

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
**Leonardo Gomes da Silva Conversano**

**ESTUDO DAS VOCALIZAÇÕES DE QUATRO PERERECAS  
DO GRUPO *Bokermannohyla circumdata* (ANURA,  
HYLIDAE)**

**TAUBATÉ - SP**

**2019**

**Leonardo Gomes da Silva Conversano**

**ESTUDO DAS VOCALIZAÇÕES DE QUATRO  
PERERECAS DO GRUPO *Bokermannohyla*  
*circumdata* (ANURA, HYLIDAE)**

Trabalho de Graduação apresentado para  
obtenção do Título de Bacharel pelo Curso de  
Ciências Biológicas do Departamento de  
Biologia da Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. Dr. Itamar Alves Martins

**TAUBATÉ - SP**

**2019**

**Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBi/UNITAU**  
**Biblioteca Setorial de Biociências**

**C766e** Conversano, Leonardo Gomes da Silva  
Estudo das vocalizações de quatro pererecas do grupo  
Bokermannohyla circumdata (Anura, Hylidae) / Leonardo  
Gomes da Silva Conversano. – 2019.  
35f. : il.

Monografia (Graduação) – Universidade de Taubaté,  
Departamento de Ciências Biológicas, 2019.  
Orientador: Prof. Dr. Itamar Alves Martins, Departamento  
de Ciências Biológicas.

1. Bioacústica. 2. Canto de anúncio. 3. Bokermannohyla.  
4. Hylidae. I. Título.

CDD- 597.87

**LEONARDO GOMES DA SILVA CONVERSANO**

**ESTUDO DAS VOCALIZAÇÕES DE QUATRO PERERECAS DO GRUPO  
*Bokermannohyla circumdata* (ANURA, HYLIDAE)**

Trabalho de Graduação apresentado para obtenção do Título de Bacharel pelo Curso de Ciências Biológicas do Departamento de Biologia da Universidade de Taubaté.

Data: \_\_\_\_\_.

Resultado: \_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Itamar Alves Martins - UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Ms. Lucas Rodrigo dos Santos

Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Ms. Paulo Henrique Silva

Assinatura: \_\_\_\_\_

## RESUMO

O gênero *Bokermannohyla* possui espécies crípticas, o que dificulta trabalho com as mesmas. Tal dificuldade faz com que haja ainda poucos estudos sobre suas vocalizações. Neste trabalho, descrevemos e comparamos os caracteres temporais e espectrais dos cantos de anúncio de *Bokermannohyla circumdata*, *B. hylax*, *B. luctuosa* e *B. gouveai*, sendo a primeira descrição para a vocalização da última espécie. As gravações foram registradas utilizando-se gravador analógico Marantz PMD222 e digital Tascam DR-100 conectados a microfone Seinnheiser K6/ME66 e as análises acústicas realizadas por meio dos softwares CoolEdit 2000 e Raven 1.4. Foi amostrado um total de 315 notas, sendo 65 de *B. circumdata*, 21 de *B. hylax*, 38 de *B. luctuosa* e 191 de *B. gouveai*. As quatro espécies possuem notas com estrutura pulsada e modulada e as semelhanças entre os valores obtidos na literatura e os resultados deste trabalho revelam que, mesmo em diferentes localidades amostradas, há pouca variação na estrutura sonora da vocalização das populações das três espécies com cantos já anteriormente descritos. Os parâmetros espectrais se mostraram caracteres mais eficientes na comparação para diferenciação entre as quatro espécies.

**Palavras-chave:** Bioacústica; Canto de anúncio; *Bokermannohyla*; Hylidae

## ABSTRACT

The genus *Bokermannohyla* has cryptic species, which makes studying them a hard job. This difficulty is the reason for few studies about their vocalizations. Here, we describe and compare the temporal and spectral parameters of the advertisement call of *Bokermannohyla circumdata*, *B. hylax*, *B. luctuosa* and *B. gouveai*, being the first vocalization description of the last species. Recordings were made using Marantz PMD222 analogic recorder and Tascam DR-100 digital recorder connected to Sennheiser K6 / ME66 microphone and acoustic analysis performed using CoolEdit 2000 and Raven 1.4 software. We sampled a total of 315 notes, being 65 of *B. circumdata*, 21 of *B. hylax*, 38 of *B. luctuosa*, and 191 of *B. gouveai*. The four species has notes with pulsed and modulated structure. Similarities between values obtained in the literature and the results of this work reveal that even in different sampled localities there is little variation in the sound structure of the vocalization of *Bokermannohyla circumdata*, *B. hylax*, *B. luctuosa* wich calls were already described. Spectral parameters are efficient characters to compare and differentiate the four species.

**Key-words:** Bioacoustic; Advertisement call; *Bokermannohyla*; Hylidae

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Itamar Alves Martins, por todas as dicas, conselhos e ajudas dados a mim durante toda minha formação, por ter me dado a oportunidade de trabalhar em uma área com a qual sempre sonhei, sempre mostrando que ela é algo muito além do que eu imaginava, e por ser uma pessoa a qual posso orgulhosamente chamar de mentor e amigo.

Agradeço ao Lucas Rodrigo dos Santos, o Portuga, por todo o apoio e dúvidas esclarecidas ao longo de toda a elaboração desse trabalho, estando sempre disposto a compartilhar seu conhecimento e também suas risadas.

Agradeço ao Guilherme Vieira dos Santos, o Rhinellinha, por toda a ajuda nas análises acústicas, sendo um grande amigo, proporcionando muitas risadas e sempre nos ensinando palavras nunca mais ouvidas desde os anos de 1920.

Agradeço ao Nicolas José dos Santos Fernandes, o inesquecível Japonês da Pomada, um irmão de coração, por ter me proporcionado a oportunidade de encontrar uma das espécies estudadas nesse trabalho em campos os quais jamais esqueceremos, marcados de inúmeras histórias, incontáveis risadas e lanches quase sempre excelentes.

Agradeço à Máira Marques Lessa, minha tão estimada parceira, por ter me ajudado sempre com suas revisões e conselhos, além de me dar imenso apoio emocional.

Agradeço ao CNPQ por ter me proporcionado a bolsa de Iniciação Científica para o desenvolvimento desse trabalho.

Agradeço em especial aos meus pais, Patrycia Maria da Silva Conversano e Marco Antônio Conversano, sem os quais eu não teria sequer alcançado meu sonho de cursar a faculdade de Biologia, por estarem sempre ao meu lado e me apoiarem desde o início em minha escolha de profissão, sempre me ajudando e me fornecendo a base necessária para alcançar minhas metas.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	11
2.1. Objetivos gerais	11
2.2. Objetivos específicos	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1. Espécies alvo do estudo	12
3.2 Metodologia	12
4. RESULTADOS	14
4.1. <i>Bokermannohyla circumdata</i> (Cope, 1871)	14
4.2. <i>Bokermannohyla hylax</i> (Heyer, 1985)	15
4.3. <i>Bokermannohyla luctuosa</i> (Pombal & Haddad, 1993)	16
4.4. <i>Bokermannohyla gouveai</i> (Peixoto & Cruz, 1992)	17
4.5. Comparações	19
5. DISCUSSÃO	24
5.1. <i>Bokermannohyla circumdata</i>	24
5.2. <i>Bokermannohyla hylax</i>	24
5.3. <i>Bokermannohyla luctuosa</i>	25
5.4. <i>Bokermannohyla gouveai</i>	26
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
REFERÊNCIAS	29
ANEXOS	32



## 1. INTRODUÇÃO

Uma das características que mais se destacam no comportamento dos anfíbios anuros é a comunicação por sinais sonoros. Tal comunicação é de fundamental importância na biologia reprodutiva, bem como no comportamento social, pois provavelmente se originou no início da história evolutiva do grupo (Wells, 2007).

O estudo das características bioacústicas tem se mostrado importante para identificação de anfíbios anuros. Os sinais sonoros dos anfíbios anuros, por ser um caráter espécie-específico, têm uma grande importância na taxonomia dos grupos (Wells, 2007). As vocalizações dos anuros contêm excelentes caracteres para estudos comparativos (Martins & Jim, 2003, 2004; Toledo *et al.* 2015). Os diferentes tipos de vocalizações emitidas pelos anuros podem ser úteis para revelar as relações evolutivas em nível específico, revelando adaptações às pressões ambientais ou heranças filogenéticas (Goicoechea *et al.*, 2009). Em geral, espécies estreitamente relacionadas têm em comum algumas características acústicas (Martins & Jim, 2003, 2004). Entretanto, com as dificuldades de ordem taxonômica e o conhecimento escasso das vocalizações dos anuros neotropicais, deve haver alguns cuidados, tanto na atribuição de nomes aos diversos táxons, como na análise física dos sons (Toledo *et al.* 2015; Köhler *et al.* 2017).

O canto de anúncio (“advertisement call” *sensu* Wells, 1977) definido como “canto funcional” (Vielliard, 1987) cuja função é espécie-específica, contém informações espectrais e/ou temporais importantes para o reconhecimento específico na atração de fêmeas e para promover espaçamento entre machos, sendo fundamental nas interações intraespecíficas para promover a avaliação entre co-específicos vizinhos (Wells, 2007). Portanto, a vocalização do tipo canto de anúncio é de grande importância na identificação taxonômica e na diferenciação de espécies crípticas (Duellman & Trueb, 1986; De La Riva *et al.*, 1996a), ou seja, duas ou mais espécies distintas as quais são erroneamente classificadas sob o nome de uma mesma espécie ou já são reconhecidas como espécies diferentes, porém de difícil distinção (Bickford *et al.*, 2007).

Um dos principais mecanismos de isolamento reprodutivo entre espécies que ocupam o mesmo tipo de ambiente é a comunicação sonora. Porém, espécies

simpátricas podem apresentar vocalizações similares e a especificidade do sinal, emitido ao seu receptor co-específico, se realiza por meio da conjugação de parâmetros espectrais e temporais do canto (Gerhardt, 1994; Martins & Jim, 2003, 2004).

Os anuros neotropicais são representados por uma grande diversidade de espécies e os relacionamentos ecológicos e filogenéticos entre e dentro de grupos taxonômicos ainda não são claros (Faivovich *et al.*, 2005). Estudos comparativos das vocalizações do tipo canto de anúncio de anfíbios anuros, baseados em parâmetros quali-quantitativos, podem, até certo ponto, prover informações sobre o relacionamento filogenético e ecológico de grupos particulares (Márquez *et al.*, 1993), representando um ótimo caminho para revelar as diferenças e afinidades taxonômicas (Gerhardt & Huber, 2002), principalmente em espécies com distribuição simpátrica e com grande grau de parentesco (Ryan, 2001).

A classe Amphibia é constituída por cerca de 8.100 espécies pertencentes às ordens Gymnophiona, Caudata e Anura (Frost, 2019). Deste total, cerca de 7.140 espécies pertencem à ordem Anura (sapos, rãs e pererecas), constituindo o maior grupo dentre os anfíbios (Frost, 2019). No Brasil, são registradas 1.093 espécies pertencentes à ordem Anura e distribuídas em 20 famílias, sendo estas Allophrynidae, Alsodidae, Aromobatidae, Brachycephalidae, Bufonidae, Centrolenidae, Ceratophryidae, Craugastoridae, Cycloramphidae, Dendrobatidae, Eleutherodactylidae, Hemiphractidae, Hylidae, Hylodidae, Leptodactylidae, Microhylidae, Odontophrynidae, Phyllomedusidae, Pipidae e Ranidae (Segalla *et al.*, 2019).

A família Hylidae é composta por grupos de espécies que representam ótimos modelos para estudos sobre história natural, pois apresentam grandes distribuições geográficas (veja, Faivovich *et al.*, 2005), possibilitando a obtenção de informações comparativas entre áreas ou regiões geográficas diferentes. (Márquez *et al.*, 1993; Martins & Jim, 2003; Faivovich *et al.*, 2005).

A família Hylidae é composta por sete subfamílias (Acridinae, Cophomantinae, Dendropsophinae, Hylinae, Lophyohylinae, Pseudinae e Scinaxinae), contendo cerca de 720 espécies (Frost, 2019), sendo a subfamília Cophomantinae a maior em termos

de riqueza, com 184 espécies (Frost, 2019), e apresentando diversos clados ou grupos de espécies (*sensu* Faivovich *et al.*, 2005).

Na subfamília Cophomantinae, estão inseridos os gêneros *Aplastodiscus* Lutz, 1950 (15 spp.), *Boana* Gray, 1825 (92 spp.), *Bokermannohyla* Faivovich, Haddad, Garcia, Frost, Campbell & Wheeler, 2005 (32 spp.), *Hyloscirtus* Peters, 1882 (37 spp.), *Myersiohyla* Faivovich, Haddad, Garcia, Frost, Campbell & Wheeler, 2005 (6 spp.) e *Nesorohyla* Pinheiro, Kok, Noonan, Means, and Haddad, 2018 (1 sp.) e a espécie “*Hylla*” *nicefori* (Cochran & Goin, 1970).

O gênero *Bokermannohyla* é dividido em 4 grupos, sendo eles *Bokermannohyla claresignata* (2 spp.), *Bokermannohyla martinsi* (3 spp.), *Bokermannohyla pseudopseudis* (8 spp.) e *Bokermannohyla circumdata* (19 spp.), no qual estão inseridas as quatro espécies tratadas nesse trabalho: *Bokermannohyla circumdata* (Cope, 1867); *Bokermannohyla hylax* (Heyer, 1985); *Bokermannohyla luctuosa* (Pombal & Haddad, 1993); e *Bokermannohyla gouveai* (Peixoto & Cruz, 1992). Essas espécies foram selecionadas por apresentarem algumas características comuns, como o grau de parentesco, tamanho do corpo, semelhanças nos tipos e padrões de vocalizações e coexistência em mesmos ambientes. Dessa forma, constituem bons modelos para estudos bioacústicos comparativos.

O gênero *Bokermannohyla* apresenta distribuição na Porção Centro-Sul do Brasil, sendo encontrado nas Regiões Centro-oeste, Sudeste e Sul. As espécies do grupo *Bokermannohyla circumdata* vivem em áreas serranas cobertas por Mata Atlântica cortada por riachos e córregos de montanha nos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo e Santa Catarina, ocorrendo em altitudes entre 350m a 2200m acima do nível do mar (Carvalho *et al.*, 2012; Frost, 2019).

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivos gerais

Os objetivos deste estudo foram analisar e descrever o canto de anúncio de quatro espécies de pererecas pertencentes ao grupo de espécies *Bokermannohyla circumdata* na Mata Atlântica.

### 2.2. Objetivos específicos

- Analisar e descrever o canto de anúncio de *Bokermannohyla circumdata*; *Bokermannohyla gouveai*; *Bokermannohyla hylax* e *Bokermannohyla luctuosa*.

- Comparar a estrutura espectral e temporal do cantos de anúncio das quatro espécies *Bokermannohyla circumdata*; *Bokermannohyla gouveai*; *Bokermannohyla hylax* e *Bokermannohyla luctuosa*.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Espécies alvo do estudo

*Bokermannohyla circumdata* (Cope, 1871): Tem sua localidade tipo designada como Rio de Janeiro, Brasil, e apresenta distribuição, segundo Frost (2019), desde o estado da Bahia passando por todos os estados da região Sudeste e se estendendo até Santa Catarina, no sul do Brasil.

*Bokermannohyla gouveai* (Peixoto & Cruz, 1992): Sua localidade tipo é designada Brejo da Lapa, Itatiaia, Rio de Janeiro, Brasil, e atualmente apresenta distribuição geográfica restrita a sua localidade tipo (Frost, 2019). As vocalizações de *B. gouveai* ainda são desconhecidas na literatura, necessitando a descrição para um melhor entendimento e contribuição para a taxonomia desta espécie.

*Bokermannohyla hylax* (Heyer, 1985): Foi descrita para a localidade de Boracéia, Salesópolis, estado de São Paulo, Brasil. Tem sua distribuição na Mata Atlântica entre os Estados de São Paulo e Paraná e na Serra da Jibóia, sudeste do Estado da Bahia (Frost, 2019).

*Bokermannohyla luctuosa* (Pombal & Haddad, 1993): Na descrição original, tem sua localidade tipo designada Serra do Japí, município de Jundiá, estado de São Paulo, Brasil. Atualmente apresenta distribuição conhecida para Serra do Japí (Jundiá), Atibaia e Botucatu, estado de São Paulo (Frost, 2019).

#### 3.2. Metodologia

O estudo utilizou gravações de vocalizações de *Bokermannohyla circumdata*, *B. gouveai*, *B. hylax* e *B. luctuosa* já obtidas e depositadas na Coleção Acústica Itamar Alves Martins (Laboratório de Zoologia – UNITAU). A efetuação do trabalho consistiu em editar, digitalizar e analisar as gravações que estão depositadas na Coleção Acústica. Foram amostradas vocalizações de exemplares oriundos das seguintes localidades distribuídas na Serra da Mantiqueira: município de Campos do Jordão no Estado de São Paulo para *B. circumdata*; Parque Nacional do Itatiaia, município de Itamonte, para *B. gouveai* e *B. hylax*; e Monte Verde, distrito de Camanducaia, no Estado de Minas Gerais, para *B. luctuosa*.

As vocalizações foram registradas em condições naturais de campo, utilizando-se gravador analógico Marantz PMD222 e digital Tascam DR-100 com taxa de amostragem 44.100 Hz, 16 bit de resolução, conectados a microfone Seinnheiser K6/ME66.

Posteriormente, as vocalizações foram analisadas em microcomputadores utilizando os softwares Raven (versão 1.4) e CoolEdit 2000 para a caracterização acústica. Foram analisados parâmetros espectrais: faixa de frequência (frequência mínima e máxima) e frequência dominante (região do canto onde está concentrada a maior energia); e temporais do canto, como: duração da nota, número de pulsos, duração dos pulsos e taxa de repetição de nota. As análises e interpretações bioacústicas foram efetuadas de acordo com Martins & Jim (2003) e Köhler *et al.* (2017). Para *Bokermannohyla hylax*, *B. luctuosa* e *B. gouveai*, canto e nota são tratados como sinônimos.

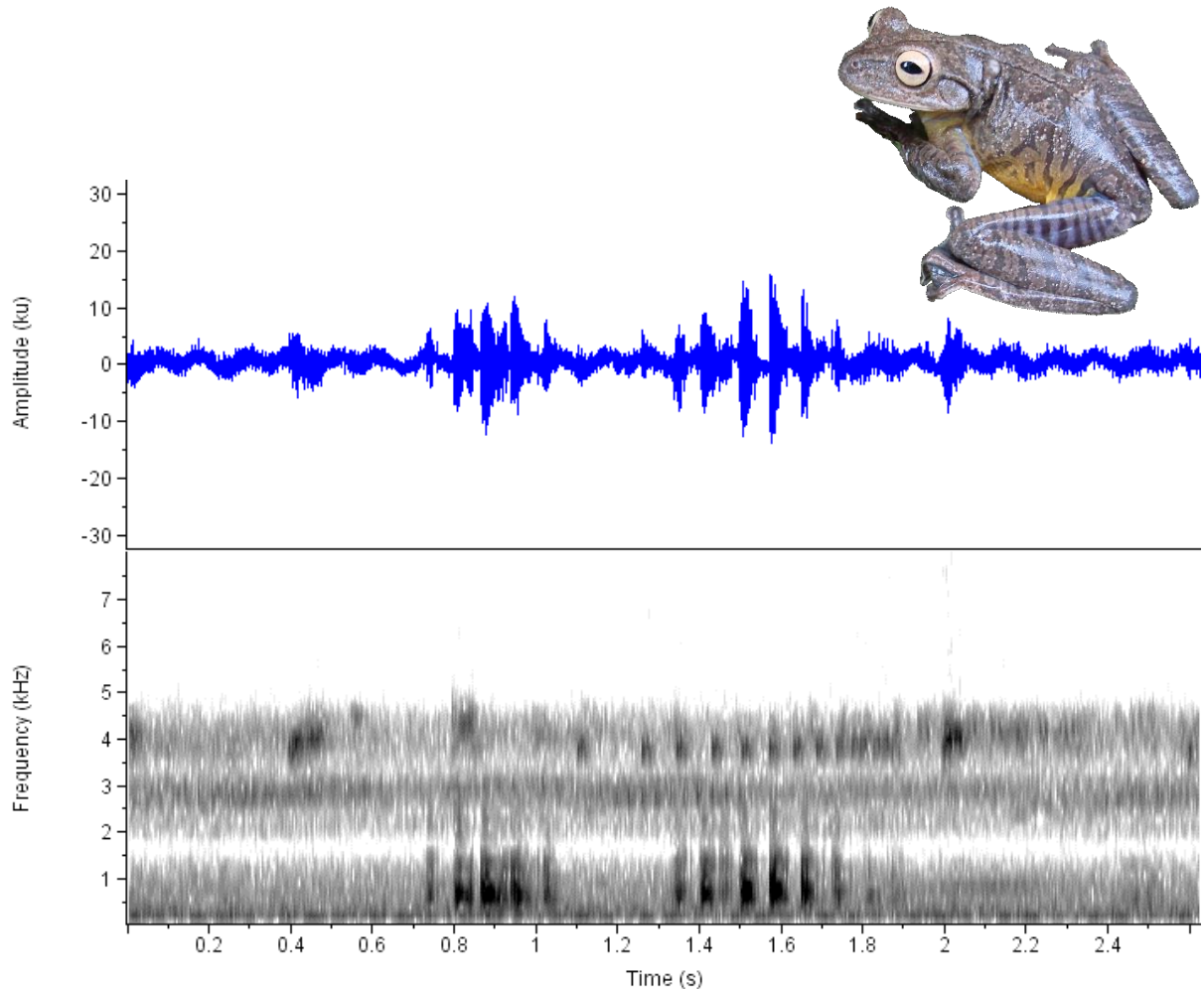
Os parâmetros frequência dominante, frequência mínima, frequência máxima, duração das notas, número de pulsos por nota e duração dos pulsos foram comparados entre as quatro espécies estudadas utilizando o programa BioEstat 5.3, sendo representados na forma de gráficos Box-Plot. Os resultados são apresentados indicando os valores mínimos e máximos para cada parâmetro analisado, seguidos de média  $\pm$ DP (Desvio Padrão) entre parênteses.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. *Bokermannohyla circumdata* (Cope, 1871)

Foram observados quatro tipos de emissões diferentes do canto de anúncio de *B. circumdata*: canto constituído por uma nota (N=7 cantos), por duas notas (N=14 cantos), três notas (N=9 cantos) e apenas um canto registrado constituído por quatro notas, totalizando 65 notas analisadas. Os cantos são emitidos sem um padrão de sequência aparente e estes tipos de emissões podem ser realizados intercalados entre si ou em séries de um mesmo tipo de emissão. As notas apresentam uma estrutura pulsada e modulada e a taxa de repetição de nota (N=9 trechos de gravação) é compreendida entre 6 e 36 notas por minuto (média=21  $\pm$ 8 notas/min).

As notas dos cantos de *B. circumdata* (Figura 1) possuem faixa de frequência de 309 a 2687 Hz, com frequência mínima situada entre 309 e 500 Hz (média=410  $\pm$ 68 Hz), frequência máxima entre 1450 e 2687 Hz (média=2095  $\pm$ 325 Hz), frequência dominante entre 585 e 887 Hz (média=701  $\pm$ 65 Hz). A duração das notas varia de 72 a 700 ms (média=330  $\pm$ 140 ms), o número de pulsos de 2 a 13 (média=7  $\pm$ 3) e a duração dos pulsos (N=83 pulsos) vai de 20 a 63 ms (média=41  $\pm$ 9 ms).



**Figura 1.** Indivíduo de *Bokermannohyla circumdata* seguido de oscilograma (acima) e espectrograma (abaixo) de sua vocalização gravada em Campos do Jordão, São Paulo, com temperatura do ar a 13°C(CAIAM\_Bokermannohyla circumdata1c 23-12-05 13g.wav).

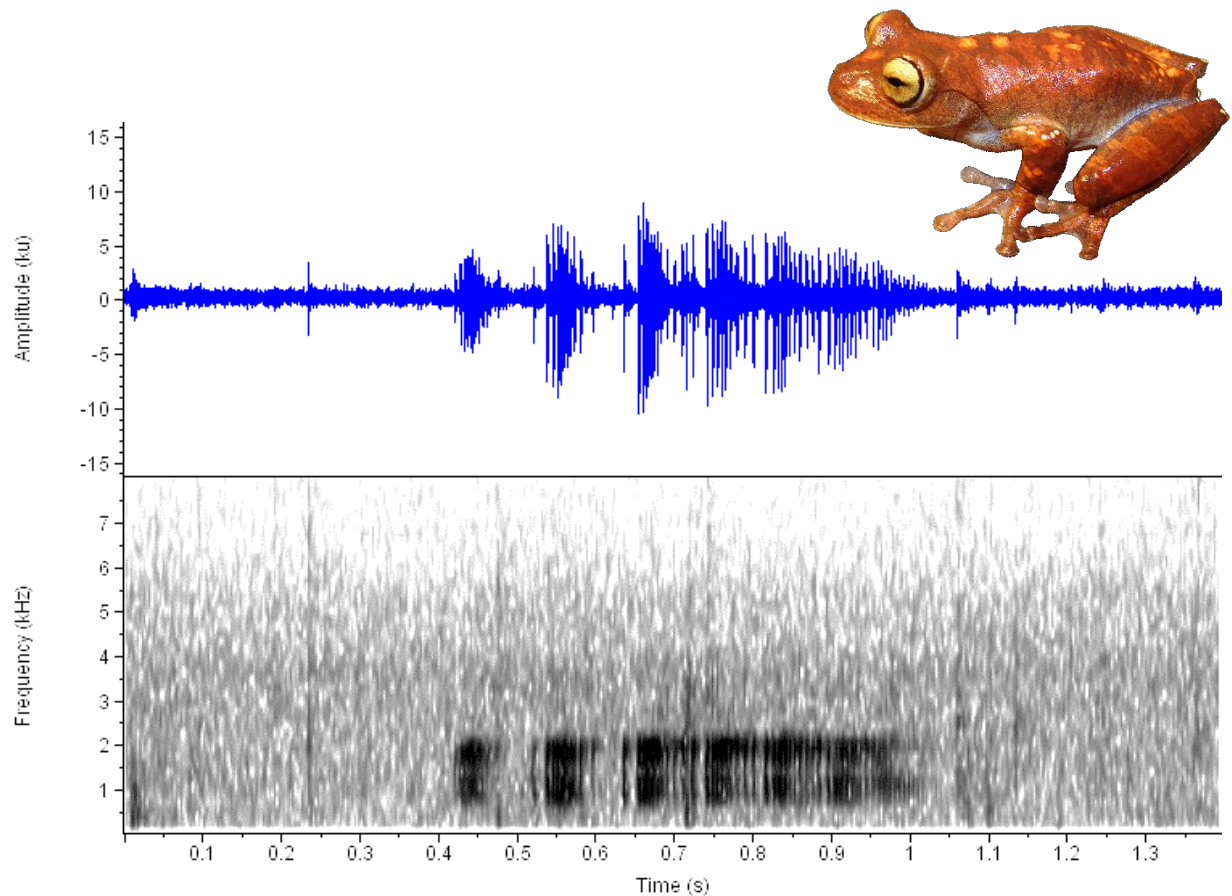
#### **4.2. *Bokermannohyla hylax* (Heyer, 1985)**

O canto de anúncio de *B. hylax* (Figura 2) (N=21 notas) é composto por uma única nota com estrutura pulsada e modulada e a taxa de repetição de nota (N=5 trechos de gravação) é de 9 a 39 notas por minuto (média=25 ±13 notas/min). Os primeiros pulsos são mais espaçados entre si, enquanto os pulsos finais são justapostos.

A duração das notas varia de 155 a 586 ms (média=337 ±138 ms), o número de pulsos (N=4 notas) vai de 7 a 9 (média=8 ±1) e a duração dos pulsos (N=30 pulsos) de 34 a 79 ms (média=55 ±11 ms). A faixa de frequência está situada entre 620 e 2283 Hz, sendo que frequência mínima varia entre 620 e 692 Hz (média=673 ±23 Hz),



frequência máxima entre 1950 e 2283 Hz (média=2218  $\pm$ 76 Hz) e frequência dominante entre 1617 e 1911 Hz (média=1741  $\pm$ 82 Hz).



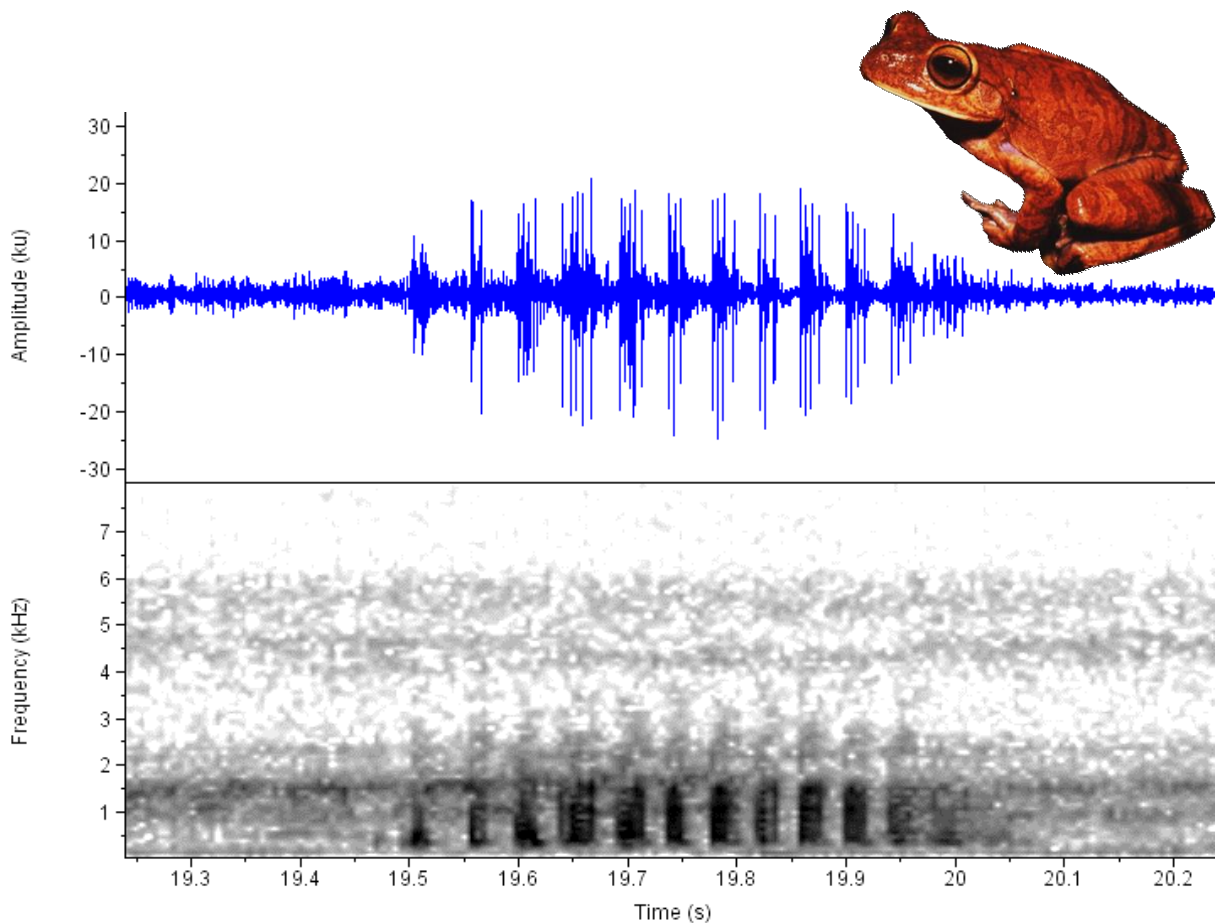
**Figura 2.** Indivíduo de *Bokermannohyla hylax* seguido de oscilograma (acima) e espectrograma (abaixo) de sua vocalização (CAIAM\_B. hylax Fabio Mafei Video MVI\_1335.wav).

#### 4.3. *Bokermannohyla luctuosa* (Pombal & Haddad, 1993)

O canto de *B. luctuosa* (Figura 3) (N=38 notas) é composto por uma única nota a qual possui estrutura pulsada e modulada. A taxa de repetição é de 24 notas por minuto em todos os casos (N=3 trechos de gravação), podendo ocorrer emissões isoladas ou em grupos formando séries de dois ou três cantos.

As notas apresentam faixa de frequência entre 214 e 1379 Hz, com frequência mínima compreendida no intervalo entre 214 e 333 Hz (média=232  $\pm$ 22 Hz), frequência máxima entre 666 e 1379 Hz (média=1157  $\pm$ 188 Hz) e frequência dominante entre 312 e 666 Hz (média=434  $\pm$ 80 Hz). A duração das notas varia de 19 a 815 ms (média=576  $\pm$ 165 ms), número de pulsos por nota varia entre 2 e 20

(média=13 ±4) e a duração dos pulsos (N=62 pulsos) vai de 21 a 41 ms (média=28 ±4 ms).



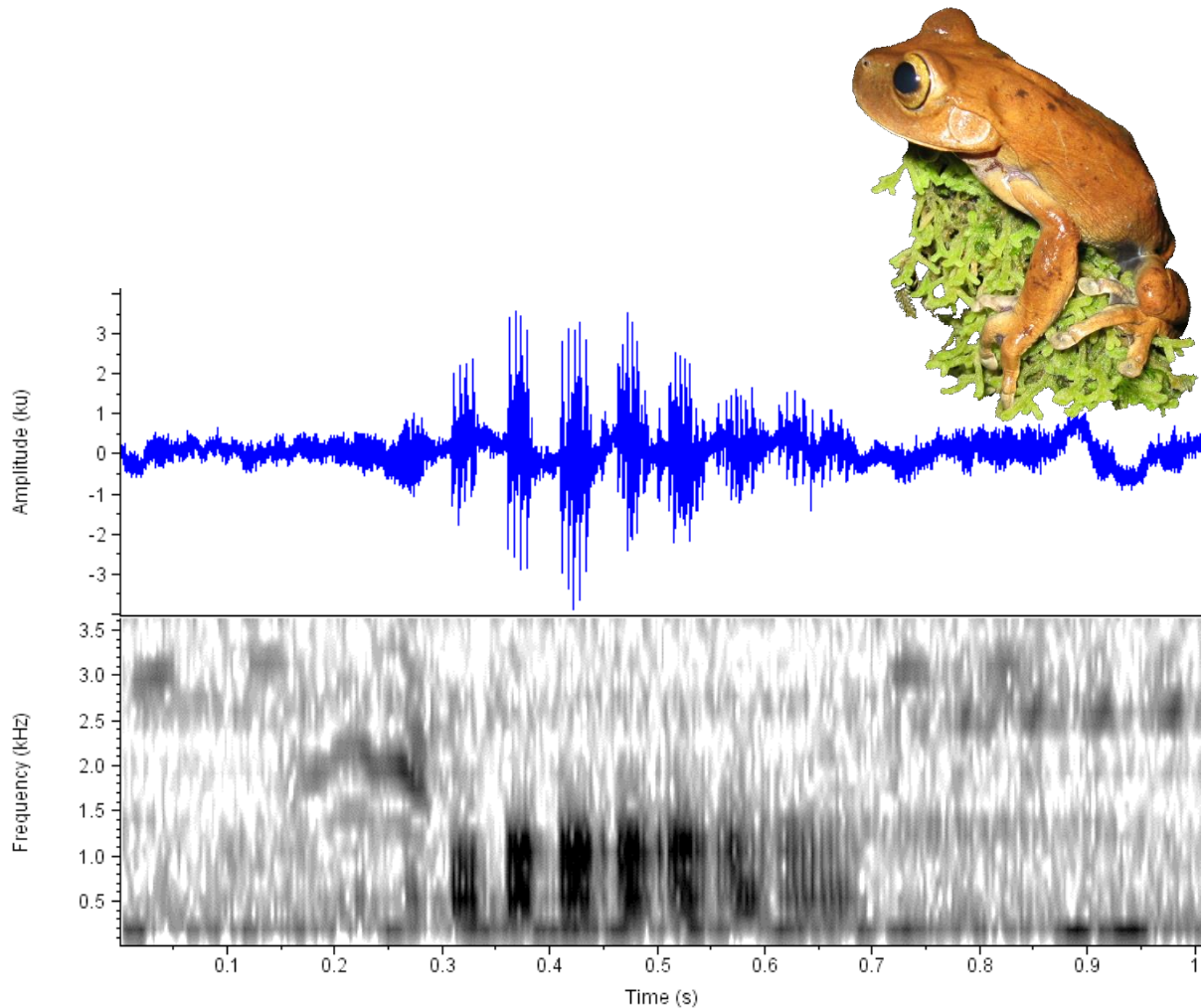
**Figura 3.** Indivíduo de *Bokermannohyla luctuosa* seguido de oscilograma (acima) e espectrograma (abaixo) de sua vocalização gravada em Monte Verde, Minas Gerais com temperatura do ar a 14°C (CAIAM\_B. luctuosa a mont verd.wav).

#### 4.4. *Bokermannohyla gouveai* (Peixoto & Cruz, 1992)

Foi observado que o canto de anúncio de *B. gouveai* (Figura 4) (N=191 notas) é formado por uma única nota com estrutura pulsada e apresentando uma modulação ascendente entre primeiro e terceiro pulsos. A taxa de repetição de nota (N=9 trechos de gravação) varia de 30 a 54 notas por minuto (média=43 ±9 notas/min), podendo ocorrer emissões isoladas ou em grupos formando séries de dois ou três cantos.

A duração das notas varia de 97 a 748 ms (média=435 ±98 ms), com o número de pulsos por nota variando entre 1 e 14 (média=9 ±2), podendo estes serem emitidos justapostos ocasionalmente. A duração dos pulsos (N=192 pulsos) variou de 21 a 109

ms (média=43 ±14 ms). A faixa de frequência do canto está situada entre 251 e 1682 Hz, com frequência mínima variando entre 251 e 404 Hz (média=322 ±41 Hz) e frequência máxima compreendida entre 1260 e 1682 Hz (média= 1450 ±63 Hz), e a frequência dominante se encontra, preferencialmente (86,4%), no intervalo de 348 a 702 Hz (média=492 ±66 Hz), mas também foi registrada, em 13,6% dos casos, dentro do intervalo de 1002 a 1289 Hz (média=1156 ±95 Hz).



**Figura 4.** Indivíduo de *Bokermannohyla gouveai* seguido de oscilograma (acima) e espectrograma (abaixo) de sua vocalização gravada no Brejo da Lapa, Parque Nacional do Itatiaia, município de Itamonte, Minas Gerais, com temperatura do ar a 13°C (CAIAM\_B.gouveai b brejo da lapa-itatiaia 04-01-06 13g.wav).

A tabela a seguir (Tabela 1) apresenta os resultados completos das vocalizações das quatro espécies analisadas.

**Tabela 1.** Comparação entre os parâmetros das notas dos cantos de anúncio de *Bokermannohyla circumdata*, *B. hylax*, *B. luctuosa* e *B. gouveai*. Média  $\pm$ DP (Amplitude). N=número de cantos analisados.

Variáveis	<i>Bokermannohyla circumdata</i> N=65	<i>Bokermannohyla hylax</i> N=21	<i>Bokermannohyla luctuosa</i> N=38	<i>Bokermannohyla gouveai</i> N=191
Frequência mínima (Hz)	410 $\pm$ 68 (309–500)	673 $\pm$ 23 (620–692)	232 $\pm$ 22 (214–333)	322 $\pm$ 41 (251–404)
Frequência máxima (Hz)	2095 $\pm$ 325 (1450–2687)	2218 $\pm$ 76 (1950–2283)	1157 $\pm$ 188 (666–1379)	1450 $\pm$ 63 (1260–1682)
Frequência dominante (Hz)	701 $\pm$ 65 (585–887)	1741 $\pm$ 82 (1617–1911)	434 $\pm$ 80 (312–666)	583 $\pm$ 240 (348–1289)
Duração das notas (ms)	330 $\pm$ 140 (72–700)	337 $\pm$ 138 (155–586)	576 $\pm$ 165 (19–815)	435 $\pm$ 98 (97–748)
Número de pulsos por nota	7 $\pm$ 3 (2–13)	8 $\pm$ 1 (7–9)	13 $\pm$ 4 (2–20)	9 $\pm$ 2 (1–14)
Duração dos pulsos (ms)	41 $\pm$ 9 (20–63)	55 $\pm$ 11 (34–79)	28 $\pm$ 4 (21–41)	43 $\pm$ 14 (21–109)
Taxa de repetição de nota (notas/min)	21 $\pm$ 8 (6–36)	25 $\pm$ 13 (9–39)	24	43 $\pm$ 9 (30–54)

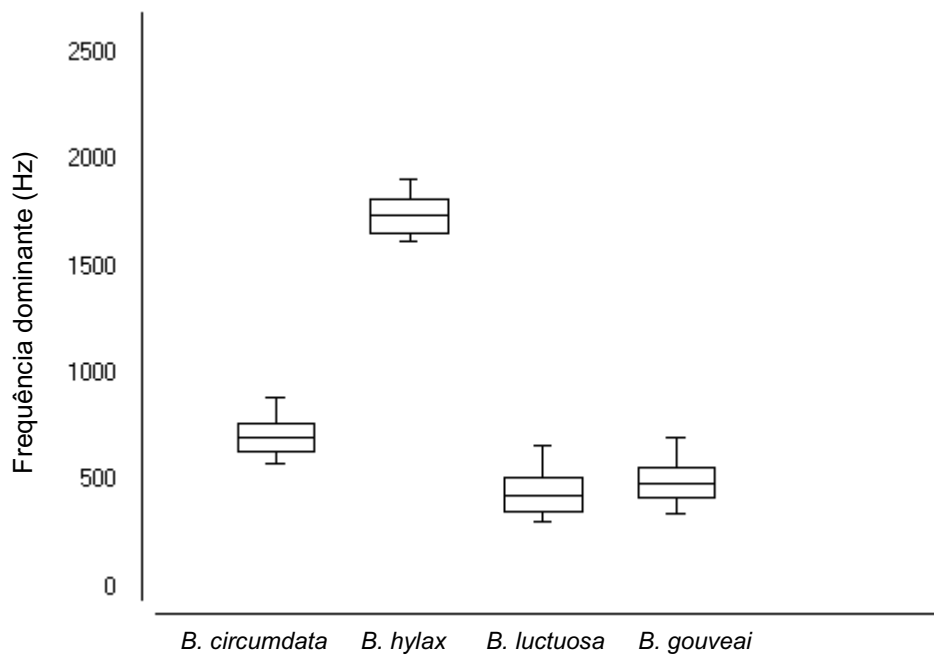
#### 4.5. Comparações

*Bokermannohyla hylax* possui frequência dominante (Figura 5) e frequência mínima (Figura 6) mais altas dentre as quatro espécies. *Bokermannohyla circumdata* possui valores de frequência dominante e frequência mínima mais altos quando comparada com *B. gouveai* e *B. luctuosa*. Há sobreposição de valores de frequência mínima e frequência dominante entre *B. circumdata* e *B. gouveai*. Entre *B. circumdata* e *B. luctuosa*, há leve sobreposição de valores de frequência dominante. A frequência mínima de *B. luctuosa* é a mais baixa dentre as quatro espécies.

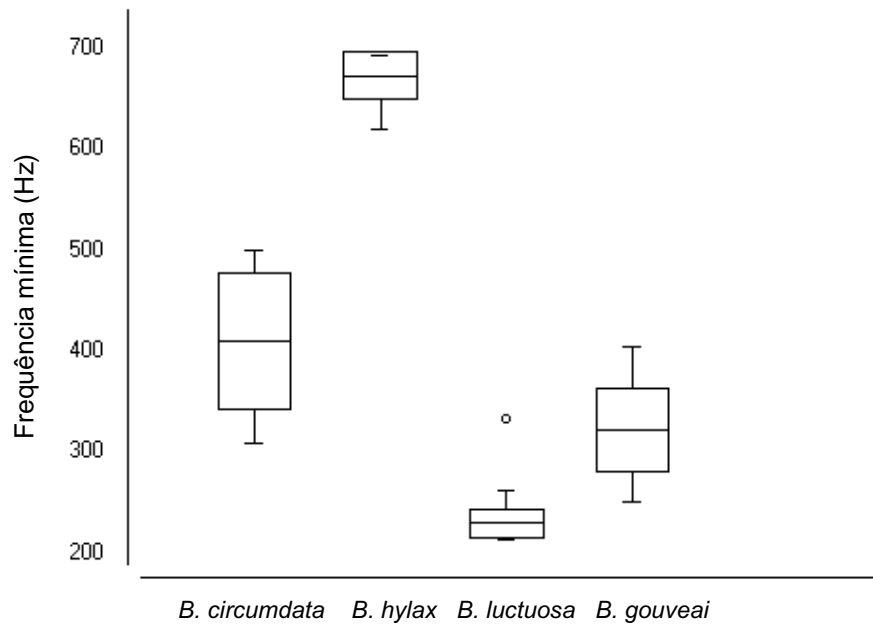
Quando comparadas as frequências máximas (Figura 7), *B. circumdata* apresenta sobreposição completa de valores com *B. hylax* e parcial com *B. gouveai*, enquanto *B. luctuosa* possui frequência máxima mais baixa. Não há sobreposição de valores entre as frequências máximas de *B. hylax* e *B. luctuosa* nem entre as

frequências máximas de *B. hylax* e *B. gouveai*, com *B. hylax* apresentando frequência máxima mais alta que ambas.

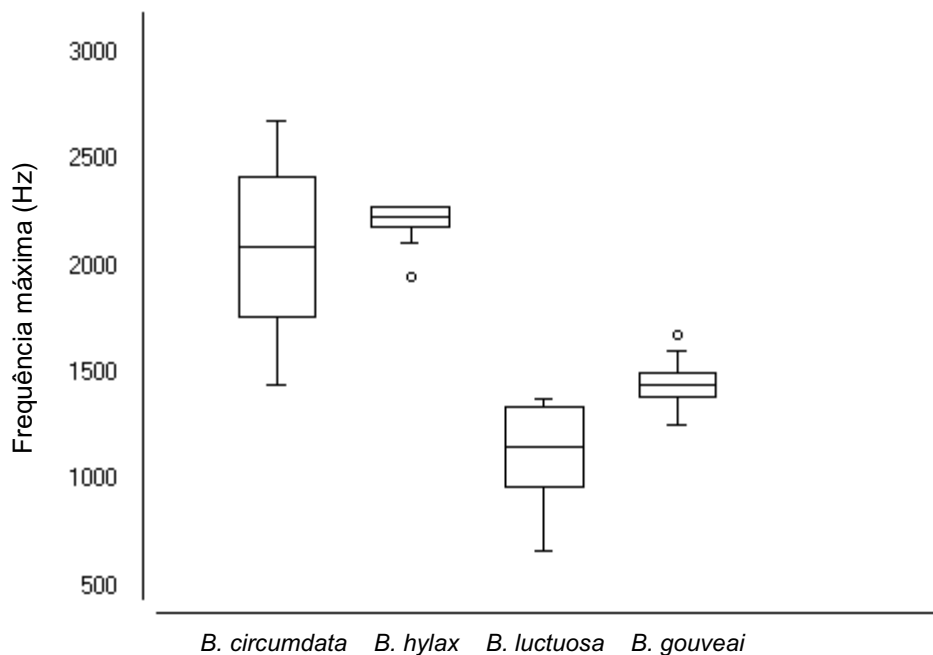
Os parâmetros duração dos cantos (Figura 8), número de pulsos por nota (Figura 9) e duração dos pulsos (Figura 10) apresentam sobreposição entre as quatro espécies, com *B. luctuosa* possuindo cantos com maior duração, maior número de pulsos e menor duração dos pulsos.



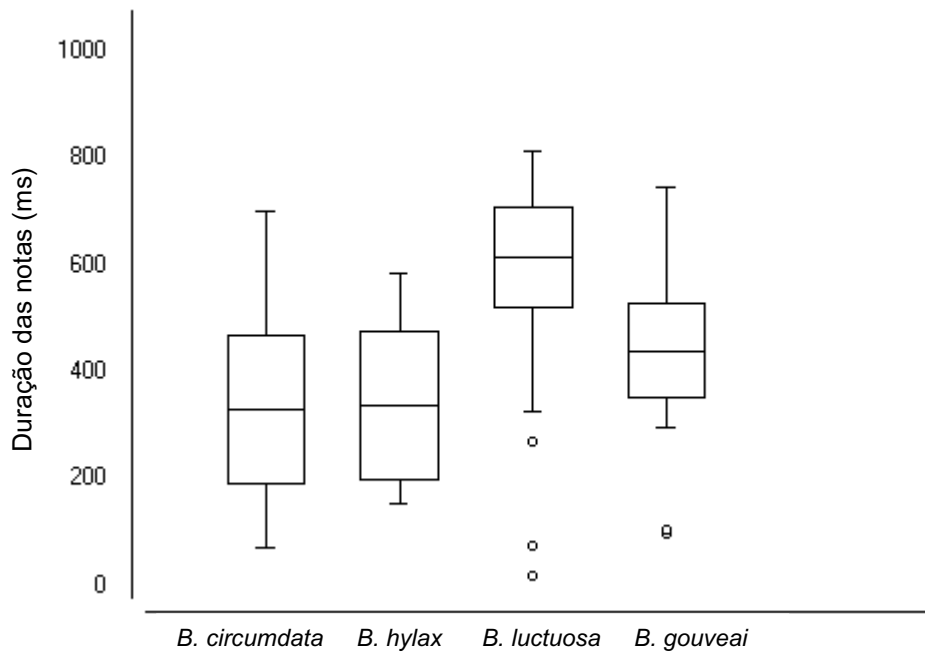
**Figura 5.** Comparação entre as frequências dominantes das notas de *Bokermannohyla circumdata*, *B. hylax*, *B. luctuosa* e *B. gouveai*. A linha central representa a média, as barras representam o desvio padrão e as linhas horizontais representam máximo e mínimo.



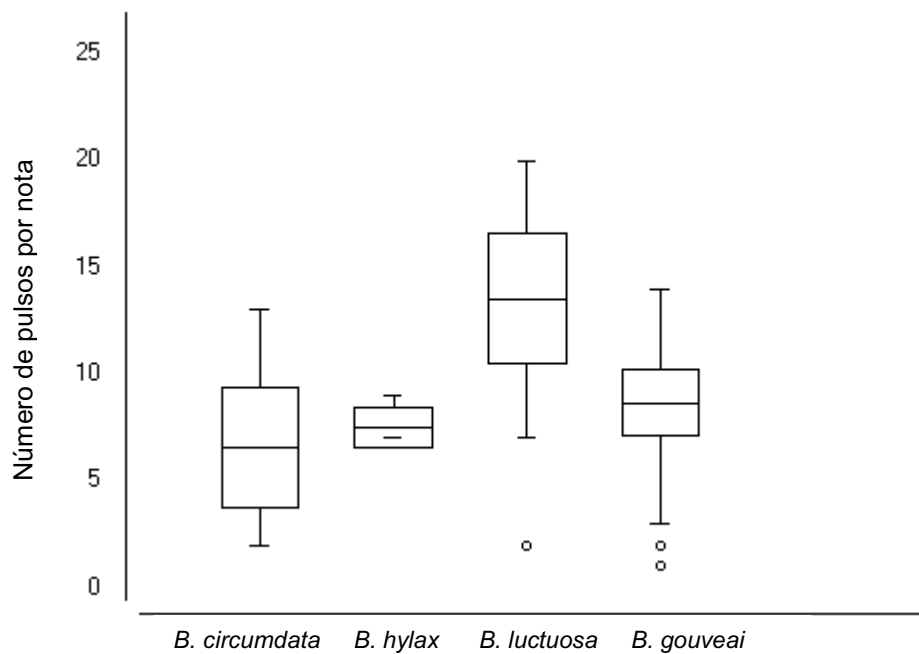
**Figura 6.** Comparação entre as frequências mínimas das notas de *Bokermannohyla circumdata*, *B. hylax*, *B. luctuosa* e *B. gouveai*. A linha central representa a média, as barras representam o desvio padrão, as linhas horizontais representam máximo e mínimo e os pontos representam os outliers.



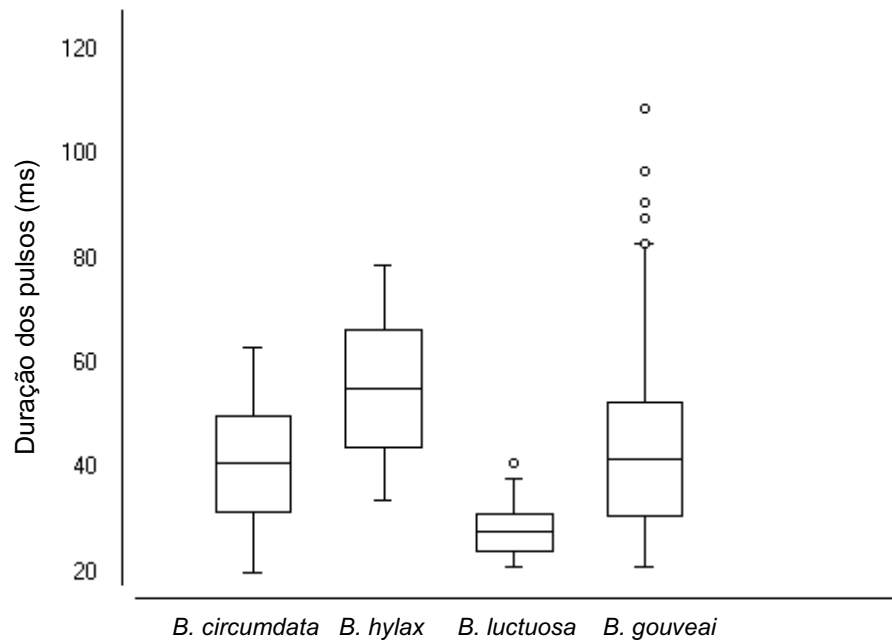
**Figura 7.** Comparação entre as frequências máximas das notas de *Bokermannohyla circumdata*, *B. hylax*, *B. luctuosa* e *B. gouveai*. A linha central representa a média, as barras representam o desvio padrão, as linhas horizontais representam máximo e mínimo e os pontos representam os outliers.



**Figura 8.** Comparação entre as durações das notas de *Bokermannohyla circumdata*, *B. hylax*, *B. luctuosa* e *B. gouveai*. A linha central representa a média, as barras representam o desvio padrão, as linhas horizontais representam máximo e mínimo e os pontos representam os outliers.



**Figura 9.** Comparação entre os números de pulsos por nota de *Bokermannohyla circumdata*, *B. hylax*, *B. luctuosa* e *B. gouveai*. A linha central representa a média, as barras representam o desvio padrão, as linhas horizontais representam máximo e mínimo e os pontos representam os outliers.



**Figura 10.** Comparação entre as durações dos pulsos das notas de *Bokermannohyla circumdata*, *B. hylax*, *B. luctuosa* e *B. gouveai*. A linha central representa a média, as barras representam o desvio padrão, as linhas horizontais representam máximo e mínimo e os pontos representam os outliers.



## 5. DISCUSSÃO

### 5.1 *Bokermannohyla circumdata*

A análise das vocalizações dos indivíduos de *B. circumdata* da localidade de Teresópolis, Rio de Janeiro, com temperatura do ar a 17°C, apresentadas em Napoli (2000) difere das vocalizações do presente estudo devido às primeiras notas apresentarem maiores durações (510 a 920 ms); a frequência dominante possuir uma maior amplitude (400 a 1800 Hz); e a segunda nota apresentar faixa de frequência (800 a 2900 Hz) e frequência dominante (800 a 2100 Hz) maiores. Napoli (2000) documenta apenas vocalizações constituídas por duas notas, o qual é o tipo de emissão com maior incidência de casos no presente trabalho, mas não o único.

As notas dos cantos de anúncio dos espécimes de *B. circumdata* analisadas por Carvalho *et al.* (2012), gravadas no município de Chiador, Minas Gerais, diferem das aqui analisadas devido à frequência dominante apresentar maior amplitude (330 a 890 Hz) e a duração das notas apresentar menor amplitude (70 a 544 ms). Carvalho *et al.* (2012) relatam que as notas do canto de *B. circumdata* apresentam estruturas harmônicas de 4 a 5 harmônicos em notas emitidas isoladas e 5 a 6 harmônicos nas notas emitidas em sequência em um mesmo canto. As espécies do gênero *Bokermannohyla* com cantos descritos no presente estudo não apresentaram estruturas harmônicas. Provavelmente, a estrutura harmônica descrita por Carvalho *et al.* (2012) se trata de “*side bands*”, efeitos de filtros de equipamento que geram falsos harmônicos. Carvalho *et al.* (2012) documentam apenas emissões constituídas por uma ou duas notas, não relatando cantos compostos por 3 ou quatro notas, como os observados no presente estudo.

### 5.2 *Bokermannohyla hylax*

Heyer (1985) e Heyer *et al.* (1990), utilizando vocalizações gravadas em Boracéia, São Paulo, descreveram o canto de anúncio de *B. hylax* contendo pulsos agrupados formando de 5 a 10 notas, enquanto os cantos analisados para o atual trabalho apresentaram apenas uma nota. Heyer (1985) e Heyer *et al.* (1990) devem ter considerado pulsos como notas, fato este que gera essa diferença de análises da estrutura do canto e das notas, além de as durações de seus cantos serem maiores (500 a 1000 ms). A faixa de frequência referida por Heyer (1985) e Heyer *et al.* (1990)

apresenta uma frequência máxima semelhante às obtidas para as notas dos cantos registrados no presente estudo (2300 Hz), mas sua frequência mínima é mais baixa (400 Hz). Essa diferença entre as frequências mínimas pode ser explicada pela diferença entre os equipamentos de gravação utilizados em cada estudo. Heyer (1985) e Heyer *et al.* (1990) podem ter considerado ruídos de baixa frequência gerados pelo gravador como parte da nota.

Carvalho *et al.* (2012), baseando-se em gravações realizadas no distrito de Paranapiacaba, município de Santo André, São Paulo, apresentaram quatro tipos de canto para *B. hylax*, mas apenas um destes, chamado pelos autores de canto “C”, apresenta duração (383 a 572 ms) semelhante ao observado no presente estudo. A frequência dominante (1690 a 2250 Hz) possui um mínimo próximo ao observado neste estudo, mas seu máximo é maior. Carvalho *et al.* (2012) descreve o canto “C” sendo constituído por pulsos agrupados formando três notas, mas acredita-se que essa interpretação se deva ao fato de os pulsos iniciais das notas serem mais espaçados entre si, formando grupos de pulsos e dando a falsa impressão de serem notas distintas.

### **5.3 *Bokermannohyla luctuosa***

Napoli (2000), em sua tese de doutorado, utilizou, para a caracterização do canto de anúncio de *B. luctuosa* a mesma gravação contendo um canto com três notas apresentada no trabalho de Pombal & Haddad (1993) para a descrição da espécie, a qual foi gravada em laboratório, emitido por um espécime coletado na Serra do Japi, município de Jundiaí, São Paulo. Porém com uma análise mais detalhada, uma vez que Pombal & Haddad (1993) não analisaram as notas separadamente. Pombal & Haddad (1993) descreveram o canto contendo harmônicos, entretanto, Napoli (2000) afirma não haver estruturas harmônicas nas vocalizações de *B. luctuosa*. O presente estudo corrobora a informação apresentada por Napoli (2000), não observando estruturas harmônicas no canto de anúncio. As demais informações espectrais e temporais do canto de anúncio de *B. luctuosa* obtidas nesse estudo são compatíveis com as registradas por Pombal & Haddad (1993) e Napoli (2000).

Pombal & Haddad (1993) e Napoli (2000) caracterizam o canto de *B. luctuosa* sendo constituído por três notas. No presente estudo verificamos que se trata da emissão de cantos com séries de notas. Analisando as informações bioacústicas

apresentadas por Pombal & Haddad (1993) e Napoli (2000), verifica-se que as frequências máximas das três notas são maiores (2700 Hz na primeira nota, 4000 Hz na segunda nota e 2700 Hz na terceira nota); as frequências mínimas da segunda e terceira notas também são maiores (400 e 900 Hz, respectivamente); a frequência dominante da terceira nota possui um intervalo de frequências (1200 a 1700 Hz) diferente do presente estudo. A frequência mínima da primeira nota (300 Hz) é semelhante à obtida nos cantos aqui analisados; os intervalos de frequências referentes às frequências dominantes da primeira e segunda notas (400 a 1800 Hz e 300 a 1900 Hz, respectivamente) condizem com o obtido neste trabalho. As durações das três notas fornecidas por Pombal & Haddad (1993) e Napoli (2000), 130 ms; 300 ms e 120 ms, respectivamente, estão contidas no intervalo de valores encontrado no presente estudo.

Carvalho *et al.*(2012), utilizando gravações realizadas no Parque Estadual de Itapetininga, município de Atibaia, São Paulo, descrevem dois tipos diferentes de nota para *B. luctuosa*, notas tipo “A” e “B”. A nota tipo “A” apresenta duração (23 a 93 ms) e frequência dominante (490 a 650 Hz) condizentes com os valores obtidos no presente trabalho, enquanto que a nota tipo “B” apresenta apenas duração (371 a 526 ms) e um único valor de frequência dominante (470 Hz) em comum com as notas aqui amostradas, possuindo outros valores mais altos para a frequência dominante (820 a 2020 Hz).

#### **5.4 *Bokermannohyla gouveai***

Comparando com as demais espécies do grupo *Bokermannohyla circumdata* com vocalizações já descritas, *B. gouveai* apresenta cantos de anúncio com faixa de frequência mais baixa em relação aos cantos de anúncio de *B. capra* e *B. lucianae* (730 a 2920 Hz e 1250 a 2780 Hz, respectivamente). A frequência máxima é mais baixa em relação aos cantos de anúncio de *B. circumdata*, *B. hylax* e *B. diamantina* (1450 a 2687 Hz; 1950 a 2283 Hz; e 2080 a 2750 Hz, respectivamente) e mais alta em relação a *B. luctuosa* (666 a 1379 Hz). A frequência mínima é mais baixa em relação ao canto de anúncio de *B. hylax* (620 a 692 Hz). O canto de anúncio de *B. gouveai* apresenta também frequência dominante mais baixa em relação a todas as notas de *B. carvalhoi*, *B. ibitiguara*, *B. sazimai*, *B. hylax* (1500 a 2060 Hz; 1500 a 2200 Hz; 2240 a 2580 Hz; e 1617 a 1911 Hz, respectivamente) e *B. vulcaniae* (média= 1140

$\pm 214$  Hz quando notas isoladas; média=840  $\pm 76$  Hz e média=1260  $\pm 142$  Hz respectivamente quando duas notas emitidas juntas), além de em relação também às notas que não a primeira dos cantos de *B. ibitipoca* compostos por mais de uma nota (1700 a 1900 Hz) e ao primeiro valor para *B. capra* (2490 Hz). Em relação à frequência dominante das notas de *B. napolii*, tal frequência é apresentada em quatro intervalos de frequência, com apenas os primeiros dois intervalos de cada tipo de nota se aproximando da frequência dominante das notas de *B. gouveai*, sendo os terceiros compreendendo frequências mais altas (390 a 560 Hz; 730 a 900 Hz; 1340 a 1510 Hz e 1680 a 1850 Hz na nota A e 470 a 650 Hz; 820 a 1340 Hz; 1420 a 1680 Hz e 2020 a 2110 Hz na nota B).

A duração das notas de *B. gouveai* é maior em relação às notas de *B. carvalhoi*, *B. ibitipoca* e *B. nanuzae* (64 a 147 ms; 40 a 200 e 170 a 200, respectivamente) e também em relação à nota de tipo B de *B. ibitiguara* (37 a 104 ms). Apenas as notas A de *B. ibitiguara* e *B. sazimai* apresentaram duração (435 a 1208 ms e 476 a 892 ms, respectivamente) maior que as notas de *B. gouveai*. O número de pulsos por nota dos cantos de *B. gouveai* é menor em relação aos cantos de *B. capra*, *B. diamantina*, *B. ibitiguara*, *B. lucianae* e *B. sazimai* (30 a 110; 21 a 110; 39 a 92; 15 a 23 em notas isoladas e 33 a 44 na primeira nota dos conjuntos; e 13 a 36, respectivamente).

Portanto, *B. gouveai* se diferencia de *B. capra*, *B. diamantina* e *B. lucianae* pelos parâmetros faixa de frequência e número de pulsos; de *B. hylax* pelos parâmetros faixa de frequência e frequência dominante; de *B. circumdata* pelo parâmetro frequência máxima; de *B. ibitiguara* e *B. sazimai* pelos parâmetros frequência dominante, duração das notas e número de pulsos; de *B. carvalhoi* e *B. ibitipoca* pelos parâmetros frequência dominante e duração das notas; de *B. nanuzae* pela duração das notas; e de *B. vulcaniae* pela frequência dominante.

Para mais detalhes, ver as tabelas contendo os parâmetros temporais (Anexo 1) e espectrais (Anexo 2) dos cantos já descritos para as espécies do gênero *Bokermannohyla*.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há pouca variação na estrutura sonora do canto de anúncio em diferentes populações de *Bokermannohyla circumdata*, *Bokermannohyla hylax*, *Bokermannohyla luctuosa* e *Bokermannohyla gouveai*, apresentando bastantes semelhanças entre os parâmetros espectrais e algumas diferenças verificadas nos parâmetros temporais, principalmente em relação à duração da nota. Em relação a *Bokermannohyla gouveai*, sua vocalização é descrita pela primeira vez no presente trabalho.

Os parâmetros espectrais se mostraram melhores caracteres para comparação a fim de diferenciação entre *Bokermannohyla circumdata*, *Bokermannohyla hylax*, *Bokermannohyla luctuosa* e *Bokermannohyla gouveai*.

O canto de anúncio apresenta grande conservação de caracteres nos parâmetros temporais do canto, com sobreposição entre as quatro espécies aqui estudadas.

## REFERÊNCIAS

- Carvalho, T.R. de, Giaretta A.A. & Magrini, L. A new species of the Bokermannohyla circumdata group (Anura: Hylidae) from southeastern Brazil, with bioacoustic data on seven species of the genus. *Zootaxa*, 3321: 37–55. 2012.
- Bickford, D., Lohman, D.J., Sodhi, N.S., Ng, P.K.L., Meier, R., Winker, K., Ingram, K.K. & Das, I. Cryptic species as a window on diversity and conservation. *TRENDS in Ecology and Evolution*, 22 (3): 148–155. 2006.
- De La Riva, I., Márquez, R. & Bosch, J. The advertisement calls of three South American poison frogs (Amphibia: Anura: Dendrobatidae), with comments on their taxonomy and distribution. *Journal of Natural History*, 30: 1413–1420. 1996.
- Duellman, W.E. & Trueb, L. Biology of Amphibians. New York: McGraw-Hill, 670p. 1986.
- Faivovich, J., Haddad, C.F.B., Garcia, P.C.A., Frost, D.R., Campbell, J.A. & Wheeler, W.C. Systematic review of the frog family, with special reference to Hylinae: Phylogenetic analysis and taxonomic revision. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, 294, 1–240. 2005.
- Frost, Darrel R. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 (Access December 08, 2019). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA. 2019.
- Gerhardt, H.C. Sound pattern recognition in some North American treefrogs (Anura: Hylidae): implications for mate choice. *Amer. Zool.*, 22: 581–595. 1982.
- Gerhardt, H.C. The evolution of vocalization in frogs and toads. *Ann. Rev. Syst.* 25: 293–324. 1994.
- Gerhardt, H.C. & Huber, F. Acoustic Communication in Insects and Anurans: common problems and diverse solutions. *The University of Chicago press*, Chicago, 531p. 2002.
- Goicohea, N., De La Riva, I. & Padial, J.M. Recovering phylogenetic signal from frog mating calls. *Zoologica Scripta*, 39: 141–154. 2009.

- Heyer, W. R. New Species of Frogs from Boracéia, São Paulo, Brazil. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 98 (3): 657–671. 1985.
- Heyer, W.R.; Rand, A.S.; Cruz, C.A.G.; Peixoto, O.L. & Nelson, C.E. Frogs of Boracéia. *Arquivos de Zoologia*, 31 (4): 231–410. 1990.
- 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): 001–124. 2017.
- Martins, I.A. & Jim, J. Bioacoustic analysis of advertisement call in *Hyla nana* and *Hyla sanborni* in Botucatu, São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 63 (3): 507–516. 2003.
- Martins, I.A. & Jim, J. 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. 2004.
- Márquez, R.; De La Riva, I. & Bosch, J. Advertisement call of Bolivian species of *Hyla* (Amphibia, Anura, Hylidae). *Biotropica*, 25 (4): 426–443. 1993.
- Napoli, M. F. Taxonomia, Variação Morfológica e Distribuição Geográfica das espécies do grupo de *Hyla circumdata* (Cope, 1870) (Amphibia, Anura, Hylidae). *Tese (Doutorado em Zoologia)* – Museu nacional, UFRJ, Rio de Janeiro. Xii + 208 p. 2000.
- Pombal Jr, J. P., Haddad, C.F.B. *Hyla luctuosa*, a New Treefrog from Southeastern Brazil (Amphibia, Hylidae). *Herpetológica*, 98 (3): 16–21. 1993.
- Ryan, M.J. Anuran Communication. *Smithsonian Institution Press*, Washington, London, 252 p. 2001.
- Segalla, M.V., Caramaschi, U., Cruz, C.A.G., Garcia, P.C.A., Grant, T., Haddad, C.F.B., Santana, D.J., Toledo, L.F. & Langone, J. Brazilian amphibians – List of species. *Herpetologia Brasileira*, 8 (1): 65–96. 2019.

- Toledo, L. F., Martins, I. A., Bruschi, D. P., Passos, M. A., Alexandre, C., & Haddad, C. F. The anuran calling repertoire in the light of social context. *Acta ethologica*, 18 (2): 87–99, 2015.
- Vielliard, J.M.E. A diversidade de sinais e sistemas de comunicação sonora na fauna brasileira. *I Seminário Musica Ciência Tecnologia: Acústica Musical*, 145–152. 1987.
- Wells, K.D. The social behaviour of anuran amphibians. *Animal Behaviour*, 25: 666–693. 1977.
- Wells, K.D. The ecology and behavior of amphibians. *The University of Chicago Press*, Chicago. 1148 p. 2007.



## ANEXOS

**Anexo 1.** Tabela comparativa dos parâmetros temporais das vocalizações descritas para o gênero *Bokermannohyla*.

<b>Espécies</b>	<b>Número de notas</b>	<b>Duração das notas</b>	<b>Número de pulsos</b>	<b>Duração dos pulsos</b>
<i>Bokermannohyla capra</i> *	1	0,24–0,85 s	30–110	—
<i>Bokermannohyla carvalhoi</i> *	1–3	0,064–0,147 s	7–22	—
<i>Bokermannohyla circumdata</i> *	1–2	primeira nota com 0,07–0,12 s e 0,235–0,544 s em canto simples	multipulsionadas	—
<i>Bokermannohyla diamantina</i> *	2–4 (usualmente 3)	0,14–0,4 s	21–110	—
<i>Bokermannohyla hylax</i> *	pulsos agrupados	—	100 pulsos/s	—
<i>Bokermannohyla ibitiguara</i> *	2	0,435–1,208 s e 0,037–0,104 s	39–92	—
<i>Bokermannohyla ibitipoca</i> *	1–4	0,13–0,20 s quando nota isolada; 0,09 s e 0,11 s quando duas notas; 0,04 s, 0,06 s e 0,11 s quando três notas e 0,05 s, 0,07 s, 0,06 s e 0,11 s quando quatro notas	multipulsionadas	—
<i>Bokermannohyla itapoty</i>	16–79	0,015–0,053 s	não pulsionado	—
<i>Bokermannohyla juiu</i> *	1	0,047–0,066 s	não pulsionado	—
<i>Bokermannohyla lucianae</i> *	até 11	primeira nota com 0,16–0,28 s quando isolada e 0,26–0,37 s quando em conjunto. Aumenta gradativamente ao longo do canto	15–23 quando nota emitida isolada e 33–44 quando emitida em conjunto. Demais notas com grupos crescentes de 2–11	—
<i>Bokermannohyla luctuosa</i> *	3	0,13 s; 0,3 s e 0,12 s	multipulsionadas	—

Espécies	Número de notas	Duração das notas	Número de pulsos	Duração dos pulsos
<i>Bokermannohyla martinsi</i>	2	0,049–0,129 s e 0,35–0,809 s	20–28 e 1827	—
<i>Bokermannohyla nanuzae</i> *	2–4	0,17–0,2 s	3–5	—
<i>Bokermannohyla napolii</i> *	2	0,053–0,156 s e 0,242–0,550 s	não pulsionado	—
<i>Bokermannohyla oxente</i> *	—	longas na primeira parte e mais curtas na segunda	não pulsionado	—
<i>Bokermannohyla pseudopseudis</i>	12–18	0,08–0,122 s	não pulsionado	—
<i>Bokermannohyla sapiranga</i> *	3–8	0,055–0,146 s	não pulsionado	—
<i>Bokermannohyla saxicola</i>	20–25	—	não pulsionado	—
<i>Bokermannohyla sazimai</i> *	2	0,476–0,892 s e 0,08–0,165 s	13–36 e multipulsionada com pulsos iniciais isolados	5–8 ms
<i>Bokermannohyla vulcaniae</i> *	2	0,5 s quando apenas nota A e canto de 0,8 s quando notas A e B	$\bar{X}$ = 4,5 ± 0,5 e $\bar{X}$ = 10 ± 1,6	—

\*Espécies pertencentes ao grupo *Bokermannohyla circumdata*.

**Anexo 2.** Tabela comparativa dos parâmetros espectrais das vocalizações descritas para o gênero *Bokermannohyla*.

Espécies	Harmônicos	Modulação	Frequência mínima	Frequência máxima	Frequência dominante	Frequência fundamental
<i>Bokermannohyla capra</i> *	ausentes	ausente	0,73 kHz	2,92 kHz	0,82 kHz ou 2,49 kHz	—
<i>Bokermannohyla carvalhoi</i> *	ausentes	ausente	—	—	1,5–2,06 kHz	—
<i>Bokermannohyla circumdata</i> *	4–5 em canto simples e 5–6 em canto composto	presente na segunda nota	—	—	0,33–0,66 kHz e 0,7–0,8 kHz na primeiranota; 0,42–0,52 kHz e 0,89 kHz na segunda e 0,52–0,61 kHz em canto simples	—

<b>Espécies</b>	<b>Harmônicos</b>	<b>Modulação</b>	<b>Frequência mínima</b>	<b>Frequência máxima</b>	<b>Frequência dominante</b>	<b>Frequência fundamental</b>
Bokermannohyla diamantina*	ausentes	ausente	0,22–0,29 kHz	2,08–2,75 kHz	0,39–0,56 kHz	—
Bokermannohyla hylax*	ausentes	—	0,4 kHz	2,3 kHz	—	—
Bokermannohyla ibitiguara*	ausentes	ausente	—	—	1,5–2,2 kHz	—
Bokermannohyla ibitipoca*	ausentes	presente ao final da última nota	—	—	entre 0,4–0,6 kHz e 1,7–1,9 kHz	—
Bokermannohyla itapoty	ausentes	ausente	1,68 kHz	3,3 kHz	—	—
Bokermannohyla juiu*	3	ausente	0,903 kHz	2,268 kHz	1,55–1,722 kHz	1,55–1,722 kHz
Bokermannohyla lucianae*	ausentes	ausente	1,25 kHz	2,59 kHz quando nota emitida isolada e 2,71 kHz quando emitida em conjunto. 2,78 kHz nas demais notas	—	—
Bokermannohyla luctuosa*	ausentes	apenas na segunda nota	0,3 kHz; 0,4 kHz e 0,9 kHz	2,7 kHz; 4 kHz e 2,7 kHz	entre 0,4–1,8kHz, entre 0,3–1,9 kHz e entre 1,2–1,7 kHz	—
Bokermannohyla martinsi	ausentes	ausente	0,964 kHz	2,078 kHz	encontrados 1,313 kHz, 1,5 kHz e 1,688 kHz	—
Bokermannohyla nanuzae*	3	ausente	—	—	2,3 kHz	0,3 kHz
Bokermannohyla napolii*	5–6	presente	—	—	0,39–0,56 kHz; 0,73–0,90 kHz; 1,34–1,51 kHz e 1,68–1,85 kHz em A e 0,47–0,65 kHz; 0,82–1,34 kHz; 1,42–1,68 kHz e 2,02–2,11 kHz em B	—

Espécies	Harmônicos	Modulação	Frequência mínima	Frequência máxima	Frequência dominante	Frequência fundamental
Bokermannohyla oxente*	ausentes	decrecente nas iniciais e decrescente e ascendente nas demais	—	—	—	—
Bokermannohyla pseudopseudis	até 12	ausente	0,4 kHz	2,4 kHz	0,469–0,656 kHz	0,469–0,656 kHz
Bokermannohyla sapiranga*	até 12	ascendente	—	—	0,516–0,797 kHz	0,516–0,797 kHz
Bokermannohyla saxicola	3	ausente	—	—	0,9–1,4 kHz	—
Bokermannohyla sazimai*	ausentes	ausente	—	—	2,24–2,58 kHz	—
Bokermannohyla vulcaniae*	ausentes	ausente	—	—	0,88–1,35 kHz quando apenas A e $\bar{X}= 0,84 \pm 0,076$ kHz em A e $\bar{X}= 1,26 \pm 0,142$ kHz em B quando emitidas em sequência	—

\*Espécies pertencentes ao grupo *Bokermannohyla circumdata*.