Biológica da Boracéia (Heyer *et al.*, 1990).

É tida como distribuída entre o sul do estado do Rio de Janeiro e o Nordeste do estado de São Paulo, em elevações acima de 400 metros, na região da Serra do Mar que, em conjunto com a Serra da Mantiqueira, formam dois importantes complexos serranos do Sudeste brasileiro (Feio & Ferreira, 2005). Nesse contexto, espécimes visualmente semelhantes à *B. bandeirantes*, registrados na Serra da Mantiqueira (Atibaia/Bom Jesus dos Perdões) podem vir a estender sua distribuição ao outro complexo serrano, ou até mesmo adicionar outro integrante ao grupo *B. polytaenia*.

Portanto, no presente capítulo comparamos acústica e morfometricamente populações de *B. bandeirantes* (aqui referidas como populações da Serra do Mar) com outra putativamente atribuível a *B. bandeirantes* da Serra da Mantiqueira, a fim de aumentar sua extensão geográfica. Além de compararmos com diversas populações de *B. polytaenia*, devido a confusão histórica entre as espécies.

Metodologia

Foram registrados cantos de oito machos de *Boana bandeirantes* dos quais 81 cantos do tipo “A” e 46 do tipo “B” foram analisados, sendo cinco machos (65 cantos do tipo “A” e 30 do tipo “B”) do município de Cunha (aprox. 23°04'13.17" S 44°57'35.95" W), dois machos (8 cantos do tipo “A” e 3 cantos do tipo “B”) do município de São José do Barreiro (aprox. 22°38'37.06" S 44°34'46.48" W) e um macho (8 cantos do tipo “A” e 13 do tipo “B”) do município de Paraibuna (aprox. 23°23'18.04" S 45°39'45.84" W), de São Paulo (SP).

Sete machos de *Boana cf. bandeirantes* (30 cantos do tipo “A” e 30 do tipo “B”), sendo dois machos (13 cantos do tipo “A” e 13 do tipo “B”) do município de Atibaia (aprox. 23°07'01"S e 46°33'00"W) e cinco machos (17 cantos do tipo “A” e 17 do tipo “B”) do município de Bom Jesus dos Perdões (aprox. 23°08'4.78" S 46°27'55.3" W), de São Paulo (SP).

Treze machos de *Boana polytaenia* (155 cantos do tipo “A” e 46 do tipo “B”), sendo três machos (41 cantos do tipo “A” e 11 cantos do tipo “B”) do município de Bom Jesus do Amparo (aprox. 19°42'8.39"S 43°28'15.59"W), dois machos (24 cantos do tipo “A” e 3 do tipo “B”) do município de Juatuba (aprox. 19°57'08"S e 44°20'12"W), dois machos (46 cantos do tipo “A” e 4 do tipo “B”) do município de Ouro Preto (aprox. 20°23'08"S e 43°30'12"W), três machos (23 cantos do tipo “A” e 11 do tipo “B”) do município de Chiador (aprox. 22°00'11.48" S 43°03'23.18" W), de Minas Gerais (MG). E três machos (21 cantos do tipo “A” e 17 do tipo “B”) do município de Nova Friburgo (aprox. 22°16'48"S e 42°31'56"W), no Rio de Janeiro (RJ).

As definições de canto tipo “A” e tipo “B” seguiram a proposição de Heyer *et al.* (1990) utilizada em outros trabalhos com o grupo *B. polytaenia* (Pinheiro, *et al.*, 2012; Martins *et al.*, 2016; Guerra *et al.*, 2017). Valores de média, desvio-padrão e os valores mínimos e máximos foram baseadas nos valores médios individuais de cada macho avaliado. Todos os cantos encontram-se depositados na coleção do museu de biodiversidade do Cerrado (AAG-UFU, Uberlândia).

Discussão

As vocalizações avaliadas no presente estudo comparam-se àquelas emitidas pelas outras espécies de *Boana* do grupo *polytaenia* que também vocalizam com uma única nota no canto do tipo “A” seguido por um canto do tipo “B” trinado, como *B. beckeri* e *B. botumirim* (sem canto do tipo “B” registrado) (Caramaschi *et al.*, 2009; Martins *et al.*, 2016) (Anexo I). Entretanto, apresentam diferenças em variáveis acústicas como duração de canto, com *B. bandeirantes* da Serra do Mar apresentando os cantos do tipo “A” e do tipo “B” mais longos dentre os espécimes que apresentam uma única nota em seu canto do tipo “A”, e *B. polytaenia* emitindo os maiores picos de frequência (Pinheiro *et al.*, 2012, presente estudo).

Todas as três populações foram discriminadas sem sobreposição de eixos nos dados acústicos, o que enfatiza a discriminação entre as populações avaliadas como *B. bandeirantes* (populações da Serra do Mar) e *B. polytaenia*. Essas populações seguem o padrão acústico descrito inicialmente por Pinheiro e colaboradores (2012). *B. cf. bandeirantes* também se discriminou nas variáveis acústicas das populações avaliadas nesse estudo.

Devido à importância dos cantos de anúncio no reconhecimento intraespecífico (Salthe & Mecham, 1974; Wells, 1977; Ângulo & Reichle, 2008; Padial *et al.*, 2008), é improvável que *B. cf. bandeirantes* represente qualquer uma das duas espécies avaliadas no presente capítulo. Isso se estende às outras espécies de *Boana* do clado *polytaenia* que vocalizam com uma única nota no seu canto do tipo “A”, pois *B. botumirim* apresenta menos pulsos e menores faixas de frequência no canto do tipo “A”; e *B. beckeri* apresenta diferenças consideráveis na distância das faixas de frequência, na quantidade de pulsos e até mesmo na duração do canto do tipo “A”, bem como na quantidade de notas e duração do canto do tipo “B” (Caramaschi *et al.*, 2009; Martins *et al.*, 2016).

Os espécimes estudados aqui apresentaram caracteres condizentes com suas descrições originais. Morfometricamente, *B. bandeirantes* se discriminou das demais espécies avaliadas nesse estudo, o que corrobora a hipótese de que *B. cf. bandeirantes* da Serra da Mantiqueira não representa a mesma espécie que as populações da Serra do Mar. Embora tenha ocorrido sobreposição de valores com as populações de *B. polytaenia*, aspectos morfológicos como a ausência de apêndice calcâneo e o padrão de diferença acústica extremamente significativo entre as variáveis espectrais e temporais, impossibilita o agrupamento de ambas num único complexo de espécies.

Deste modo, no presente capítulo, caracterizamos acusticamente diversas populações de *B. bandeirantes* e *B. polytaenia* no decorrer de sua distribuição geográfica (SP/RJ e RJ/MG, respectivamente) (Cruz & Caramaschi, 1998; Caramaschi & Cruz, 2013). Além reconhecer o possível caráter específico da população da Serra da Mantiqueira, que em comparação acústica difere de todas as espécies conhecidas do grupo de *B. polytaenia* que apresentam uma única nota no canto do tipo “A”.

Capítulo II: Caracterização de populações de *Boana* cf. *beckeri* do Município de Passos (MG): implicações distribucionais e taxonômicas

Introdução

Boana beckeri (Caramaschi and Cruz, 2004) é uma das espécies pertencentes ao clado *B. polytaenia*, subgrupo de *B. pulchella* (*sensu* Faivovich *et al.*, 2004; 2005). Apresenta um tamanho pequeno para o grupo (CRC = 26,8mm nos machos), rostro arredondado em vista dorsal e lateral, crista supra-cloacal, dedos e artelhos com discos adesivos pequenos; membrana interdigital pouco desenvolvida entre os dedos e medianamente desenvolvida entre os artelhos, com ausência de apêndice calcâneo. Caracteriza-se por quatro faixas estreitas longitudinais marrons-claras, intercaladas por três faixas marrons contornadas por uma linha creme (Caramaschi & Cruz, 2004).

Distribui-se pela região de Poços de Caldas (MG) (1.200m asl) e áreas adjacentes como Águas da Prata (SP) (*sensu* Martins *et al.*, 2016). Acredita-se que a espécie seja restrita a região em questão após avaliação acústica de topotipos em comparação com uma população de São Thomé das Letras atribuída à espécie (Acioli & Toledo; Martins *et al.*, 2016). Entretanto, pouco é conhecido sobre sua distribuição, características ecológicas, bem como seu status populacional em listas de espécies ameaçadas, sendo classificada como “DD” (dados deficientes, em tradução livre) na International Union for Conservation of Nature (IUCN, 2018).

Nesse contexto, comparações com populações potencialmente semelhantes são importantes a fim de entender melhor o padrão distribucional da espécie. Portanto, o presente estudo visa comparar uma população potencial visualmente semelhante a *B. beckeri* (referida no texto como *B. cf. beckeri*) do município de Passos (MG), região da Serra da Canastra, com topótipos, para avaliar a possível extensão da distribuição da espécie para a região. Além de caracterizar acústica e morfometricamente a população em questão.

Metodologia

Foram registrados cantos de seis machos de *Boana cf. beckeri* (69 cantos do tipo “A” e 48 do tipo “B”) no município de Passos (aprox. 20°43'13"S e 46°36'36"W). Para padronização das análises comparativas, foram reanalisados cantos de 12 machos de *Boana beckeri* totalizando 122 cantos do tipo “A” e 47 cantos do tipo “B”, do município de Poços de Caldas (aprox. 21°47'17"S e 46°33'45"W).

As definições de canto tipo “A” e tipo “B” seguiram a proposição de Heyer *et al.* (1990) utilizada em outros trabalhos com o grupo *B. polytaenia* (Pinheiro, *et al.*, 2012; Martins *et al.*, 2016; Guerra *et al.*, 2017). Valores de média, desvio-padrão e os valores mínimos e máximos foram baseadas nos valores médios individuais de cada macho avaliado. Todos os cantos encontram-se depositados na coleção do museu de biodiversidade do Cerrado (AAG-UFU, Uberlândia).

Discussão

Os valores das variáveis de cantos de *B. cf. beckeri* de Passos (MG), região da Serra da Canastra se sobrepõem àqueles emitidos pelos topótipos (Poços de Caldas), o que indica que ambas as populações representam a mesma espécie. Apesar da diferença discreta encontrada na duração do canto “A”, as outras variáveis temporais e espectrais apoiam essa hipótese. A eventual diferença encontrada nessa variável temporal pode estar relacionada a fatores abióticos, tais como a temperatura, que está relacionada a diminuição da duração de canto quando baixa, ou até mesmo ao contexto social em que a população estava inserida (Köhler *et al.*, 2017).

Variáveis morfométricos também corroboram a proposição de que *B. cf. beckeri* da população de Passos (MG) represente a espécie indicada, pois em sua maioria não foram encontradas diferenças significativas entre os espécimes mensurados e não existem caracteres diagnósticos permitindo a diferenciação das espécies (Caramaschi & Cruz, 2004).

Com isso, propomos a ampliação da distribuição de *B. beckeri* em aproximadamente 180 quilômetros ao norte de sua localidade tipo (Poços de Caldas/MG) para região do complexo serrano da Canastra (Município de Passos/MG), modificando assim seu caráter de espécie restrita à localidade tipo e seu entorno (Martins *et al.*, 2016).

Estudos, como o presente, relacionados a expansão do conhecimento sobre a distribuição de espécies são de importância para propostas conservacionistas regionais, pois auxiliam no registro e manutenção de populações viáveis em áreas verdes remanescentes fora de áreas de proteção delimitadas (Diniz-Filho *et al.*, 2006).

Capítulo III: Análise comparativa entre populações do grupo de *Boana polytaenia*

Introdução

Boana cipoensis (Lutz, 1968) foi descrita como uma subespécie de *Boana polytaenia* originária da Serra do Cipó ocorrendo em cadeias montanhosas acima de 900 metros de altitude (Lutz, 1968). Cruz e Caramaschi (1998) reconhecem seu caráter específico e à atribuem ao grupo de espécies proximamente relacionadas a *B. polytaenia*, posteriormente, formando um clado dentro do grupo *Boana pulchella* (Faivovich *et al.*, 2005).

Esta espécie caracteriza-se por um tamanho médio para o grupo (CRC = 28.5mm nos machos), ausência do apêndice calcâneo e crista supra-cloacal, seu dorso apresenta quatro faixas largas de coloração marrom-claro, intercaladas por três faixas estreitas, ambas longitudinais (Cruz & Caramaschi, 1998). Acusticamente, seu único registro abrange sua distribuição à Serra da Canastra em um canto de anúncio com três notas curtas e irregulares, ainda que algumas séries possam apresentar apenas duas notas, com a supressão da primeira ou da terceira. Ainda que os autores apontem diferenças morfométricas entre as populações (Haddad *et al.*, 1988), uma avaliação comparativa (morfológica e acústica) com topótipos ainda não foi feita.

Entretanto, estudos ecológicos recentes retratam com incerteza a sua classificação para a região da Serra da Canastra, como *B. aff. cipoensis* (Barros, 2011) e, posteriormente, como *B. stenocephala* (Caramaschi and Cruz, 1999) (Valdujo *et al.*, 2012), ainda sem comparações com a espécie indicada. *B. stenocephala*, tem sua distribuição registrada nas áreas de Poços de Caldas (MG) e do Parque da Serra do Papagaio (RJ) (Santos *et al.*, 2009)). É uma espécie que, possui tamanho médio para o grupo (CRC = 28.3mm nos machos), focinho truncado em vista dorsal e arredondado em vista lateral, apêndice calcâneo e crista supra-cloacal ausentes, dedos e artelhos com discos adesivos pequenos e membrana interdigital pouco desenvolvida, coloração em marrom claro nas faixas do dorso do corpo, com faixa lateral marrom delimitada por linhas brancas (Caramaschi & Cruz, 1999).

Com isso, fez-se necessária a comparação entre a população da Serra da Canastra, aqui referida como *B. cf. stenocephala*, com os topótipos de *B. stenocephala* (Poços de

Caldas/MG) e de *B. cipoensis* (Serra do Cipó/MG) para caracterizar a população acústica e morfometricamente, e elucidar o caráter específico da população, bem como providenciar a primeira descrição do repertório acústico de topótipos de *B. cipoensis*.

Metodologia

Foram registrados cantos de cinco machos de *B. cipoensis* (157 cantos do tipo “A” e 1 do tipo “B”) da sua localidade tipo na Serra do Cipó (aprox. 19°15'00.60"S 43°31'56.55"O). Nos municípios de Sacramento (aprox. 19°51'30"S e 47°27'09"W), São Roque de Minas (aprox. 20°15'34.90"S, 46°24'24.33"O), no complexo serrano da Canastra, foram registrados seis machos de *Boana* cf. *stenocephala*, dos quais 116 cantos do tipo A e 1 do tipo “B” foram analisados.

Para padronização das análises comparativas, foram reanalisados cantos de quatro machos de *Boana stenocephala*, dos quais 19 foram caracterizados como do tipo “A” e um do tipo “B”, da sua localidade tipo, no Planalto de Poços de Caldas (aprox. 21°47'17"S e 46°33'45"W).

As definições de canto tipo “A” e do tipo “B” seguiram a proposição de Heyer *et al.* (1990) utilizada em outros trabalhos com o grupo *B. polytaenia* (Pinheiro, *et al.*, 2012; Martins *et al.*, 2016; Guerra *et al.*, 2017). Valores de média, desvio-padrão e os valores mínimos e máximos foram baseadas nos valores médios individuais de cada macho avaliado. Todos os cantos encontram-se depositados na coleção do museu de biodiversidade do Cerrado (AAG-UFU, Uberlândia).

Discussão

Os cantos de *Boana cipoensis*, *B. stenocephala* e de *B. cf. stenocephala*, quando comparados com os outros representantes do grupo *B. polytaenia* assemelham-se mais a *B. goiana*, *B. jaguariaivensis*, *B. leptolineata* e *B. phaeopleura*, pois emitem seu canto do tipo “A” em duas ou mais notas curtas, separadas por um curto intervalo de tempo (Anexo 1). *B. cipoensis* apresenta a menor duração do canto dentre todas as espécies do grupo que emitem sua vocalização em duas ou mais notas. Quanto aos picos de frequência, as menores são exibidas por *B. phaeopleura* e *B. goiana*, os três táxons do presente estudo exibem faixas frequência semelhantes, enquanto as maiores são exibidas em *B. jaguariaivensis* e *B. leptolineata* (Guimarães *et al.*, 2001; Kwet, 2001; Menin *et al.*, 2004; Pinheiro *et al.*, 2012; Martins *et al.*, 2016; Guerra *et al.*, 2017).

Na comparação acústica entre os táxons do presente estudo, *B. cipoensis* foi discriminada sem sobreposição de eixos, ao mesmo tempo que *B. stenocephala* e *B. cf. stenocephala* se sobrepuseram. Essa diferença acústica (e.g. número de notas; duração dos cantos; entre outros) é corroborada pela diferença morfométrica entre os espécimes, que, em análise, discriminaram-se em três grupos distintos.

Nesse sentido, *B. cipoensis* emite seu canto de anúncio do tipo “A” em duas notas (em sequências ou separadas em uma nota curta ou duas), diferindo consideravelmente dos demais espécimes avaliados no presente estudo, bem como da primeira descrição de canto associada à espécie e até hoje utilizada na literatura (Haddad *et al.*, 1988). Essa diferença se mantém em outras variáveis temporais, tais como duração de canto. Apesar da diferença estatística nas variáveis espectrais não ser significativa, o seu endemismo na parte sul do complexo serrano do Espinhaço pode vir a proporcionar o isolamento reprodutivo da espécie (Valdujo *et al.*, 2012; Neves *et al.*, 2018, Anexos). Além disso, difere também no canto do tipo “B”, com maior duração e quantidade de número de notas, e um padrão de modulação ascendente, conforme a emissão das notas.

Em contrapartida, *B. stenocephala* e *B. cf. stenocephala* emitem seus cantos do tipo “A” com duas a quatro notas e não apresentaram diferença significativa nas variáveis chave (*sensu* Köhler *et al.*, 2017) avaliadas, tais como duração de canto e frequência dominante. A diferença encontrada na taxa de repetição de pulsos (pulsos por segundo) pode estar relacionada a fatores abióticos tais como a temperatura durante a coleta de dados (Köhler *et al.*, 2017).

Assim como nos outros espécimes do grupo de *B. polytaenia* que emitem seus cantos do tipo “A” com duas ou mais notas, os cantos do tipo “B” foram raros em registros. Ainda assim, os registros avaliados nesse trabalho e na literatura indicam que *B. stenocephala* e *B. cf. stenocephala* apresentam duração de canto e número de notas semelhantes e diferem substancialmente nos picos de frequência (Martins *et al.*, 2016).

Morfometricamente, ambas se discriminaram expressivamente em análise estatística e apresentaram diferenças significativas em treze das quinze variáveis avaliadas. Entretanto, quando comparados com os valores da descrição original da espécie (*sensu* Caramaschi & Cruz, 1999), *B. cf. stenocephala* da Serra da Canastra pode ser identificada a nível específico, pois os valores descritos para os holótipos de *B. stenocephala* abrangem os valores avaliados nessa população. Seria interessante e de extrema importância incluir tais holótipos numa análise futura.

Portanto, o presente estudo ressalta a ampliação da extensão da distribuição de *Boana stenocephala* para Serra da Canastra, em aproximadamente 370 quilômetros ao norte de sua localidade tipo, da qual era considerada restrita às áreas adjacentes (Martins *et al.*, 2016). Ainda que é recomendada uma futura análise morfométrica mais apurada incluindo os espécimes tipo da descrição original para enfatizar os alcances das características fenotípicas da espécie.

Considerações Finais

O presente estudo permitiu a caracterização acústica de diversas populações e espécies do grupo de *Boana polytaenia*, com a descrição inédita dos cantos de anúncio de topótipos de *Boana cipoensis*; a confirmação através de comparações acústicas do aumento na extensão da distribuição de *Boana stenocephala*, para a região do Parque Nacional da Serra da Canastra; o aumento da extensão de *Boana beckeri* para o município de Passos (MG), reconhecendo a primeira população fora do Plateau de Poços de Caldas; além do reconhecimento de uma possível espécie nova para o grupo em Atibaia/Bom Jesus dos Perdões (SP), após comparações com diversas populações de *Boana bandeirantes* e *Boana polytaenia*.

Literatura Citada

- Ab'saber, A. **Os domínios morfoclimáticos da América do Sul: primeira aproximação.** 1977. Disponível em: <<http://www.algosobre.com.br/geografia/dominios-morfoclimaticos-brasileiros-os-segundo-aziz-ab-saber.html>>. Acesso em: 19 agosto 2015.
- Acioli, E. C. S. & Toledo, L. F. Amphibia, Anura, Hylidae, *Hypsiboas beckeri*: filling gap and description of its advertisement call. – **Check List**, 4: 182–184. 2008.
- Ângulo, A. & S. Reichle. Acoustic signals, species diagnosis, and species concepts: the case of a new cryptic species of *Leptodactylus* (Amphibia, Anura, Leptodactylidae) from the Chapare region, Bolivia. **Zoological Journal of the Linnean Society**. 152: 59–77. 2008.
- Antunes, A. P.; Faivovich, J.; Haddad, C. F. B.. A New Species of *Hypsiboas* from The Atlantic Forest of Southeastern Brazil (Amphibia: Anura: Hylidae). **Copeia**, (1): 179-190. 2008.
- Barros, A. B. **Herpetofauna do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil.** 2011. 127 f. Monografia (Mestrado) - Curso de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2011.
- Bioacoustics Research Program. **Raven Pro**: Interactive Sound Analysis Software, version 1.5. Ithaca, New York: The Cornell Lab of Ornithology, 2012. Available from: <<http://www.birds.cornell.edu/raven>> Acesso em: 16 de maio 2016.
- Blair, W. F. Mating Call and Stage of Speciation in the *Mycrohyla olivacea*-*M. carolinensis*. **Evolution**, 9: 469-480. 1955.
- Blair, W. F. Mating Call in the Speciation of Anuran Amphibians. **The American Naturalist**, 92: 27-51. 1958.

Caramaschi, U.; Cruz, C. A. G.; Nascimento, L. B. A new species of *Hypsiboas* of the *H. polytaenius* clade from Southeastern Brazil (Anura: Hylidae). **South American Journal of Herpetology**, 4: 210–216. 2009.

Caramaschi, U. & Cruz, C.A.G. A new species of the *Hypsiboas polytaenius* clade from southeastern Brazil (Anura: Hylidae). **South American Journal of Herpetology**. 8: 121-126. 2013

Cocroft, R. B. & Ryan, M. J. Patterns of advertisement call evolution in toads and chorus frogs. **Animal Behaviour**, 49: 283–303. 1995.

Cruz, C. A. G. & Caramaschi, U.. 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. 1998

Dayrat, B. Toward integrative taxonomy. **Biological Journal of the Linnean Society**. 85: 407-415. 2005.

de Queiroz, K. Species Concepts and Species Delimitation. **Systematic Biology**, v. 56 (6): 879–886. 2007.

Diniz-Filho, J. A. F.; Bini, L. M.; Pinto, M. P.; Rangel, T. F. L. V. B.; Carvalho, P.; Vieira, S. L.; Bastos, R. P. Conservation biogeography of anurans in Brazilian Cerrado. **Biodiversity And Conservation** 16 (4): 997-1008. 2006.

Duellman, W. E. & Trueb, L. **Biology of Amphibians**. McGraw-Hill, New York. 670 pp., 1986

Duellman, W. E.; Marion, A. B.; Blair Hedges, S. Phylogenetics, classification, and biogeography of the treefrogs (Amphibia: Anura: Arboranae). *Zootaxa* 4104 (1): 1-109, 2016.

Faivovich, J., P. C. A. Garcia, F. Ananias, L. Lanari, N. G. Basso, and W. C. Wheeler. A molecular perspective on the phylogeny of the *Hyla pulchella* species group (Anura, Hylidae). **Molecular Phylogenetics and Evolution**. 32: 938-950. 2004.

Faivovich, J., C. F. B. Haddad, P. C. A. Garcia, D. R. Frost, J. A. Campbell, and W. C. Wheeler. 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. 2005.

Feio, R. N. & Ferreira, P.L. Anfíbios de dois fragmentos de Mata Atlântica no município de Rio Novo, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zoociências**, Juiz de Fora, 7(1): 121-128. 2005.

Frost, D. **Amphibian Species of the World**: an Online Reference. American Museum of Natural History. Disponível em: <<http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>>. Acesso em: 16 de dezembro 2018.

GARCIA, P. C. A.; VINCIPROVA, G. & HADDAD, C. F. B. Vocalização, girino, distribuição geográfica e novos comentários sobre *Hyla marginata* Boulenger, 1887 (Anura, Hylidae, Hylinae). *Boletim do Museu Nacional (N. S.) Zoologia* 460:1-19. 2001.

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

Guerra, V., Lignau, R., Bastos, R. P. Vocalizations and Bioacoustic Analysis of *Boana jaguariaivensis* (Caramaschi, Cruz, and Segalla, 2010) (Anura: Hylidae) **South American Journal of Herpetology** 12(1), p. 34–41, 2017.

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

Haddad, C. F. B.; Andrade, G. V.; Cardoso, A. J. Anfíbios anuros no Parque Nacional da Serra da Canastra, Estado de Minas Gerais. **Brasil Florestal**, 64: 9–20. 1988.

Heyer, W. R.; Rand, A. S.; Cruz, C. A. G.; Peixoto, O. L., Nelson, C. E. Frogs of Boracéia. **Arquivos de Zoologia**, 31 (4): 235–410. 1990.

Hothorn, T, K. Hornik, M. A. van de Wiel, Zeileis A. Implementing a class of permutation tests: the coin package. **Journal of Statistical Software** 28:1–23. 2008.

Jombart, T., S. Devillard, and F. Balloux. Discriminant analysis of principal components: a new method for the analysis of genetically structured populations. **BMC Genetics** 11:94–109. 2010

Kwet, A. **Frösche im Brasilianischen Araukarienwald. Anurengemeinschaft des Araukarienwaldes von Rio Grande do Sul: Diversität, Reproduktion und Ressourcenaufteilung.** Münster. Natur und Tier-Verlag. 2001.

Köhler, J., Jansen, M., Rodríguez, A., Kok, P.J.R., Toledo, L.F., Emmrich, M., Glaw, F., Haddad, C.F.B., Rödel, M.O. & Vences, M. The use of bioacoustics in anuran taxonomy: theory, terminology, methods and recommendations for best practice. **Zootaxa**, 4251 (1), 1–124. 2017

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

Littlejohn, M. J. & Loftus-Hills, J. J. An Experimental Evaluation of Premating Isolation in the *Hyla ewingi* complex (Anura: Hylidae). **Evolution**. 22: 659-663. 1968.

Liaw, A. & Wiener, M. Classification and Regression by randomForest. **R News**, 2, 18–22. 2002

Martins, L. B., Carvalho, T. R., Giaretta, A. A., Miwa, R. Y. Vocalizations of *Hypsiboas beckeri* and *H. stenocephalus* (Anura: Hylidae), two species of the *H. polytaenius* group from southeastern Brazil. **Phyllomedusa** 15(1), p. 51–64, 2016.

- Menin, M.; Silva, R. A.; Giaretta, A. A. Reproductive biology of *Hyla goiana* (Anura, Hylidae). **Iheringia** (Série Zoologia), 94: 49–52. 2004.
- Myers, N.; Mittermeier, R.A.; Mittermeier, G.G.; Fonseca, G.A.B.; Kent, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403: 853-858. 2000.
- Narins, P. M.; Feng, A. S.; Fay, R. R.; Popper, A. N. Hearing and sound communication in amphibians. New York, **Springer**. 2007.
- Neves, M. O; Pereira, E. A.; Sugai, J. L. M. M.; Rocha, S. B.; Feio, R. N.; Santana, D. J. Distribution pattern of anurans from three mountain complexes in southeastern Brazil and their conservation implications. **An. Acad. Bras. Ciênc.**, Rio de Janeiro, 90 (2) , p. 1611-1623 2018.
- Padial, J. M.; Köhler, J.; Muñoz, A.; De la Riva, I. Assessing the taxonomic status of tropical frogs through bioacoustics: geographical variation in the advertisement calls in the *Eleutherodactylus discoidalis* species group (Anura). **Zoological Journal of the Linnean Society**. 152: 353-365. 2008
- Pinheiro, P. D. P.; Pezutti, T. L.; Garcia, P. C. A. The tadpole and vocalizations of *Hypsiboas polytaenius* (COPE, 1870) (Anura, Hylidae, Hylinae). **South American Journal of Herpetology**, 7: 123–133. 2012.
- R Development Core Team. 2012. **R Foundation for Statistical Computing**. Vienna, Austria. Available from <<http://www.Rproject.org>>. Acesso em: 16 de maio 2016
- Ryan, M. J. **The Tungara Frog: A Study in Sexual Selection and Communication**. Chicago: University of Chicago Press. 1985.
- Ryan, M. J. & Drewes, R. C. Vocal Morphology of the *Physalaemus pustulosus* species group (Leptodactylidae): morphological response to sexual selection for complex calls. **Biological Journal of the Linnean Society**, 40: 37-52. 1990.

Salthe, S. N. & Mecham, J. S. Reproductive and courtship patterns. In: B. Lofts (ed.) **Physiology of the Amphibia**. Academic Press, New York, 2: 309–521, 1974.

Santos, J.T., Oliveira, E.F., São-Pedro, V.A., Monteiro-Leonel, A.C. & Feio, R.N.. Amphibia, Anura, *Hypsiboas stenocephalus*: Distribution extension and Geographic distribution map. *Check List* 5(1): 27-31, 2009.

Sueur, J.; Aubin, T.; Simonis, C. Seewave, a free modular tool for sound analysis and synthesis. **Bioacoustics**. 18: 213–226, 2008.

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

Vitt, L. J.; Caldwell, J. P. **Herpetology**: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. 3^a Oklahoma: Elsevier, 697 p. 2009.

Watters, J. L.; Cummings, S. T.; Flanagan, R. L.; Siler, C. D. Review of morphometric measurements used in anuran species descriptions and recommendations for a standardized approach. **Zootaxa**. 4: 477–495.2016.

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

Wiens, J. J., Fetzner, J. W., Parkinson, C. L.; Reeder, T. W. Hylid frog phylogeny and sampling strategies for speciose clades. **Systematic Biology**, 54, 719–748. 2005.

Wiens, J. J., Kuczynski, C. A., Hua, X. & Moen, D. S. An expanded phylogeny of treefrogs (Hylidae) based on nuclear and mitochondrial sequence data. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, 55, 871–882. 2010.

81

Anexo 1 – Compilação dos dados de literatura sobre as vocalizações de populações e espécies de *Boana* de perto relacionadas à *B. polytaenia* (Hylidae, Anura).

Variáveis dos cantos descritos dos integrantes do grupo *B. polytaenia*, com adição da quantidade de machos descrita (Qnt. M.), distância entre a localidade tipo e a localidade de gravação em Quilômetros (Dist. LT-LG (KM)), bem como do equipamento utilizado na gravação. E ?: indisponível na literatura e -: dados não aplicáveis.

Dados representados em média + desvpad (min-max)

Spp.	Duração (ms)	Notas p/ canto	Dur. notas (ms)	Pulsos p/ canto	Dur. pulsos (ms)	Escala de frequência dominante (Hz)	Pico de frequência (Hz)	Qnt. M.	Dist. LT- LG (KM)	Referência
<i>B. bandeirantes</i>										
Canto Tipo “A”	95 ± 11 (67-121; 39)	1	-	12.36 ± 2.42 (8-17; 39)	6 ± 1 (3-11); 156	4147-7070.2	5459.5 ± 137.8 (5340.2-5857; 39)	1	105	Pinheiro <i>et al.</i> , 2012
Canto tipo “B”	1320 ± 180 (1180-1537; 5)	23.4 ± 3.29 (21-29; 5)	16 ± 4 (10-21; 5)	-	-	4956.4-5957.7	5443.6 ± 94.4 (5340.2-5512.5; 5)			
<i>B. beckeri</i>										
Canto Tipo “A”	63.9 ± 7.9 (35.0–104.0); 118	1	63.9 ± 7.9 (35.0–104.0); 118	12.1 ± 1.7 (6–18); 109	5.9 ± 0.9 (3.0–12.0); 163	4723 ± 65 (4307–5063); 118	?	13	0	Martins <i>et al.</i> , 2016.
Canto Tipo “B”	1015.0 ± 147.0 (530.0–1945.0); 66	14.0 ± 2.3 (7–24); 66	20.9 ± 4.6 (10.0–49.0); 210	?	?	4555 ± 117 (4134–4875); 205	?			
<i>B. botumirim</i>										
Canto Tipo “A”	50 ± 5 (37-64; 69)	1	-	3.81 ± 0.49 (3-5; 69)	?	?	3739.7 ± 141.8 (3261,9-3997.6; 69)	3	0	Caramaschi et al., 2009
<i>B. cipoensis</i>										
Canto Tipo “A”	?	3	?	1-3	?	3.700-4.800	?	?	331	Haddad <i>et al.</i> , 1988
<i>B. goiana</i>										
Canto Tipo “A”	315 ± 104 (?-?; 53)	3 ± 1 (?-?; 53)	?	?	?	?	3170.42 ± 125.78 (?-?; 53)	11	185	Guimarães <i>et al.</i> , 2001
Canto Tipo “B”	242 ± 58 (?-?; 55)	5 ± 1 (?-?; 55)	23.67 ± 9.7 (?-?; 220)	-	-	?	3174.35 ± 93.56 (?-?; 55)			

<i>B. goiana</i>	325 ± 0 (325-325; 1)	2 ± 0 (2-2; 1)	115 ± 35 (90-140; 2)	-	-	2925-3694	?				
Canto Tipo “A”	213.75 ± 49.22 (150-270; 4)	4 ± 1 (3-5; 4)	33.12 ± 6.8 (20-45; 16)	-	-	2230-3900	?		?	517	Menin <i>et al.</i> , 2004
Canto Tipo “B”											
<i>B. leptolineata</i>											
Canto Tipo “1”	180-220	2	?	5-10	?	3660-5200	3980-4660				
Canto Tipo “2”	190-260	3	?	2-6	?	3450-5200	4360-4720		?	0	Kwet, 2001
Canto Tipo “3”	200-600	?	5-10	1	?	3640-5240	4080-4640				
<i>B. phaeopleura</i>											
Canto Tipo “A”	264 ± 58 (192-400; 21)	3 ± 1 (2-5; 21)	29 ± 15 (12-58; 53)	-	-	2557.3-3554.8	3100.8		1	0	Pinheiro <i>et al.</i> , 2012
<i>B. polytaenia</i>											
Canto Tipo “A”	70 ± 10 (44-95; 101)	1	-	13.72 ± 2.53 (8-20; 101)	4 ± 1 (2-8; 404)	5075.1- 8057.4	6443.7 ± 355.5 (5812.5-7312.5; 117)		9	0*	Pinheiro <i>et al.</i> , 2012
Canto Tipo “B”	520 ± 220 (47-1168; 48)	6.04 ± 1.98 (2-11; 48)	15 ± 3 (4-24; 187)	-	-	5067.5-7731.3	6175.8 ± 319.9 (5437.5-6750; 48)				
<i>B. stenocephala</i>											
Canto Tipo “A”	312.8 ± 74.0 (165-588; 93)	2.65 ± 0.42 (2-4; 93)	-	-	8.8 ± 1.2 (5.0-13.0; 106)	3874 ± 100 (3563-4134; 108)	?				
Canto Tipo “B”	287.0; 1	10; 1	13.8 ± 1.4 (12.0-16.0); 10	-	-	3862 ± 202 (3562-4125); 10	?		5	0	Martins <i>et al.</i> , 2016

Anexo 2. Gravações analisadas nessa dissertação. Arquivos sonoros nomeados com: espécie (e.g. *Hypsib_gr_polyt*); localidade (e.g. PassosMG); número de espécime registrado por espécie e localidade (1, 2 etc), quando presente, indicando diferentes arquivos sonoros do mesmo espécime; inicial dos autores; abreviação do equipamento (“mt” for M-audio Microtrack II and “M671” for Marantz PMD671)

Capítulo I	Capítulo II	Capítulo III
Hypsib_cf_polytaeAtibaiaSP1aAAGb	Hypsib_gr_polytPassosMG1aLBM_AA Gmt	Hypsib_cipoCipoMG1aTRC_AAGmt
Hypsib_cf_polytaeAtibaiaSP2aTRC_AAGmt	Hypsib_gr_polytPassosMG1bLBM_AA Gmt	Hypsib_cipoCipoMG1bTRC_AAGmt
Hypsib_cf_polytaeAtibaiaSP2bTRC_AAGmt	Hypsib_gr_polytPassosMG1cLBM_AA Gmt	Hypsib_cipoCipoMG2aTRC_AAGmt
Hypsib_bandeirantesBJPerdoesSP1aAAGm661 MK2	Hypsib_gr_polytPassosMG2aLBM_AA Gmt	Hypsib_cipoCipoMG3aTRC_AAGmt
Hypsib_bandeirantesBJPerdoesSP1bAAGm661 MK2	Hypsib_gr_polytPassosMG2bLBM_AA Gmt	Hypsiboas_cipoensis_Serracipo_1a_BFVT_TR C_mct
Hypsib_bandeirantesBJPerdoesSP2aAAGm661 MK2	Hypsib_gr_polytPassosMG3aLBM_AA Gmt	Hypsiboas_cipoensis_Serracipo_2c_BFVT_TR C_mct
Hypsib_bandeirantesBJPerdoesSP2bAAGm661 MK2	Hypsib_gr_polytPassosMG3bLBM_AA Gmt	Hypsib_stenocepPocosCaldasMG1aAAAGmt
Hypsib_bandeirantesBJPerdoesSP3aAAGm661 MK2	Hypsib_gr_polytPassosMG4aLBM_AA Gmt	Hypsib_stenocepPocosCaldasMG2aLBM_AAG mt
Hypsib_bandeirantesBJPerdoesSP3bAAGm661 MK2	Hypsib_gr_polytPassosMG4bLBM_AA Gmt	Hypsib_stenocepPocosCaldasMG3aAAGm671
Hypsib_bandeirantesBJPerdoesSP4aAAGm661 MK2	Hypsib_gr_polytPassosMG5aLBM_AA Gmt	Hypsib_stenocepPocosCaldasMG5aAAGm671
Hypsib_bandeirantesBJPerdoesSP4bAAGm661 MK2	Hypsib_gr_polytPassosMG5bLBM_AA Gmt	Hypsib_cipoCanastraMG1bLBM_AAGmt
Hypsib_bandeirantesBJPerdoesSP5aAAGm661 MK2	Hypsib_gr_polytPassosMG5cLBM_AA Gmt	Hypsib_cipoCanastraMG2cLBM_AAGmt
Hypsib_bandeirantesBJPerdoesSP5bAAGm661 MK2	Hypsib_gr_polytPassosMG6aLBM_AA Gmt	Hypsib_cipoCanastraMG3bLBM_AAGmt
Hypsib_LagoCunhaSP1aAAGm671		Hypsib_cipoSacramentoMG1aLBM_AAGmt
Hypsib_LagoCunhaSP1bAAGm671		Hypsib_cipoSacramentoMG2aLBM_AAGmt

Hypsib_LagoCunhaSP3aAAGm671	Hypsib_cipoSacramentoMG3aLBM_AAGmt
Hypsib_LagoCunhaSP3bAAGm671	Hypsib_cipoSacramentoMG5aLBM_AAGmt
Hypsib_RiachoCunhaSP1aAAGm671	
Hypsib_RiachoCunhaSP2aAAGm671	
Hypsib_RiachoCunhaSP2bAAGm671	
Hypsib_RiachoCunhaSP3aAAGm671	
Hypsib_RiachoCunhaSP3bAAGm671	
Hypsib_polytBocainaSP1aAAGm671	
Hypsib_polytBocainaSP1bAAGm671	
Hypsib_polytBocainaSP2aAAGm671	
Hypsib_polytParaibunaSP1aAAGm	
Hypsib_polytParaibunaSP1bAAGm	
Hypsib_polytParaibunaSP1cAAGm	
Hypsib_polytaeniusBJAmparoMG1aAAGm671	
Hypsib_polytaeniusBJAmparoMG3aAAGm671	
Hypsib_polytaeniusBJAmparoMG4aAAGm671	
Hypsib_polytaeniusOuroPretoMG1aAAGm671	
Hypsib_polytaeniusOuroPretoMG1bAAGm671	
Hypsib_polytaeniusOuroPretoMG2aAAGm671	
Hypsib_polytaeniusOuroPretoMG2bAAGm671	
Hypsib_polytJuatubaMG3aTRC_AAGmt	
Hypsib_polytJuatubaMG4aTRC_AAGmt	
Hypsi_polytaeNov_FriburRJ1aLBM_AAGmt	
Hypsi_polytaeNov_FriburRJ1bLBM_AAGmt	
Hypsi_polytaeNov_FriburRJ2aLBM_AAGmt	
Hypsi_polytaeNov_FriburRJ2bLBM_AAGmt	
Hypsi_polytaeNov_FriburRJ3LBM_AAGmt	
Hypsib_polytChiadorMG1aTRC_AAGmt	
Hypsib_polytChiadorMG1bLBM_AAGmt	
Hypsib_polytChiadorMG2TRC_AAGmt	

Anexo 3 – Espécies testemunho utilizadas nas análises morfométricas dessa dissertação, nomeadas: espécie (e.g. polyt); localidade (e.g. NF), quando presente e número de registro no caderno de tombo da coleção AAG-UFU (e.g. 1109).

Capítulo I	Capítulo II	Capítulo III
polytNF1109	B. beckeri3910	B.cipoensis027
polytNF1110	B. beckeri3911	B.cipoensis028
polytNF1112	B. beckeri3922	B.stenocephala4374
polytNF1113	B. beckeri4805	B.stenocephala4375
polytNF1114	B. beckeri4822	B.stenocephala4827
polytbran5711	B. beckeri4823	B.stenocephala5071
polytamp5712	B. beckeri4824	B.stenocephala5072
polytamp5713	Canastra1843	B.stenocephala5707
polytamp5714	Canastra1844	B.stenocephala5708
polytjua320	Canastra1845	Canastra53
polytjua322	Canastra1846	Canastra590
polytchia491	Canastra1847	Canastra591
polytchia492	Canastra1848	Canastra665
polytchia493	Canastra1850	Canastra1036
B.sppAtib6399	Canastra1853	Canastra1037
B.sppAtib6400		Canastra1038
B.sppAtib6401		Canastra1039
B.sppAtib320		
B.sppAtib343		
B.sppAtib380		
B.sppAtib993		
bandparaib184		
bandboc821		
bandboc824		
bandboc825		
bandboc826		