



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Instituto de Biociências
Câmpus do Litoral Paulista



Gabriel Silveira Prado Alves

**Análise dos cantos de anúncio das espécies do grupo *Brachycephalus pernix* (Anura:
Brachycephalidae)**

**São Vicente – SP
2024**

Gabriel Silveira Prado Alves

ANÁLISE DOS CANTOS DE ANÚNCIO DAS ESPÉCIES DO GRUPO
***Brachycephalus pernix* (ANURA: BRACHYCEPHALIDAE)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Câmpus do Litoral Paulista, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas, com habilitação em Gerenciamento Costeiro.

Orientador: Prof. Dr. Marcos R. Bornschein

São Vicente - SP
2024

S587a

Silveira Prado Alves, Gabriel

Análise do canto de anúncio das espécies do grupo *Brachycephalus* pernix (Anura: Brachycephalidae) / Gabriel Silveira Prado Alves. -- São Vicente, 2024

74 p. : il., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, São Vicente

Orientadora: Marcos Ricardo Bornschein

1. Bioacústica. 2. Análise centrada em notas. 3. Variação inter específica. 4. Especiação. I. Título.

4 **Análise dos cantos de anúncio das espécies do grupo *Brachycephalus pernix* (Anura:**
5 ***Brachycephalidae*)***

6 Gabriel Silveira Prado Alves¹, Marcos R. Bornschein¹

7 ¹ Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, Universidade Estadual Paulista
8 (UNESP), São Vicente, São Paulo, Brasil

9 Corresponding author: Gabriel Alves¹

10 Email address: gabriel.sp.alves@unesp.br

11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29 *Manuscrito produzido na formatação do periódico PeerJ.
30 (https://peerj.com/about/author-instructions/)
31
32

Análise dos cantos de anúncio das espécies do grupo *Brachycephalus pernix* (Anura: Brachycephalidae)

Gabriel Silveira Prado Alves^{1,2}, Marcos R. Bornschein¹

¹ Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, Universidade Estadual Paulista (UNESP), São Vicente, São Paulo, Brasil

² Autor Correspondente. Gabriel Alves.

E-mail: gabriel.sp.alves@unesp.br

Abstract:

Introduction. *Brachycephalus* Fitzinger, 1826, is composed of 42 described species of diminutive anurans endemic to the Brazilian Atlantic Forest, including some of the smallest vertebrates in the world. These frogs are diurnal, live under leaf litter, and many have restricted geographic distributions. *Brachycephalus* is divided into three species groups, with the *B. pernix* group being the most diverse, comprising 20 species distributed from São Paulo to Santa Catarina. Interest in the genus has grown over the past 20 years, resulting in the description of 33 new species. However, little is known about the calls of *Brachycephalus*. Existing descriptions differ in their analytical procedures (note-centered approach vs. call-centered approach), making comparisons difficult. New acoustic parameters are being described, while debate continues regarding the most appropriate way to characterize the calls of species in the genus. In this study, we analyzed and revised descriptions of the advertisement calls of species within the *B. pernix* group and proposed a standardization for describing them.

Materials and methods. We used the note-centered approach to analyze and revise descriptions of the advertisement calls of species in the *B. pernix* group, employing Raven 1.6.1 software and the R environment. Various parameters proposed in the literature were examined. The analyzed recordings were obtained from audio collections and from our own fieldwork.

Results. A total of 202 recordings from 154 individuals and 15 species were analyzed, except for *B. mariaeterezae* (3–26 recordings per species, averaging 12). Most advertisement calls featured isolated notes, note groups, and attenuated notes. The average dominant frequency ranged from 5.196 kHz in *B. tridactylus* to 7.103 kHz in *B. curupira*, excluding attenuated notes. The results showed that 18 species emitted note groups, compared to only three species with such data available in the literature. These included species limited to two notes and others with up to six notes, such as *B. leopardus*. Note groups were also observed in three species whose calls had already been described. Attenuated notes, previously observed only in *B. hermogenesi* a species from a different group. were detected in this study in 14 species, including those with previously described calls using the call-centered approach. However, these notes were not noted in previous studies due to the methodology used. The note-centered approach highlights note groups, their respective quantities, and attenuated notes. Such parameters may have taxonomic and ecological functions, such as mate attraction,

territory defense, and responses to external factors like temperature, humidity, and the number of individuals in the chorus.

Conclusion. The proper description and annotation of these parameters are crucial for understanding the variation and complexity of advertisement calls in the genus. These data could pave the way for experimental approaches to identify the factors driving the emission of note groups and attenuated notes. Our proposal can differentiate emission types and demonstrate call modifications over time, advancing knowledge about the evolution of the genus and the unique characteristics of its vocalizations.

Keywords: Bioacoustics, Note-centered approach, inter-specific variation, speciation

Resumo:

Introdução. *Brachycephalus* Fitzinger, 1826 é composto por 42 espécies descritas de anuros diminutos endêmicos da Floresta Atlântica brasileira, incluindo alguns dos menores vertebrados do mundo. São diurnos, vivem sob a serapilheira e muitos apresentam distribuição geográfica restrita. *Brachycephalus* é dividido em 3 grupos de espécies, sendo o grupo *B. pernix* o mais diverso, com 20 espécies distribuídas de São Paulo a Santa Catarina. O interesse no gênero tem crescido nos últimos 20 anos resultando na descrição de 33 espécies. No entanto, se sabe pouco sobre os cantos de *Brachycephalus*. As descrições ainda divergem nos procedimentos de análise (note-centered approach x call-centered approach), dificultando comparações. Novos parâmetros acústicos vêm sendo descritos, enquanto prossegue o debate pelo mais adequado meio em se descrever os cantos das espécies do gênero. Neste trabalho, analisamos e revisamos descrições dos cantos de anúncio das espécies do grupo *B. pernix* e sugerimos uma padronização na forma de descrevê-los.

Materiais e métodos. Utilizamos a abordagem note-centered para analisar e revisar descrições do canto de anúncio das espécies do grupo *B. pernix*, utilizando o software Raven 1.6.1 e o ambiente R. Examinamos diversos parâmetros propostos na literatura. As gravações analisadas foram obtidas nas coleções de áudio e coletadas por nós mesmos.

Resultados. Após a análise de 202 gravações de 154 indivíduos e 15 espécies, faltando apenas *B. mariaeterezae* (3-26 gravações por espécie e média de 12). A maioria dos cantos de anúncio apresentam notas isoladas, grupo de notas e notas atenuadas. A média de frequência dominante teve uma variação de 5,196 kHz para *B. tridactylus* até 7,103 kHz para *B. curupira*, com exceção das notas atenuadas. Os resultados demonstraram que 18 espécies emitiram grupos de notas em comparação às 3 que já tinham dados na literatura, incluindo espécies limitadas a 2 notas e outras com até 6 notas como *B. leopardus*, grupos foram observados em 3 espécies cujo canto já foi descrito. Notas atenuadas foram observadas pela primeira e única vez em *B. hermogenesi*, espécie de outro grupo específico. Nesse estudo observa-se as notas atenuadas em 14 espécies, incluindo em espécies com o canto já descrito pela abordagem centrada no canto. Todavia, tais notas não foram pontuadas devido a abordagem utilizada. A abordagem centrada em notas aponta grupos de notas, suas respectivas quantidades e notas atenuadas. Tais parâmetros podem ter funções taxonômicas e ecológicas como: atração de parceiros, defesa de território, e também influência de fatores externos, como: temperatura, umidade e quantidade de indivíduos no coro.

Conclusão. A devida descrição e anotação desses parâmetros é de extrema importância para a compreensão da variação e complexidade dos cantos de anúncio do gênero, tendo em vista que tais dados podem abrir portas para abordagens experimentais que busquem elucidar quais fatores regem a emissão de grupos de notas e notas atenuadas. Nossa proposta é capaz de diferenciar os tipos de emissão e demonstrar a modificação do canto ao longo do tempo, podendo avançar o conhecimento sobre a evolução do gênero e as peculiaridades presentes em suas vocalizações.

Palavras-chave: Bioacústica, note-centered approach, variação interespecífica, especiação

Introdução

A comunicação acústica é um mecanismo de extrema importância para diversas formas de vida, desde procariontes, insetos até peixes, anfíbios, aves e mamíferos. (Miller e Bassler, 2001; Bradbury e Vehrencamp, 2011). O som emitido por um indivíduo deve ser capaz de ser distinguido e detectado por outro (Christensen, 2008), mesmo através de obstáculos físicos, sons do ambiente e de outras espécies (Lucass *et al.*, 2016). Esse mecanismo é necessário para que o receptor compreenda o sinal em sua totalidade e mantenha sua efetividade para atração de parceiros e defesa do território (Roca *et al.*, 2016).

Em anuros a vocalização geralmente é emitida por machos para a atração de fêmeas e defesa do território (Gerhardt, 1994; McLean *et al.*, 2013). Cada espécie tem seu repertório vocal, com diferentes tipos de cantos para cada contexto social, espécies apresentam cantos de anúncio, de soltura, de estresse, de corte, entre outros (Toledo *et al.*, 2015; Köller *et al.*, 2017). Dentre esses, o mais comum e mais estudado é o canto de anúncio (Toledo *et al.*, 2015), responsável pelo anúncio do local de emissão e características do emissor como: disposição energética, tamanho corporal, temperatura interna (Wells, 2007).

Fatores como isolamento pré-zigótico e a preferência das fêmeas por certos parâmetros dentro do canto de anúncio, (Gerhardt e Huber, 2002; Christensen, 2008), nos mostra que o estudo desses cantos auxilia no entendimento dos processos evolutivos e da preferência sexual em anuros (Bee *et al.*, 2013).

Um grupo de anuros que vem despertando elevado interesse de pesquisadores é o gênero *Brachycephalus* Fitzinger, 1826, que conta com 42 espécies (Frost, 2024). São miniaturizados, não excedem 25 mm de comprimento rostro-cloacal (CRC) e contam com o menor vertebrado do mundo, *B. pulex* em que adultos possuem menos de 10 mm de CRC (Bolaños *et al.*, 2024). Esses animais apresentam número e tamanho reduzido de dedos, algumas espécies são coloridas e possuem neurotoxinas em sua pele (Schwartz *et al.*, 2007). Além disso, possuem um elevado grau de endemismo, algumas espécies possuem populações microendêmicas, com distribuição geográfica extremamente restrita. Localizadas apenas no topo de uma montanha e em alguns picos ao redor (Bornschein *et al.* 2016; Bornschein *et al.*, 2019).

Essas e outras características excêntricas desses animais atraem pesquisadores, o que resultou em 34 descritas espécies descritas apenas nas últimas duas décadas (Frost, 2024). Com o grande número de descrições, especialmente em espécies morfologicamente similares, o canto de anúncio se torna mais uma ferramenta para auxiliar na diferenciação de espécies, sendo utilizado como critério para diferenciar duas espécies similares (Bornschein *et al.*,

2021). Em muitos casos, descrições de espécies não possuem a descrição do canto de anúncio. O que gera uma lacuna no conhecimento de dados acústicos desses animais

O gênero *Brachycephalus* foi inicialmente dividido em 3 grupos fenéticos (Clemente *et al.*, 2011) sendo eles: *B. pernix*, *B. ephippium* e *B. didactylus*. Porém, estudos filogenéticos mais recentes demonstraram que *B. didactylus* é um grupo parafilético e não deve ser utilizado formalmente. *B. ephippium* foi dividido em dois grupos: *B. ephippium* e *B. vertebralis*. *B. pernix* manteve seu status como grupo monofilético. Assim, atualmente existem três grupos monofiléticos: *B. ephippium*, *B. vertebralis* e *B. pernix* (Condez *et al.*, 2020; Folly *et al.*, 2022).

Das 42 espécies descritas apenas 19 possuem alguma descrição acústica e as descrições de canto de anúncio ainda são realizadas de duas maneiras distintas de análise (Call-centered e note-centered approach), essas abordagens são diferentes conceitualmente e em muitos parâmetros impedem comparações diretas entre as duas (Köller *et al.*, 2017). A abordagem centrada na nota (note-centered approach) têm demonstrado uma excelente capacidade de identificar e apontar diferenças em cantos de *Brachycephalus*, o exemplo mais contundente se trata da diferenciação entre duas espécies crípticas, *B. sulfuratus* e *B. hermogenesi*, que devido ao uso da abordagem centrada em notas a diferenciação de diversos parâmetros foi observada, mesmo após a abordagem centrada em cantos (call-centered approach) não as apontar (Bornschein *et al.*, 2021).

Em relação ao canto de anúncio de espécies de *Brachycephalus* podemos observar algumas diferenças entre os grupos de espécies (Lyra *et al.*, 2021). Tanto em número de pulsos, duração do canto e intervalo entre notas.

Espécies dos grupos: *B. ephippium*, *B. vertebralis* e algumas espécies que cantam de maneira semelhante, como *B. sulfuratus*, emitem notas com mais pulsos, com um menor intervalo entre notas e uma vocalização completa que dura mais tempo (cerca de 3 minutos) (Goutte *et al.*, 2017; Guimarães *et al.*, 2017; Folly *et al.*, 2020, 2024; Nunes *et al.*, 2021), dessa forma pesquisadores escolhem uma amostra limitada da emissão de cada indivíduo (Folly *et al.* 2024), analisando apenas parte da emissão.

Espécies do grupo *B. pernix* e outras, que vocalizam de maneira semelhante, como *B. hermogenesi*, emitem notas com um intervalo maior entre si, com menos pulsos e a vocalização inteira dura menos tempo (cerca de 90 segundos) (Bornschein *et al.*, 2018; Pie *et al.*, 2018), dessa forma pesquisadores têm a possibilidade de estudarem toda a emissão realizada por um mesmo indivíduo, abrindo portas para estudos ecológicos e comportamentais.

O grupo *B. pernix* é o que mais possui espécies até o momento, com 20 espécies descritas (Frost, 2024). Apenas sete desses tiveram o seu canto de anúncio descrito, sendo três pela abordagem centrada em notas (Bornschein *et al.*, 2018, 2019a; Pie *et al.*, 2018) e quatro pela abordagem centrada em cantos (Monteiro *et al.*, 2018a,b; Mângia *et al.*, 2023)

Recentemente, houve um debate sobre a validade das espécies descritas (Condez *et al.*, 2017; Toledo *et al.*, 2024), apesar de muitas delas serem respaldadas por análises filogenéticas (Pie *et al.*, 2017). A falta de descrições de cantos de anúncio das espécies e a ausência de uniformização nas descrições representam desafios adicionais para compreender a diversidade de espécies e sua diferenciação.

Ainda há a busca por um novo parâmetro, previamente descrito apenas em *B. hermogenesi* (Bornschein *et al.*, 2021) denominado notas atenuadas. Esse parâmetro nunca foi descrito em espécies do grupo *B. pernix*, porém análises prévias em gravações do grupo demonstram que algumas espécies podem apresentar o parâmetro. A devida anotação e representação das características desse parâmetro pode representar o primeiro passo para a compreensão da diversidade, funções do canto e da história de vida no geral de espécies do gênero *Brachycephalus*.

Esse estudo visa descrever e revisar o canto de anúncio de espécies do grupo *B. pernix* e sugerir uma padronização no método de análise.

Materiais e métodos

Gravações analisadas:

A grande maioria das gravações para esse trabalho foram coletadas em campo, para a precisão das análises as gravações são coletadas desde o início da vocalização, o animal se mantém vocalizando por cerca de 90 segundos e então fica em silêncio por um tempo ainda maior, dessa forma coletamos todo o esforço vocal. As gravações são feitas muitas vezes a centímetros do animal a fim de obter todas as nuances possíveis das vocalizações.

O esforço de campo aplicado para obter as gravações necessárias, culminou na gravação de 17 espécies (Apêndice), coletadas dos estados Paraná e Santa Catarina. 202 gravações foram realizadas e depositadas no Museu de História Natural do Capão da Imbunha (MHNCI), Curitiba, PR. Quatro gravações foram disponibilizadas pela Coleção audiovisual do semi-árido (CASA), Mossoró-RN e uma pela Fonoteca Jaques Villard (FNJV), Campinas, SP.

A localidade tipo de *B. mariaeterezae* foi visitada três vezes e não foi possível a realização de gravações da espécie, principalmente por impedimentos físicos de acesso ao local. Para o restante das espécies foi possível a obtenção de gravações, que foram posteriormente tombadas no MHNCI e então analisadas. Exceções se aplicam a *B. albolineatus*, *B. mirissimus* e *B. tridactylus* em que análises novas não se mostraram necessárias já que os trabalhos publicados seguem a mesma abordagem e com o mesmo rigor que utilizamos (Bornschein *et al.*, 2018; Pie *et al.*, 2018; Bornschein *et al.*, 2019a).

Para *B. brunneus* e *B. curupira* os dados estão em literatura cinza, porém feitas com o mesmo rigor, igualmente. (Alves e Bornschein, 2023)

Para complementar as análises de *B. tabuleiro* foram solicitadas as gravações de Mângia *et al.*, 2023 (Apêndice) e uma gravação de *B. quirirensis* pela FNJV (Apêndice)

Os cantos coletados por nós foram gravados com gravadores digitais Tascam DR-44WL acoplado a um microfone Sennheiser ME 66, Sony PCM-D50 com um microfone Sennheiser ME 66/K6.

Modo de análise:

Para realizar nossas análises e observar se há a necessidade de uma revisão dos cantos de anúncio de *B. pernix*, foi vista a abordagem utilizada em todos os estudos publicados sobre o tema, para a comparação do modo de emissão, e consequentemente da análise (Pombal *et al.*, 1994; Verdade *et al.*, 2008; De Araújo *et al.*, 2012 Garey *et al.*, 2012; Condez *et al.*, 2014, 2016, 2021; Goutte *et al.*, 2017; Guimarães *et al.*, 2017; Bornschein *et al.*, 2018; Pie *et*

al., 2018; Monteiro *et al.*, 2018a,b; Folly *et al.*, 2020, 2024; Bornschein *et al.*, 2021; ;;;;
Nunes *et al.*, 2021; Mângia *et al.*, 2023).

Após a avaliação baseada na literatura, observamos a necessidade de uma nova padronização para a descrição dos cantos de anúncio das espécies do grupo *B. pernix*, visando abranger parâmetros descritos como essenciais por Köhler *et al.*, 2017 e Guerra *et al.* 2018 e fornecer resultados facilmente comparáveis.

Adotamos o formato de descrição “abordagem centrada em notas” (note-centered approach) (Köhler *et al.*, 2017), com adaptações específicas para o gênero propostas por Bornschein *et al.* (2018), pois mostrou-se mais eficiente na identificação de espécies de *Brachycephalus*.

Seguindo (Köhler *et al.*, 2017; Bornschein *et al.*, 2018; Guerra *et al.*, 2018) consideramos cantos de anúncio como a atividade vocal ininterrupta emitida por um indivíduo com um claro fim, sendo a duração desse esforço em média 90 segundos, seguido por um período de silêncio ainda maior do que isso. Algumas espécies não tiveram seu canto gravado desde o início. Apesar de que a maioria teve. (tabela 3).

Para a análise, definimos como “notas” sons que, para a audição humana, se comportam como uma única unidade, com médias que variam de 0,010–0,050 s (Garey *et al.*, 2012; Bornschein *et al.*, 2018; Pie *et al.*, 2018; Monteiro *et al.*, 2018a,b, Mângia *et al.*, 2023). Uma nota pode ser composta por vários pulsos. Grupos de notas são compostos por repetições de notas semelhantes que possuem um intervalo entre notas menor que um segundo. Podem ser compostos por duas ou mais notas e possuem um intervalo entre os grupos de notas maior que a duração dos mesmos (Bornschein *et al.*, 2018, 2019b; Pie *et al.*, 2018).

Todos os cantos de anúncio foram analisados no programa Raven Pro 1.6.3, software disponibilizado pela Universidade de Cornell. Os parâmetros utilizados foram FFT de 256 pontos, 3-dB de largura de banda de filtro a 492 Hz, janela Hann e 50% de sobreposição. Variáveis temporais foram analisadas utilizando oscilogramas, enquanto as espectrais foram analisadas usando espectrogramas.

Para descrever os cantos de anúncios de *Brachycephalus*, este estudo utilizou os seguintes parâmetros adaptados de Bornschein *et al.*, 2018: Canto completo, consiste em 10 parâmetros e contempla os parâmetros usualmente descritos em cantos de anuros (Köhler *et al.*, 2017; Guerra *et al.*, 2018); Notas Isoladas, 6 parâmetros; grupos de notas, 9 parâmetros e notas atenuadas, 7 parâmetros.

Para o **canto completo**: (1) Duração do canto (s) ; (2) taxa de notas (notas por minuto); (3) número de notas por canto (incluindo notas atenuadas); (4) número de notas por canto (excluindo notas atenuadas); (5) duração das notas (de notas isoladas e notas de grupos de notas); (6) Número de pulsos por nota (notas isoladas e grupo de notas); (7) Intervalo entre notas (Excluindo o intervalo dentro de grupos de notas); (8) frequência dominante do canto (kHz); (9) frequência mais alta (kHz); (10) frequência mais baixa (kHz).

Para **notas isoladas** (Seis parâmetros): (11) duração do canto incluindo apenas notas isoladas (quando os cantos apresentam grupos de notas entre notas isoladas, apenas a parte mais longa com notas isoladas foi contada); (12) taxa de notas do canto incluindo apenas notas isoladas (notas por minuto); (13) número de notas isoladas por canto (excluindo notas atenuadas); (14) número de pulsos por notas isoladas;(15) duração das notas isoladas (s);(16)

intervalo entre notas isoladas (s) ; tempo do fim de uma nota isolada ao início da próxima nota isolada).

Para **grupos de notas** (Nove parâmetros): (17) duração do canto incluindo apenas grupos de notas (apenas a parte mais longa foi contada, quando os cantos apresentam notas isoladas entre grupos de notas); (18) taxa de notas do canto incluindo apenas grupos de notas (notas por minuto) (calculada apenas quando pelo menos dois grupos de notas estavam presentes); (19) número de grupos de notas por canto; (20) número de notas em cada grupo de notas; (21) duração das notas de grupos de notas (s); (22) duração do grupo de notas (s); (23) intervalo entre grupos de notas (s); tempo do fim de um grupo de notas ao início do próximo grupo de notas); (24) intervalo entre notas dentro de grupos de notas (s); (25) número de pulsos por nota em grupos de notas;

Para **notas atenuadas** (Sete parâmetros): (26) número de notas atenuadas associadas a cada nota do canto; (27) número de notas por canto associadas a notas atenuadas; (28) número de pulsos em notas atenuadas (s); (29) intervalo mais curto entre uma nota atenuada e sua nota associada (s); (30) frequência dominante da nota atenuada (kHz); (31) frequência mais alta da nota atenuada (kHz); (32) frequência mais baixa da nota atenuada (kHz).

Para as espécies não analisadas, foi possível a obtenção de dados brutos para *B. tridactylus* provenientes de gravações analisadas em Bornschein *et al.*, 2019a. Enquanto para outras espécies (*B. mirissimus* e *B. albolineatus*) dados para gráficos boxplot foram obtidos através da função *bootstrap* em R, com os valores mínimos, máximos, média e do desvio padrão apresentados na literatura (Bornschein *et al.*, 2018; Pie *et al.*, 2018), dessa maneira podemos comparar todas as espécies de maneira ilustrativa.

Os espectrogramas para figuras foram gerados utilizando os pacotes *seewave* (v. 2.2.0; Sueur *et al.* [2008]), para figuras 3D o pacote *SoundShape* (Rocha, 2023) e *tuneR* (Ligges *et al.*, 2023) para a manipulação de arquivos WAV. no ambiente R (v. 4.2.0; R Core Team [2018]). Tabelas geradas pelo Raven Pro (medidas dos parâmetros) continham: Begin time (s), end time (s); Delta time (s); Peak frequency (Hz); Frequency 5% (Hz); Frequency 95% (Hz), foram importadas para o ambiente R utilizando o pacote *Rraven* (Araya-Salas, 2020), com sumários feitos utilizando *Summarytools* (Comtois, 2021) e Excel com o pacote *writexl* (Ooms J., 2023).

Parâmetros que apresentaram grande variação entre as espécies e que podem ser espécie específicos, proporção de grupos de notas, proporção de notas atenuadas e frequência dominante foram apresentados seguindo a árvore filogenética proposta pela literatura (Condez *et al.*, 2020; Lyra *et al.*, 2021; Mângia *et al.*, 2023). A árvore foi gerada utilizando o software *Mesquite* (Maddison e Maddison, 2023), utilizando código genético aleatório, após a elaboração da árvore, os estudos da literatura foram consultados para a modificação de galhos para que estivessem semelhantes aos propostos por estudos mais robustos. Então foi utilizada a função “Trace character” e “Heuristic Search” do *mesquite* para a elaboração das imagens.

Fizemos uma análise de Principal Components Analysis (PCA) dos dados obtidos utilizando alguns dos parâmetros mais comumente usados na análise de cantos de anúncio e que se mostraram úteis para a diferenciação entre espécies (Rivera-correa *et al.*, 2017; Guerra *et al.*, 2018): frequência dominante, frequência mínima, frequência máxima, duração da nota e número de pulsos por nota. Isso reduz as dimensões e mostra quais parâmetros são mais

responsáveis pelas diferenças nos dados. Como nossos dados variam bastante em relação ao tamanho da amostra para cada espécie, utilizamos as funções *undersample* e *oversample* no R para igualar o tamanho amostral dos dados e usamos a função *scale* para padronizar os dados, fazendo com que sigam a mesma escala.

Também comparamos a correlação entre números de pulsos e taxa de notas emitidas por espécies, buscando se cada espécie pode demonstrar diferentes maneiras de alterar seus parâmetros temporais.

Além disso, comparamos a média da frequência dominante das espécies encontradas neste estudo com o comprimento rostro-cloacal (CRC), já que em diversas espécies de anuros esses parâmetros estão correlacionados (Gerhardt, 2002; Erdtmann e Amézquita, 2009; Rivera-correa *et al.*, 2017; Kohler *et al.*, 2017). Para a análise estatística utilizamos o CRC mínimo de machos encontrados na literatura. A média não é documentada em certos estudos, fornecendo apenas a faixa de variação do tamanho de machos, além disso outros estudos apresentam o CRC de machos e fêmeas juntos (Ribeiro *et al.*, 2015), dessa forma pegamos o valor mais baixo, já que é o único que corresponde a um macho e dessa forma a coleta pode ser padronizada.

Resultados

Analisamos um total de 4.165 notas em 202 gravações de 142 indivíduos distribuídos em 16 espécies, com média de 12,6 gravações por espécie (variação: mínimo 3, máximo 26) e uma média de 10 indivíduos por espécie (1–26). Cada espécie teve um N amostral diferente, que variou de 3 gravações de 1 indivíduo em *B. izecksohni*, até 20 gravações de 14 indivíduos em *B. actaeus*. Todos os valores de todos os parâmetros são exibidos em detalhe na (Tabela 1).

O canto de anúncio das espécies analisadas foi composto de notas típicas (isoladas e notas de grupos de notas) que são pulsadas e semelhantes, porém grupos de notas são emitidos com notas com um intervalo de tempo muito menor. Notas atenuadas que são diferentes das expostas anteriormente, principalmente por sua amplitude e curta duração (Figura 2).

O novo parâmetro, notas atenuadas, está presente em 13 das 14 espécies em ao menos algumas gravações, as diferenciando de *B. albolineatus*, *B. fuscolineatus*, *B. mirissimus*, *B. tridactylus* (não emitiram notas atenuadas). As espécies emitem de 1–3 notas atenuadas antes de uma nota típica, *B. coloratus* por exemplo emitiu quase todas as suas notas associadas a atenuadas (Figura 1). Outro fator interessante é que quando associadas a grupos de notas, elas são emitidas apenas antes da primeira nota típica do grupo (Figura 2).

Para grupos de notas quase todas as emitiram, totalizando 14 de 15 espécies (Figura 3) contendo de 2 a 6 notas (Figura 4), diferenciando todas de *B. tridactylus*, indicando uma plasticidade em relação a diferentes espécies do gênero a emitir-los, além disso algumas espécies favorecem a produção de grupos de notas em relação a notas isoladas (Figura 3) e chegaram a emitir a maior parte de seu canto de anúncio com notas agrupadas, sendo *B. quiririensis* o mais extremo em que cerca de 87% de suas emissões de notas típicas são parte de grupos de notas. O que se contrasta enormemente com a espécie *B. coloratus*, que exibiu apenas dois grupos de notas em uma gravação.

Dentro das espécies que emitem grupos de notas 12 espécies (61%) emitiram apenas grupos com 2 notas (Figura 4), outras espécies tiveram uma maior variação na quantidade de notas.

Os valores de frequência dominante no grupo de espécies neste estudo variaram de 4,751–7,924 kHz, a frequência mínima variou de 3,962–7,579 kHz enquanto a máxima foi de 4,995–8,441 kHz a duração das notas variaram de 0,002–0,080 s e o número de pulsos variou de 1–4 pulsos (Figura 5 e 6; tabela 1)

As análises em PCA (Figura 7) indicam que houve pouca separação entre as espécies de maneira geral, porém algumas não possuem pontos sobrepostos, os principais componentes, PC1 e PC2 englobam 90,66% da variância esperada, sendo o PC1 o que engloba a variação em parâmetros espectrais (60% da variação), enquanto PC2 indica os dois parâmetros temporais.

A comparação entre as espécies pela análise de correlação apontou que a taxa de notas está inversamente correlacionada com o número de pulsos de uma determinada espécie (Figura 8) com um coeficiente de correlação de -0,585 e um valor de $p=0,0172$ indicando que há sim significância estatística.

A comparação entre tamanho mínimo encontrado em machos e frequência dominante não demonstrou significância estatística e mostrou uma moderada correlação inversa, (Figura 9) com um coeficiente de correlação de -0,437 e um valor de p de 0,061. Acima do valor que demonstra relevância estatística.

Discussão

Como descrito por Guerra *et al.*, 2018, a maioria dos parâmetros que devem ser descritos em detalhe foram utilizados, (1) Duração do canto (s), (2) taxa de notas, (4) duração das notas (de notas isoladas e notas de grupos de notas) (s), (5) número de pulsos, (6) Duração do intervalos entre notas (s), (7) Frequência dominante da nota (Hz), (8) frequência máxima (kHz), (9) frequência mínima (kHz). Frequência fundamental das notas não foram utilizadas pois indicam o mesmo valor da dominante no caso de *Brachycephalus* e indivíduos não emitem harmônicos.

Os cantos de anúncio das espécies do grupo *B. pernix* diferem muito em estrutura a espécies do antigo grupo específico *B. ephippium* (Hoje *B. ephippium* e *B. vertebralis*; Condez *et al.*, 2020), espécies do grupo *B. pernix*, tendem a possuir frequências mais agudas, duração de notas menores e menos pulsos em suas notas do que seus congêneres do outro grupo (Pombal *et al.* 1994; Araújo *et al.* 2012; Condez *et al.* 2014; Guimarães *et al.* 2017). Dentro de *B. pernix*, *B. tridactylus* apresenta a menor frequência dominante, com média de 5,1 kHz (Bornschein *et al.*, 2017), enquanto a espécie que apresenta a maior frequência dominante do grupo *B. ephippium*, *B. pitanga* possui 4,9 kHz (Araújo *et al.*, 2012), a duração média das notas de espécies do grupo *B. pernix* é de 0,002–0,082 s enquanto de *B. ephippium* é de 0,083–13 s (Pombal *et al.* 1994; Araújo *et al.* 2012; Condez *et al.* 2014; Guimarães *et al.* 2017). O número de pulsos em espécies do grupo *B. pernix* são de 1–4 enquanto em *B. ephippium* são de 5–17.

Ao analisar as espécies, observamos as diferenças de nossos resultados e com os resultados já presentes na literatura e conseguimos observar algumas particularidades e padrões de algumas delas.

Comparações entre as espécies:

Brachycephalus actaeus Monteiro, Condez, Garcia, Comitti, Amaral e Haddad, 2018
Em Monteiro *et al.*, 2018a os parâmetros foram semelhantes aos encontrados por nós,
exceto a frequência mínima que variou de 3,9–5,9 kHz e a frequência máxima que variou de
8.5–9.7 kHz.

Nossas análises concordam em grande parte com a descrição realizada por Monteiro
et al., 2018a, parâmetros como frequência dominante, duração de notas, número de pulsos e
intervalo entre notas são semelhantes. As diferenças existentes podem ser explicadas por
variações entre indivíduos, ambiente, condições ambientais (Erdtmann and Lima, 2013) e
com o grande aumento de N amostral em nosso trabalho.

Em nossas análises a frequência mínima variou de 5,5–6,8 kHz e frequência máxima
variou de 6.2–7.7 kHz. Os valores mais extremos de Monteiro *et al.*, 2018 provavelmente
estão associados a aparência da nota em espectrogramas, que parece chegar a valores
próximos aos citados, como dito em seu trabalho. Em nossas análises com os parâmetros
Frequency 5% e Frequency 95% do Raven Pro 1.6, que ignoram os últimos 5% da energia de
cada um dos extremos, obtemos nossos resultados.

As gravações apresentaram grande quantidade de notas isoladas e apenas 2 grupos de
notas, o que indica que mesmo com a variedade de locais e a alta temperatura em que as
gravações foram coletadas essa espécie não varia muito nesse quesito.

Notas atenuadas são poucas, porém essas notas aparecem mais próximas às típicas do
que em outras espécies (Figura S1).

Brachycephalus auroguttatus Ribeiro, Bornschein, Belmonte-Lopes, Firkowski,
Morato e Pie, 2015.

Em relação a grupos de notas *B. auroguttatus* é o décimo em relação a proporção
notas de grupos de notas/notas isoladas (Figura 3), indicando que não emite muitos grupos de
notas, talvez devido ao horário e temperatura, ou a espécie não depende tanto desse
parâmetro para sua comunicação. Para notas atenuadas *B. auroguttatus* emite 88% de suas
notas totais como atenuadas (Figura 1), indicando que talvez esse se trate de um parâmetro
influyente na comunicação dessa espécie, o que o diferencia das espécies que não emitiram.

Brachycephalus coloratus Ribeiro, Blackburn, Stanley, Pie e Bornschein, 2017

Em relação a grupo de notas e notas atenuadas *B. coloratus* foi a espécie do grupo que
menos emitiu grupos de notas $n=4$, exceto *B. tridactylus*, que não emitiu (Bornschein *et al.*,
2019) (Figura 3), em relação a notas atenuadas *B. coloratus* foi a espécie que mais as emitiu
em comparação a outras espécies, com quase todas as notas típicas acompanhadas também
por notas atenuadas, inclusive com mais de uma nota atenuada associada à típicas em muitos
casos.

Brachycephalus fuscolineatus Ribeiro, Bornschein, Belmonte-Lopes, Firkowski,
Morato e Pie, 2015.

Em relação a grupos de notas *B. fuscolineatus* apresenta grande quantidade de notas
de grupos de notas, mais da metade de suas emissões são notas de grupos de notas, outro
ponto interessante para essa espécie é a falta de notas atenuadas, sendo a única espécie desse
grupo que não a apresentou. Dessa maneira se junta com *B. tridactylus*, *B. mirissinus* e *B.*
albolineatus como as únicas espécies que não apresentam esse parâmetro.

Brachycephalus izecksohni Ribeiro, Alves, Haddad e Reis, 2005

Foi a espécie que menos conseguimos gravações e as mesmas são antigas, apesar disso conseguimos extrair os parâmetros para esse trabalho.

Em relação a grupos de notas *B. izecksohni* é uma das espécies que mais os emitem, estando em 3º lugar, para a proporção de notas atenuadas também fica em uma posição mais alta, 4º lugar. Isso pode indicar a necessidade dessa espécie de se comunicar com notas mais próximas umas das outras, valorizando grupos de notas com mais notas e em menos distância entre elas, além de muitas notas associadas a atenuadas. Também é um dos que apresenta menos pulsos por nota.

Brachycephalus leopardus Ribeiro, Bornschein, Belmonte-Lopes, Firkowski, Morato e Pie, 2015.

Essa espécie segue o padrão observado em *B. izecksohni* com alta taxa de emissão, muitos grupos de notas (85% das notas emitidas) e baixa quantidade de pulsos. Possivelmente indicando a mesma coisa, uma necessidade de emitir mais notas para atrair fêmeas e demonstrar fitness. Enquanto quantidade de pulsos não são tão importantes. *B. leopardus* não emitiu muitas notas atenuadas, ficando em antepenúltimo do gênero.

Brachycephalus olivaceus Ribeiro, Bornschein, Belmonte-Lopes, Firkowski, Morato e Pie, 2015.

Segundo Monteiro *et al.*, 2018b, eles retratam como canto o que nós tratamos como nota, portanto o parâmetro realiza a mesma medição, apenas como nomes diferentes

Em nossos resultados a duração de notas foi mais baixa, praticamente metade da registrada. Em Monteiro *et al.*, 2018b variou de 0,03–0,05 s com média de 0,04 s, enquanto em nossos resultados foi em média 0,024 s (Tabela 1). O intervalo entre notas foi também metade da registrada na literatura, nossos valores registrados aumentam a faixa de variação da espécie e a média pode ainda estar dentro do desvio padrão esperado, porém fatores como temperatura e hora do dia podem modificar esses parâmetros temporais (Bridges and Dorca, 2000; Lingnau and Bastos 2007). *Brachycephalus olivaceus* apresentou 23 grupos de notas, que não foram apontados na descrição original, todos com apenas 2 notas. As frequências se mantiveram próximas dos valores da descrição original, nós obtivemos valores maiores e menores contribuindo para o entendimento da faixa de emissão do animal. Frequências geralmente são parâmetros estáticos, que se mantêm fixos dentro de espécies, já que podem ser parâmetros utilizados para reconhecimento específico (Gerhardt, 1991).

Brachycephalus olivaceus apresentou uma emissão de notas atenuadas mediana com 52% de suas emissões como notas atenuadas, porém emitiu, muitas vezes, mais de uma nota atenuada associada a uma nota típica (Figura 10), o que pode indicar uma outra maneira que espécies do grupo utilizam seus cantos de anúncio para se comunicarem.

Brachycephalus pernix Pombal, Wistuba e Bornschein, 1998

Para grupos de notas, *B. pernix* emite poucos comparado com as outras espécies, e possui uma baixa taxa de emissão, porém emite notas maiores e com mais pulsos, sendo o oposto do realizado por outras espécies como *B. izecksohni* e *B. leopardus*. *Brachycephalus pernix* também é um dos maiores emissores de notas atenuadas com 86% de suas emissões sendo notas atenuadas. Para *B. pernix* foi comum observar que seus primeiros pulsos são mais agudos, enquanto o restante dos pulsos sofre uma leve modulação para o grave (Figura 10).

Brachycephalus pombali Alves, Ribeiro, Haddad e Reis, 2006

Brachycephalus pombali é a segunda espécie com mais notas em grupos de notas com média de 2,736 notas por grupo de notas. Consequentemente tem uma taxa de emissão de notas muito alta com 30,835 notas por minuto, que varia de 4,591–56,643. O número de pulsos por nota é em média de 2,029 o colocando em 11º lugar, indicando uma média relativamente baixa de pulsos e alta taxa de emissão, dentro do padrão esperado.

Brachycephalus quiririensis Pie, Ribeiro, 2015

Nossos resultados diferem em alguns pontos em relação a literatura, a média de duração das notas em nossos resultados foi um pouco menor (0,08 s na literatura 0,03 s em nossos resultados) e nosso mínimo valor registrado foi menor do que o da literatura. Nessa espécie também há um n reduzido de grupos de notas apenas 22 notas de grupos, a espécie apresentou apenas 2 notas em cada grupo de notas, n =10. A taxa de notas não foi tão alta. Em pulsos por notas nossos dados ampliaram a variação conhecida de pulsos, registrando algumas notas com apenas 1 pulso. Além disso, a média foi menor do que a observada na literatura. Nossos dados também ampliam bastante a variação conhecida na emissão de frequências, mas as médias se mantêm bem próximas umas às outras.

Em relação a grupos de notas, *B. quiririensis* emitiu uma baixa porcentagem, apenas 13% de suas notas típicas são de grupos de notas, algo interessante é comparar a quantidade de pulsos observados por Monteiro *et al.*, 2018 e as observadas nesse estudo. Talvez *B. quiririensis* tenha uma capacidade de emitir mais pulsos dependendo de certos critérios, que no momento das gravações desse estudo, não ocorreram. A gravação que mais exibiu pulsos foi a retirada da FNJV. Em relação a notas atenuadas *B. quiririensis* emite muitas, sendo o 5º colocado no grupo de espécies, e possui mais de uma nota atenuada associada a algumas notas típicas (Figura 10). Um ponto interessante é observar em Monteiro *et al.*, 2018 a figura 2 de seu trabalho. No oscilograma A é possível observar notas mais fracas que precedem as mais fortes, talvez indicando notas atenuadas em suas gravações também.

Brachycephalus tabuleiro Mângia, Santana, de Oliveira Drummond, Sabagh, Ugioni, Costa, Wachlevski, 2023.

Para *B. tabuleiro* nós utilizamos as mesmas gravações e adicionamos mais três gravações de 2 indivíduos.

Em nossas análises, que inclui nossas gravações a duração de notas exibiu um valor menor do que o da literatura. Para pulsos por nota a espécie variou de 1–4 pulsos com uma média consideravelmente menor do que a encontrada por Mângia *et al.*, 2023. Provavelmente a grande variação no número de pulsos indica que fatores externos estão influenciando a mudança do parâmetro (Gerhardt & Huber, 2002). A frequência dominante foi dentro da variação esperada.

Brachycephalus tabuleiro emitiu grupos de notas em cerca de 40% das emissões, porém como foi capturada em apenas uma gravação que não foi feita desde o começo do canto, não podemos ter certeza da acurácia do valor. Para notas atenuadas, parâmetro não visto na descrição original, cerca de 40% das emissões de *B. tabuleiro* apresentam notas atenuadas associadas, outro fator interessante foi a observação de *warming notes sensu* Bornschein *et al.*, 2018, que são notas fracas e com menos pulsos no início do canto do indivíduo, pudemos observá-los na gravação 1 do indivíduo 5 (Tabela 3).

Brachycephalus verrucosus Ribeiro, Bornschein, Belmonte-Lopes, Firkowski, Morato e Pie, 2015.

Brachycephalus verrucosus emitiu 20% de suas notas, como atenuadas, um valor não muito alto para o grupo de espécies. E emitiu apenas 24% de suas notas típicas como grupos de notas, o que o coloca em 10º e emitiu uma média elevada de pulsos por nota. *B. verrucosus* segue o padrão de *B. pernix* e talvez utilize uma abordagem semelhante a *B. pernix* favorecendo número de pulsos por nota ao invés de grupos de notas,

Porém *B. verrucosus* também emitiu um canto com mais números de pulsos que o esperado, 5–8 no canto MHNCI 244, o que talvez indique um canto com diferente função (Toledo *et al.*, 2015).

Todos esses parâmetros: como notas atenuadas, grupos de notas e warming notes se mostram muito presentes nas análises que observamos. Essa variação e complexidade do canto de anúncio é uma excelente maneira de compreendermos as espécies. Muitos não foram vistos nas descrições originais das espécies, talvez por gravações curtas, qualidade mais baixa, fatores ecológicos ou devido a não anotação por parte dos pesquisadores.

Notas atenuadas que nunca foram descritas em espécies do grupo *B. pernix* (Bornschein *et al.*, 2021), porém é frequente nas gravações analisadas neste estudo e em espécies cujo canto já foi analisado, talvez com uma amostragem maior de espécies do antigo grupo *B. didactylus* cujo canto se assemelha as espécies do grupo *B. pernix*, possamos observar mais espécies que apresentam o parâmetro.

Ao longo dos anos, a descrição de cantos de anúncio de espécies do gênero *Brachycephalus*, especialmente do grupo *B. pernix*, é alvo de um debate sobre a maneira mais apropriada para anotar e descrever suas variações (Bornschein *et al.*, 2018). Descrições são realizadas em duas abordagens: abordagem centrada em notas ou na abordagem centrada no canto (Kohler *et al.*, 2017). Recentemente com o avanço do entendimento de cantos do gênero, permitiram a inclusão de mais variações como notas próximas umas às outras e notas mais distantes (Mangia *et al.*, 2023; Toledo *et al.*, 2024), ou seja, grupos de notas e notas isoladas de acordo com Bornschein *et al.*, 2018.

Essas distinções fornecem informações relevantes sobre o contexto e função dos tipos de emissão, geralmente características úteis para a reprodução são mantidas nos cantos de anúncio (Gregory, 2009). O canto de anúncio de espécies do grupo *Brachycephalus pernix*, começam com notas isoladas e evoluem para grupos de notas, que exigem mais energia e são emitidos ao final do canto. a complexidade pode estar associada a função de atração de parceiros como é o caso de algumas espécies (Toledo *et al.*, 2015). Talvez os animais necessitem de aquecimento para emitirem seus sons mais complexos como observado em outras espécies de anuros (Oliveira *et al.*, 2014) ou os tipos de canto possuem funções diferentes (Toledo *et al.*, 2015). Todo esse contexto ecológico é perdido quando é gravado apenas uma fração do canto completo de *Brachycephalus*, nas espécies do grupo *B. pernix* uma emissão completa raramente dura mais de 2 min, tempo completamente acessível para pesquisadores.

A descrição dos cantos de anúncio do grupo de espécies teve início com Monteiro *et al.* (2018a), que abordou o canto de *B. actaeus* sem detalhar a metodologia de análise, embora se assemelhe à abordagem centrada nas notas (Köhler *et al.*, 2017) mencionada explicitamente em Monteiro *et al.* (2018b). Este último descreveu os cantos de *B. olivaceus* e *B. quiririensis*, mas sem discutir grupos de notas ou notas atenuadas.

Bornschein *et al.* (2018) descreveu o canto de *B. albolineatus* com metodologia detalhada, utilizando uma abordagem centrada nas notas que identificou grupos de notas, notas isoladas e warming notes, analisando o canto completo. Essa abordagem foi replicada para *B. mirissimus* (Pie *et al.*, 2018) e na redescrição do canto de *B. tridactylus* (Bornschein *et al.*, 2019b), que não apresentou grupos de notas ou notas atenuadas, mas foi distinguido de *B. sulfuratus*.

Já Mângia *et al.* (2023) aplicou a análise centrada em cantos, porém reconheceu os tipos de notas que, na abordagem de Bornschein *et al.* (2018), seriam classificadas como notas isoladas e agrupadas.

Abordagens robustas, como as utilizadas para diferenciar os cantos de anúncio de *B. dacnis*, *B. hermogenesi* e *B. sulfuratus* (Bornschein *et al.*, 2021; Toledo *et al.*, 2024). Nos mostram como as análises centradas nas notas foram eficazes na identificação de padrões distintos.

Hipóteses para os tipos de notas:

Em nosso estudo também são descritos parâmetros que demonstram o aumento de energia ao longo dos cantos de anúncio (esforço vocal completo), essa abordagem revela que espécies favorecem um maior número de pulsos em uma nota enquanto outras espécies favorecem a emissão de grupos de notas. Realizando o teste de correlação de Pearson, obtemos uma correlação negativa de -0.585 e um valor de $p < 0.05$ para taxa de notas por minuto e número de pulsos (Figura 8), sugerindo diferentes estratégias para a atração de parceiros (Gerhardt *et al.*, 2000).

Além disso, resultados indicam que a proporção de grupos de notas e de notas atenuadas tem potencial filogenético (Figura 11). O clado de *B. curupira*, *B. leopardus*, *B. izecksohni* e *B. brunneus* foi o que mais emitiu grupos de notas e estão muito próximos filogeneticamente. Em relação a notas atenuadas também observamos o clado de *B. boticario*, *B. fuscolineatus*, *B. mirissimus* e *B. albolineatus* que não emitiu ou emitiram muito poucas notas atenuadas.

Esses fatores contribuem para uma argumentação de que emitir duas ou mais notas em sequência (grupos de notas), são selecionados geneticamente e podem indicar o nível de fitness do indivíduo, como consequência são necessários para a reprodução.

Além disso, as vocalizações com baixa quantidade de grupos de notas de *B. actaeus* não parecem ser fruto de baixa atividade devido à baixa temperatura, já que foram gravados a 27°C assim como a grande quantidade de grupos de notas em *B. leopardus* não é devido a altas temperaturas, gravados a 18°C. A temperatura é um grande fator para fatores temporais do canto (Lingnau *et al.*, 2006; Moser *et al.*, 2022), especialmente em relação ao intervalo entre notas (Valetti and Martino 2012). Como essas duas espécies demonstram parâmetros temporais opostos ao que seria esperado em suas temperaturas, reforça a hipótese de que espécies do grupo *B. pernix*, tenham esses parâmetros mais correlacionados a outros fatores, como seleção sexual (Gerhardt *et al.*, 2000), assim fêmeas favorecem mais pulsos ou uma maior taxa de emissão de notas.

A hipótese de Mângia *et al.*, 2023, sugere grupos de notas como cantos de anúncio, enquanto notas isoladas podem ter outra função, como territorialidade. Em *B. actaeus* muitos indivíduos foram observados cantando juntos e a espécie apresentou apenas dois grupos de notas em suas gravações.

Podemos também observar a vocalização em relação a diferentes temperaturas *B. leopardus* é distribuído em montanhas no interior com altitudes de 1340–1645 m acima do nível do mar, enquanto *B. actaeus* é uma espécie que ocorre em regiões costeiras, de 20–530 m acima do nível do mar, devido as regiões diferentes, suas estratégias vocais provavelmente são adaptadas (Gerhardt & Huber, 2002).

Talvez a diferença na proporção de emissões indique uma correlação maior com outros fatores, como contexto social e fatores ecológicos que desempenham um papel crucial nos padrões vocais de cada espécie (Bradbury e Vehrencamp, 2011). Já que havia muitos indivíduos de *B. actaeus* vocalizando ao mesmo tempo, talvez estivessem buscando a proteção do território ao invés de parceiros.

Porém, não exclui a possibilidade de que os parâmetros são moldados pela genética e por isso a temperatura não os influenciou como o esperado.

Algumas espécies foram observadas emitindo cantos de anúncio o ano todo (Monteiro *et al.*, 2018; Toledo *et al.*, 2024) talvez associadas a estabilidade climática do local em que estão inseridas, já que são muito influenciados pelo micro-clima local, umidade, chuva e temperatura (Oliveira and Haddad, 2017). Nossos resultados contemplam espécies com maior distância do litoral e as gravações foram coletadas em 5 meses do ano (outubro a fevereiro).

Novos estudos podem utilizar espécies de topos de montanhas no interior para monitoramento ao longo do ano a fim de observar a variação sazonal na comunicação reprodutiva dessas espécies e também estudos com playback em condições controladas e com animais em cativeiro são excelentes para que a compreensão da motivação e função de cada tipo de canto seja descoberta.

A frequência dominante, talvez não esteja relacionada com a posição filogenética das espécies, o que pode indicar que a frequência dominante é mais relacionada a habitat, tamanho corporal ou outros fatores (Bernardy *et al.*, 2024). Testando a correlação entre tamanho e frequência dominante (Figura 8), algo que acontece em diversos anuros e outros animais, já que a emissão sonora está limitada por processos físicos que ocorrem no corpo do animal (Gingras *et al.*, 2013; Maria *et al.*, 2023). Foi possível observar uma correlação, porém ela não é estatisticamente significativa $p > 0,05$ e não é seguida por todas as espécies, *B. pombali* uma das espécies com maior CRC também possui uma das maiores frequências dominantes, caso não considerarmos essa espécie conseguimos sim observar uma correlação estatisticamente significativa, o que pode indicar mais espécies que sigam o padrão esperado. A maneira de coletar dados na literatura que realizamos pode ser um fator que contribua para esse resultado e a falta de amostragem de CRC de machos de *B. pombali* também. Para futuros estudos seria interessante medir o próprio indivíduo que está vocalizando e gravar seu canto de anúncio, reduzindo fatores que possam prejudicar os dados. porém existem casos em que o padrão não é observado (Kohler *et al.*, 2017; Bernardy *et al.*, 2024) e a frequência pode estar mais relacionada a fatores ambientais do habitat e características espécie específicas

A análise de PCA (Figura 7) reforça os resultados obtidos, já que a maior parte da variância foi explicada por fatores espectrais. A variação de parâmetros espectrais, especialmente da frequência dominante geralmente é mais baixa dentro da mesma espécie (Gerhardt, 1991; Gerhardt & Huber, 2002; Forti *et al.*, 2017) e é o que ocorre também com as espécies deste estudo, isso pode indicar que as espécies buscam a frequência para escolher parceiros, assim os machos favorecem uma frequência semelhante a fim de indicar sua

espécie. Parâmetros temporais geralmente são influenciados por fatores extrínsecos como temperatura e contexto social (Gerhardt & Huber, 2002), dessa forma não foram tão substanciais para diferenciar as espécies, já que um mesmo indivíduo ou indivíduos da espécie podem ter uma variância grande em seus parâmetros temporais, os sobrepondo com de outras espécies.

A análise de PCA (Figura 7) suporta a diferenciação de espécies que foram questionadas por Toledo *et al.*, 2024, *B. pernix* e *B. coloratus* apresentam uma proximidade filogenética grande, porém os dados utilizados no PCA separam as duas elipses das espécies, mostrando mais uma vez a importância de dados acústicos.

Para a identificação entre espécies, nossos resultados são suficientes para identificar apenas *B. tridactylus* pode ser separado pela sua frequência, já que para o restante a frequência dominante possui valores sobrepostos, em relação a duração de notas, apenas *B. pernix* e *B. tabuleiro* consegue ser diferenciados de *B. albolineatus* e *B. mirissimus*, todas as outras espécies apresentam valores sobrepostos. O mesmo pode ser dito por número de pulsos por notas, todas as espécies emitem notas com 2 pulsos (Figura 6).

Para grupos de notas 5 espécies apresentaram 3 notas em seus grupos de notas (*B. brunneus*, *B. fuscolineatus*, *B. izecksohni*, *B. pombali*, *B. curupira*, *B. leopardus*), 3 espécies apresentaram 4 (*B. izecksohni*, *B. pombali*, *B. curupira*, *B. leopardus*), *B. curupira* e *B. leopardus* apresentaram 5 notas em um grupo, enquanto *B. leopardus* apresentou 6.

Conclusões

Descrevemos parâmetros inéditos em diversas espécies cujo canto já havia sido descrito (*B. actaeus*, *B. quiririensis*, *B. olivaceus*, *B. tabuleiro*) e também descrevemos o canto de espécies cujo canto não era conhecido (*B. auroguttatus*, *B. coloratus*, *B. ferruginus*, *B. fuscolineatus*, *B. izecksohni*, *B. leopardus*, *B. pernix*, *B. pombali*, *B. verrucosus*). Também demonstramos a frequência de notas atenuadas nas emissões de espécies do grupo e esperamos que outros pesquisadores se mantenham atentos a essa possibilidade em novas espécies a serem descritas, assim como esperamos que estudos experimentais possam ser realizados para compreendermos realmente o que acontece com esses sapos miniaturizados

Portanto destacamos a importância de abordagens detalhadas e padronizadas na descrição de cantos de anúncio de espécies do gênero. A utilização da abordagem centrada na nota se mostrou essencial para observar nuances nas emissões e se mostrou capaz de observar padrões filogenéticos e aspectos comportamentais e ecológicos. Parâmetros como a proporção de grupos de notas e de notas atenuadas se mostraram indicadores que podem ser utilizados para estudos futuros sobre a evolução do canto no grupo.

As mensurações se mostraram capazes de observar variações influenciadas por fatores intrínsecos, como filogenia e fatores extrínsecos, como condições ambientais e contexto social. Esses parâmetros mostram as possíveis implicações ecológicas e evolutivas do grupo. Ressaltando que há uma certa complexidade na emissão desses animais.

Dessa forma esse trabalho contribui significativamente para o conhecimento dos cantos de anúncio de espécies do grupo *B. pernix* e propõe um caminho para a padronização das descrições. Além de propor estudos futuros que devam integrar fatores ecológicos, filogenéticos e estudos experimentais para o conhecimento do gênero. Aprofundando ainda mais o entendimento sobre as pressões seletivas presentes em cada sinal presente nesses anuros microendêmicos.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

Milena Wachlevski disponibilizou acesso para gravações de *B. tabuleiro* na CASA. André Confetti realizou gravações em campo. Luiz F. Ribeiro realizou gravações em campo. Fundação boticário de amparo a natureza auxiliou financeiramente o esforço de campo.

Referências

- Alves ACR, Ribeiro LF, Haddad CFB, Reis SF (2006) Two new species of *Brachycephalus* (Anura: Brachycephalidae) from the Atlantic forest in Parana state, southern Brazil. *Herpetologica* v.62:221-233.
- Alves, Gabriel Silveira Prado. Descrição do canto de anúncio de *Brachycephalus brunneus* e *B. curupira* (Anura: Brachycephalidae). 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas com habilitação em Biologia Marinha) – Instituto de Biociências do Campus do Litoral Paulista, Universidade Estadual Paulista, São Vicente, 2023
- Araya-Salas M (2020) Raven: connecting R and Raven bioacoustic software. R package version 1.0.9.
- Bradbury JW, Vehrencamp SL (2011) Principles of animal communication. Sinauer Associates, Sunderland, 697 pp.
- Bee MA, Suyesh R., Biju S.D. (2013) The vocal repertoire of *Pseudophilautus kani*, a shrub frog (Anura: Rhacophoridae) from the Western Ghats of India. *Bioacoustics* 22: 67-85.
- Bernardy JV, Llusia D, Maciel N, De Marco Júnior, Paulo, Bastos R (2024). Do body size and habitat shape call frequencies of Brazilian hylids (Amphibia: Anura) *Journal of Ethology*. 42. 10.1007/s10164-024-00819-3.
- Bolaños WH, Dias IR., & Solé, M. (2024). Zooming in on amphibians: Which is the smallest vertebrate in the world? *Zoologica Scripta*, 00, 1–5. <https://doi.org/10.1111/zsc.12654>
- Bornschein MR, Firkowski CR, Belmonte-Lopes R, Corrêa L, Ribeiro LF, Morato SAA, Antoniazzi-Jr. RL, Reinert BL, Meyer ALS, Cini FA, Pie MR (2016) Geographic and altitudinal distribution of *Brachycephalus Fitzinger* (Anura: Brachycephalidae) endemic to the Brazilian Atlantic Rainforest. *PeerJ* 4: e2490. <https://doi.org/10.7717/peerj.2490>
- Bornschein MR, Pie MR, Teixeira L (2019a). Conservation status of *Brachycephalus* toadlets (Anura: Brachycephalidae) from the Brazilian Atlantic Rainforest. *Diversity* 11(9): 150. <https://doi.org/10.3390/d11090150>
- Bornschein MR, Ribeiro LF, Teixeira L, Belmonte-Lopes R, Moraes LAD, Corrêa L, Maurício GN, Nadaline J, Pie MR (2021). A review of the diagnosis and geographical distribution of the recently described flea toad *Brachycephalus sulfuratus* in relation to *B. hermogenesi* (Anura: Brachycephalidae) *PeerJ* 9: e10983 <https://doi.org/10.7717/peerj.10983>
- Bornschein MR, Ribeiro LF, Rollo MM Jr, Confetti AE, Pie MR (2018). Advertisement call of *Brachycephalus albolineatus* (Anura: Brachycephalidae) *PeerJ* 6: e5273 <https://doi.org/10.7717/peerj.5273>
- Bornschein MR, Rollo Jr MM, Pie MR, Confetti AE, e Ribeiro LF (2019b). Redescription of the advertisement call of *Brachycephalus tridactylus* (Anura: Brachycephalidae). *Phyllomedusa* 18(1): 3-12. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9079.v18i1p3-12>

- Christensen-Dalsgaard J (2008). Amphibian Bioacoustics. In: Havelock, D., Kuwano, S., Vorländer, M. (eds) Handbook of Signal Processing in Acoustics. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-0-387-30441-0_102
- Comtois D (2021) Summarytools: Tools to quickly and neatly summarize Data. R package version 1.0.0. <https://CRAN.R-project.org/package=summarytools>
- Condez TH, Clemente-Carvalho RBG, Haddad CFB, Reis Dos SF (2014) A new species of *Brachycephalus* (Anura: Brachycephalidae) from the highlands of the Atlantic Forest, southeastern Brazil. *Herpetologica* 70:89–99 DOI 10.1655/HERPETOLOGICA-D-13-00044
- Condez TH, Monteiro JP, Comitti EJ, Garcia PC, Amaral IB, Haddad CFB (2016) A new species of flea-toad (Anura: Brachycephalidae) from southern Atlantic Forest, Brazil. *Zootaxa*: 4083(1):40–56 DOI 10.11646/zootaxa.4083.1.2
- Condez, TH, Monteiro JP, Haddad CFB (2017). Comments on the current taxonomy of *Brachycephalus* (Anura: Brachycephalidae). *Zootaxa* 4290:395–400.
- Condez TH, Monteiro JPC, Malagoli LR, Trevine VC, Schunck F, Garcia PCA, Haddad CFB (2021) Notes on the hyperossified pumpkin toadlets of the genus *Brachycephalus* (Anura: Brachycephalidae) with the description of a new species. *Herpetologica* 77:176–194
- De Araújo CB, Guerra TJ, Amatzuzi COM, Campos LA (2012) Advertisement and territorial calls of *Brachycephalus pitanga* (Anura: Brachycephalidae). *Zootaxa* 3302:66–67
- Erdtmann L, Amézquita A (2009). Differential Evolution of Advertisement Call Traits in Dart-Poison Frogs (Anura: Dendrobatidae). *Ethology*, 115(9), 801–811. doi:10.1111/j.1439-0310.2009.01673.x
- Emmrich M, Vences M, Ernst R, Kohler J, Barej MF, Glaw F, Jensen M, Rodel M, (2020). A guild classification system proposed for anuran advertisement calls. *Zoosystematics and Evolution*, 96(2), 515e525. <https://doi.org/10.3897/zse.96.38770>
- Folly M, Amaral L, Carvalho S, Pombal J (2020). Rediscovery of the toadlet *Brachycephalus bufonoides* Miranda-Ribeiro, 1920 (Anura: Brachycephalidae) with osteological and acoustic descriptions. *Zootaxa*. 4819:265-294. 10.11646/zootaxa.4819.2.3
- Folly M, Condez TH, Vrcibradic D, da Rocha CFD, Machado AS, Lopes RT, Pombal Jr JP (2024). A new species of *Brachycephalus* (Anura: Brachycephalidae) from the northern portion of the state of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. *Vertebrate Zoology*. Senckenberg 74: 1–21 (DOI: 10.3897/vz.74.e103573).
- Folly M, Vrcibradic D, Siqueira CC, Rocha CFD, Machado AS, Lopes RT, Pombal JPJ (2022) A New Species of *Brachycephalus* (Anura, Brachycephalidae) from a Montane Atlantic Rainforest of Southeastern Brazil, with a Reappraisal of the Species Groups in the Genus, *Ichthyology & Herpetology*, 110(3), 585-601
- Forti LR (2018) Peer Review #1 of "Advertisement call of *Brachycephalus albolineatus* (Anura: Brachycephalidae) (v0.2)". PeerJ <https://doi.org/10.7287/peerj.5273v0.2/reviews/1>
- Forti L, Lingnau R, Bertoluci J (2017) Acoustic variation in the advertisement call of the Lime treefrog *Sphaenorhynchus caramaschii* (Anura: Hylidae). *Vertebrate Zoology*. 67. 197-205. 10.3897/vz.67.e31586.
- Frost, Darrel R. (2024) Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.2 (02/23/2024). Electronic Database accessible at <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA. doi.org/10.5531/db.vz.0001
- Garey MV, Lima AMX, Hartmann MT, Haddad CFB (2012) A new species of miniaturized toadlet, genus *Brachycephalus* (Anura: Brachycephalidae), from southern Brazil. *Herpetologica* 68:266–271 DOI 10.1655/HERPETOLOGICA-D-11-00074.1

- Gerhardt HC (1991): Female mate choice in treefrogs: static and dynamic acoustic criteria, *Animal Behaviour*, Volume 42, Issue 4, Pages 615-635, ISSN 0003-3472, [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(05\)80245-3](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(05)80245-3).
- Gerhardt HC (1994): The evolution of vocalization in frogs and toads. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 25: 293-324.
- Gerhardt HC, Huber F (2002) Acoustic communication in insects and anurans. The University of Chicago Press, Chicago, 542 pp.
- Gingras B, Boeckle M, Herbst C, Fitch W (2013) Call acoustics reflect body size across four clades of anurans. *Journal of Zoology*. 289. 10.1111/j.1469-7998.2012.00973.x.
- Goutte S, Mason MJ, Christensen-Dalsgaard J. *et al.* (2017) Evidence of auditory insensitivity to vocalization frequencies in two frogs. *Sci. Rep.* 7:12121. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-12145-5>
- Guerra V, Llusia D, Gambale PG, Morais ARd, Márquez R, et al. (2018) The advertisement calls of Brazilian anurans: Historical review, current knowledge and future directions. *PLOS ONE* 13(1): e0191691. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191691>
- Guimarães CS, Luz S, Rocha PC, Feio RN (2017). The dark side of pumpkin toadlet: a new species of *Brachycephalus* (Anura: Brachycephalidae) from Serra do Brigadeiro, southeastern Brazil. *Zootaxa*, [S.L.], v. 4258, n. 4, p. 327. Magnolia Press. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4258.4.2>
- Köhler J, Jansen M, Rodríguez A, Kok PJR, Toledo LF, Emmrich M, Glaw F, Haddad CFB, Rödel MO, Vences M (2017) The use of bioacoustics in anuran taxonomy: theory, terminology, methods and recommendations for best practice. *Zootaxa* 4251: 1–124
- Ligges U, Krey S, Mersmann O, and Schnackenberg S (2023). tuneR: Analysis of Music and Speech. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=tuneR>
- Lucass C, Eens M, Müller W (2016) When ambient noise impairs parent-offspring communication. *Environmental Pollution* 212: 592–597. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.03.015>
- Maddison WP, and Maddison DR (2023). Mesquite: a modular system for evolutionary analysis. Version 3.81 <http://www.mesquiteproject.org>
- Mângia S, Santana DJ, de Oliveira Drummond L, Sabagh LT, Ugioni L, Costa PN, Wachlewski M (2023) A new species of *Brachycephalus* (Anura: Brachycephalidae) from Serra do Tabuleiro, Southern Brazil. *Vertebrate Zoology* 73: 575-597. <https://doi.org/10.3897/vz.73.e102098>
- Maria B, Tonini JFR, Rebouças R, Toledo LF. (2023). Hidden shifts in allometry scaling between sound production and perception in anurans. *PeerJ* 11:e16322 <https://doi.org/10.7717/peerj.16322>
- McLean MJ, Bishop PJ, Nakagawa S (2013) Assessing the patterns of evolution in anuran vocal sexual signals. *Evolutionary Biology* 40: 141–149. <https://doi.org/10.1007/s11692-012-9197-0>
- Miller MB, Bassler BL (2001) Quorum sensing in bacteria. *Annual Reviews of Microbiology* 55: 165–199. <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.55.1.165>
- Monteiro JPC, Condez TH, Garcia PCA, Comitti EJ, Amaral IB e Haddad CFB (2018a) A new species of *Brachycephalus* (Anura, Brachycephalidae) from the coast of Santa Catarina State, southern Atlantic Forest, Brazil. *Zootaxa*, 4407(4), 483-505. <http://doi.org/10.11646/zootaxa.4407.4.2>.
- Monteiro JPC, Condez TH, Garcia PC de A, e Haddad, CFB (2018b) The advertisement calls of two species of *Brachycephalus* (Anura: Brachycephalidae) from southern Atlantic Forest, Brazil. *Zootaxa*, 4415(1), 183-188. <http://doi.org/10.11646/zootaxa.4415.1.10>.
- Nunes I, Guimarães CS, Moura PHAG, Pedrozo M, Moroti MdT, *et al.* (2021) Hidden by the name: A new fluorescent pumpkin toadlet from the *Brachycephalus ephippium* group

(Anura: Brachycephalidae). PLOS ONE 16(4): e0244812.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244812>

Oliveira EG, Haddad CFB (2017). Activity, acoustic repertoire and social interactions of the Red Toadlet, *Brachycephalus pitanga* (Anura: Brachycephalidae) *Salamandra* 53:501-506

Oliveira R, Ruas D, Mira-Mendes C, Solé M (2014) Advertisement call of *Rhinella crucifer* (Wied-Neuwied, 1821) (Anura: Bufonidae) from southern Bahia, Brazil. *Zootaxa*. 3784. 97-8. DOI 10.11646/zootaxa.3784.1.9.

Pie MR, Ribeiro LF (2015) A new species of *Brachycephalus* (Anura: Brachycephalidae) from the Quiriri mountain range of southern Brazil. *PeerJ* 3:e1179; DOI 10.7717/peerj.1179.

Pie, MR.; Ribeiro, LF, Confetti, AE, Nadaline, MJ, BORNSCHEIN, MR (2018) A new species of *Brachycephalus* (Anura: Brachycephalidae) from southern Brazil. *PeerJ*, v. 6, p. e5683, 2018.

Pombal JP Jr, Sazima I, Haddad CFB (1994). Breeding behavior of the pumpkin toadlet, *Brachycephalus ephippium* (Brachycephalidae). *Journal of Herpetology* 28:516–519 DOI 10.2307/1564972.

Pombal JP, Jr, Wistuba E, Bornschein MR. (1998). A new species of brachycephalid (Anura) from the Atlantic rain forest of Brazil. *Journal of Herpetology* 32: 70–74.

R Core Team (2018) R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Available at <https://www.r-project.org>

Ribeiro, Alves, Haddad & Reis 2005 *Bol Mus Nac Rio de Janeiro* 519

Ribeiro LF, Blackburn DC, Stanley EL, Pie MR, Bornschein MR. (2017) Two new species of the *Brachycephaluspernix* group (Anura: Brachycephalidae) from the state of Paraná, southern Brazil. *PeerJ* 5:e3603

Ribeiro LF, Bornschein MR, Belmonte-Lopes R, Firkowski CR, Morato SAA, Pie MR. (2015). Seven new microendemic species of *Brachycephalus* (Anura: Brachycephalidae) from southern Brazil. *PeerJ* 3:e1011 <https://doi.org/10.7717/peerj.1011>

Rivera-Correa M, Vargas FS, Grant I (2017) Statistical differences and biological implications: a comparative analysis of the advertisement calls of two Andean stream treefrogs (Hylidae: *Hyloscirtus*) and the evolution of acoustic characters. *Salamandra*. 53. 237-244.

Roca TI, Desrochers L, Giacomazzo M, Bertolo A, Bolduc P, Deschesnes R, Martin CA, Rainville V, Rheault G, Proulx R (2016) Shifting song frequencies in response to anthropogenic noise: a meta-analysis on birds and anurans, *Behavioral Ecology*, Vol. 27, Issue 5, Sept-Oct 2016, Pag. 1269–1274, <https://doi.org/10.1093/beheco/arw060>

Schwartz CA, Castro MS, Pires Jr. OR, Maciel NM, Schwartz ENF, Sebben A (2007) Princípios bioativos da pele de anfíbios: Panorama atual e perspectivas. In: Nascimento LB, Oliveira ME (Eds) *Herpetologia no Brasil II*. Sociedade Brasileira de Herpetologia, Belo Horizonte, 146–168

Sueur J, Aubin T e Simonis C (2008) Seewave: a free modular tool for sound analysis and synthesis. *Bioacoustics—The International Journal of Animal Sound and its Recording* 18(2): 213–226

Toledo LF, Botelho LM, Carrasco-Medina AS, Gray JA, Ernetti JR, Gama JM, Lyra ML, Blackburn DC, Nunes I, Muscat E. (2024). Among the world's smallest vertebrates: a new miniaturized flea-toad (Brachycephalidae) from the Atlantic rainforest. *PeerJ* 12:e18265 <https://doi.org/10.7717/peerj.18265>

Toledo LF, Martins IA, Bruschi DP, Passos MA., Alexandre C, Haddad CFB (2015): The anuran calling repertoire in the light of social context. *Acta Ethol.* 18: 97-99

Valetti J, Martino A (2012) Temperature effect on the advertisement call of *Pleurodema tucumanum* (Anura: Leiuperidae). *Phyllomedusa*. 11. 125-134.

917 Verdade VK, Rodrigues MT, Cassimiro J, Pavan D, Liou N, Lange, MC (2008).
918 Advertisement Call, Vocal Activity, and Geographic Distribution of *Brachycephalus*
919 *hermogenesi* (Giaretta and Sawaya, 1998) (Anura, Brachycephalidae). *Journal of*
920 *Herpetology*, 42(3), 542–549. <http://www.jstor.org/stable/40060549>
921 Wells KD (2007) The Ecology and Behavior of Amphibians. Chicago: University Of
922 Chicago Press; 2007.
923

Figuras e tabelas:

Figura 1: Gráfico de proporção para notas atenuadas vs notas típicas (%), podemos observar a grande variação no parâmetro. *B. coloratus* tem mais de 80% do seu canto associado a notas atenuadas, enquanto algumas espécies sequer as apresentam.

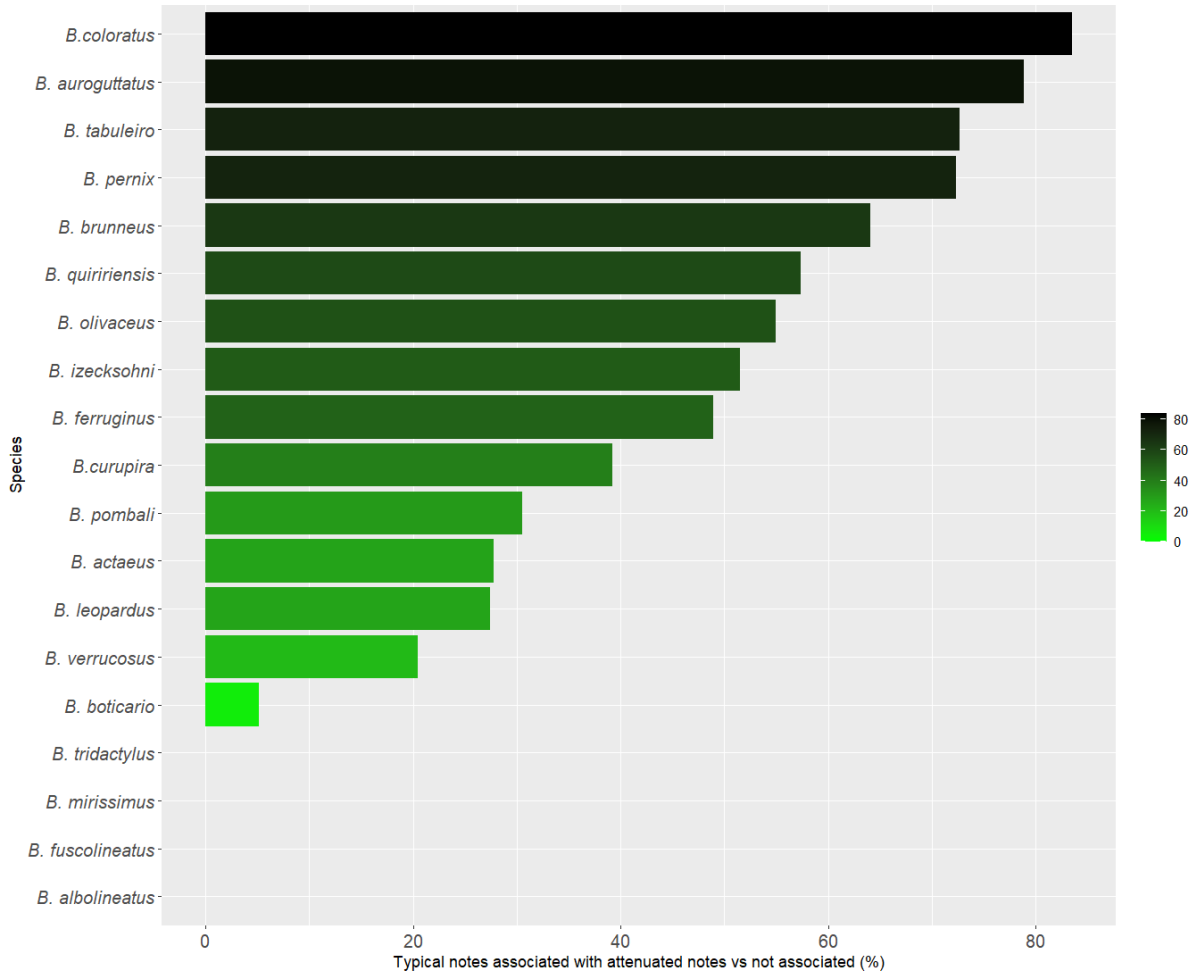


Figura 2: Diferença entre notas atenuadas (Círculo vermelho) de *B. auroguttatus* e *B. coloratus*. A nota pode apresentar maior ou menor intensidade dependendo da espécie, gravação ou proximidade do microfone. Nesse caso *B. coloratus* estava a 10 cm do microfone, mais perto que *B. auroguttatus*, porém apresenta uma nota com amplitude significativamente menor, ~-40 dB em comparação com ~-25 dB de *B. auroguttatus*. Em *B. auroguttatus* espectrogramas coletados da gravação MHNCI 387, *B. coloratus* gravação MHNCI 249. Todos os espectrogramas foram gerados em Hann window 256 de FFT, 90 de overlap utilizando o pacote Seewave (Sueur *et al.*, 2008). Imagens 3D em Hann window, 256 de FFT, 90 de overlap. Para *B. auroguttatus* foi escolhido o limite de decibéis de -30 dB para *B. coloratus* -50 dB utilizando o pacote SoundShape (Rocha, 2023)

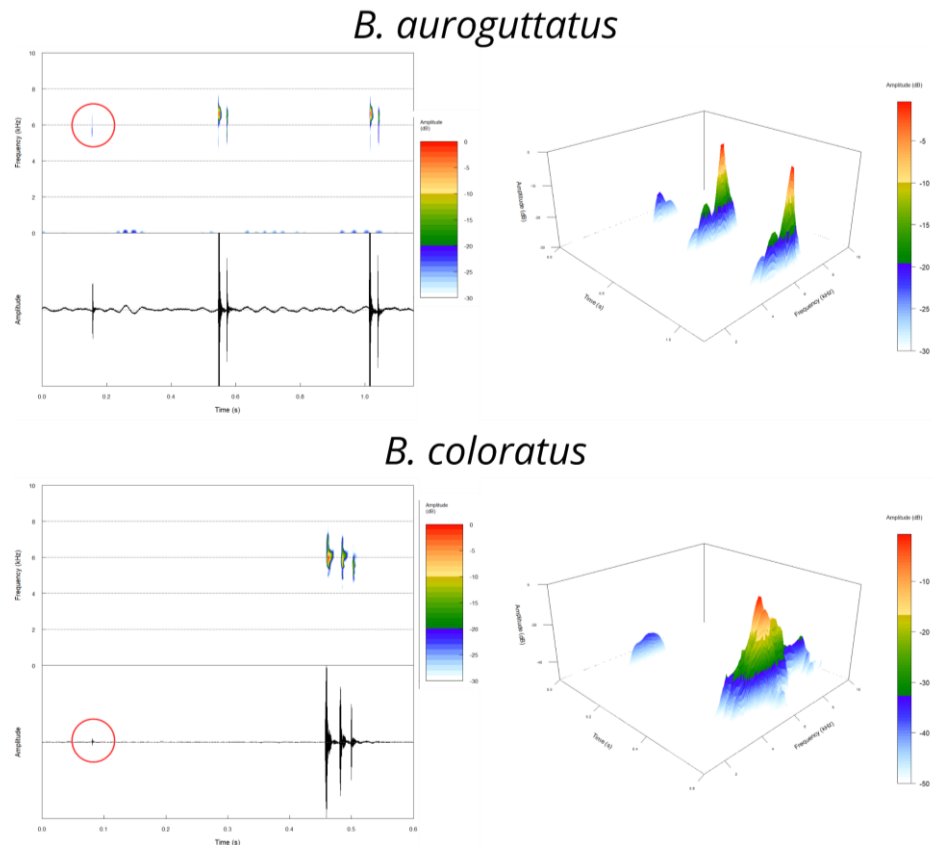


Figura 3: Gráfico ilustrando notas de grupos de notas vs todas as notas emitidas, a proporção entre as duas foi calculada em forma de porcentagem, descrevendo a quantidade de notas de grupos de notas nos cantos de anúncio, indicando a grande variação presente. N está indicando quantas notas fizeram parte de grupos de notas e quantas notas fazem parte de

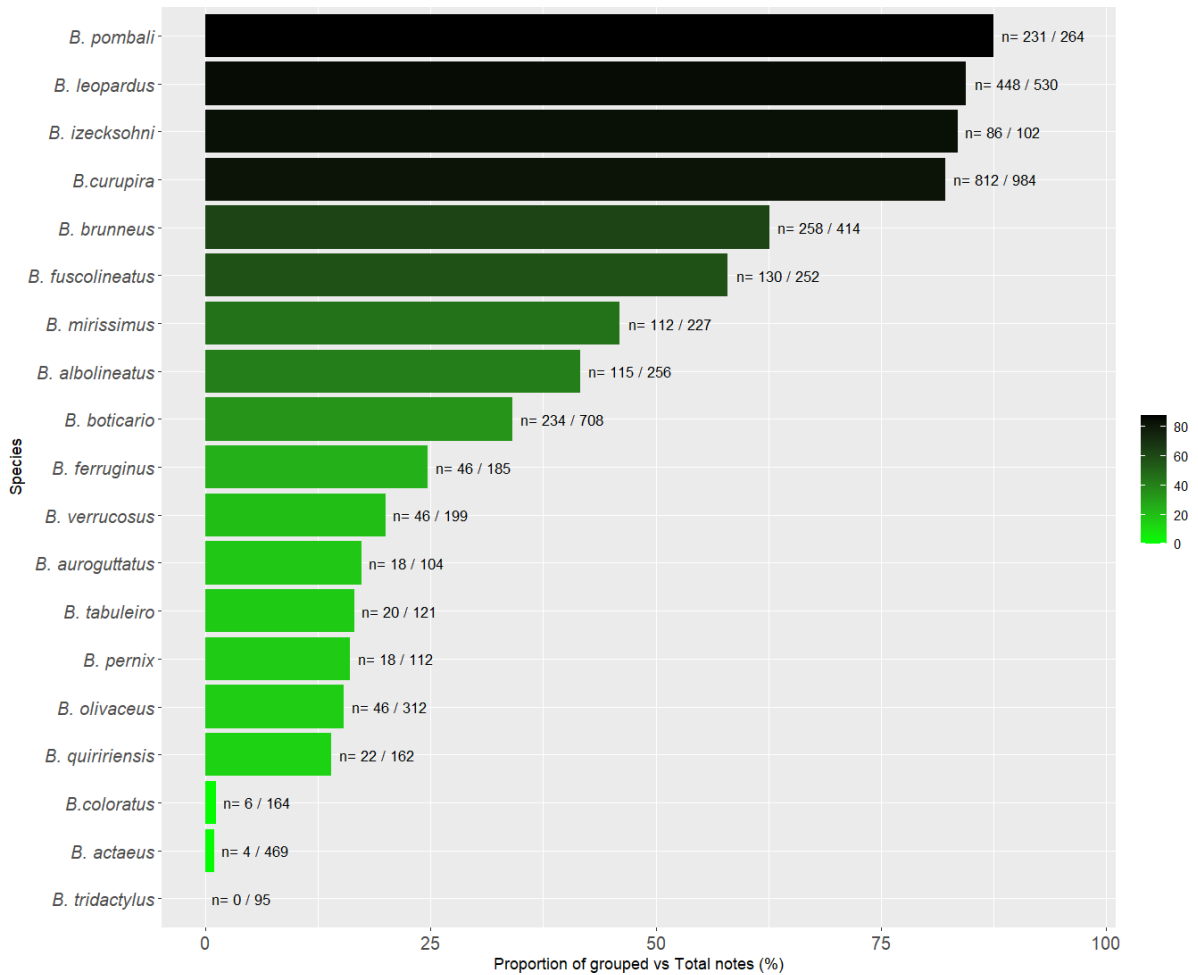
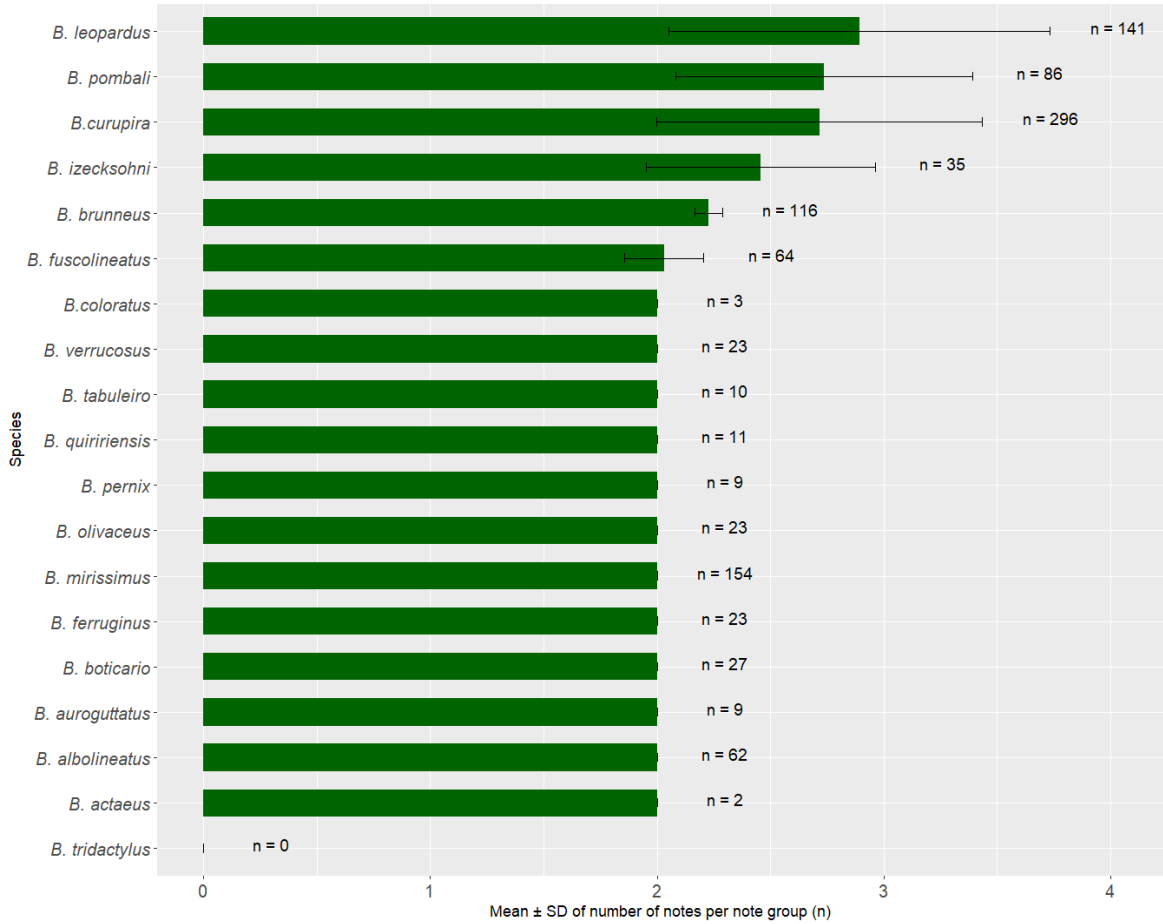
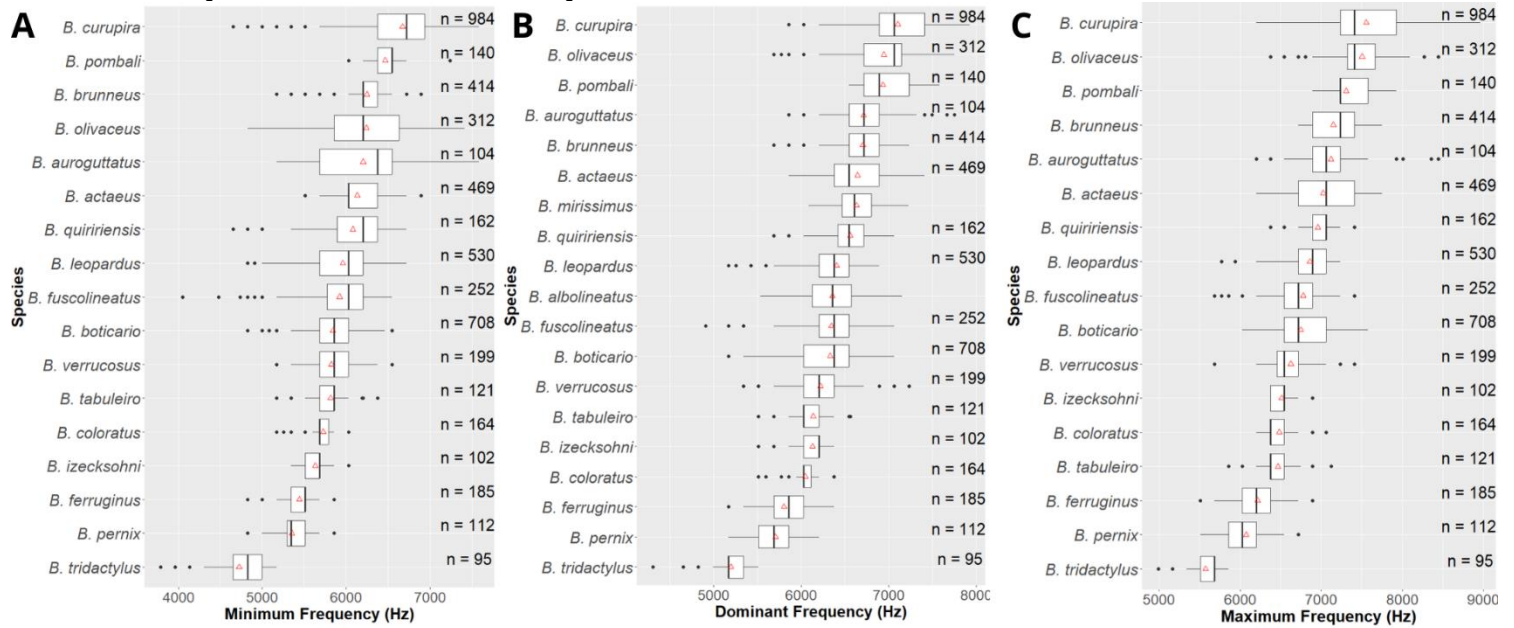


Figura 4: Número de notas presentes em cada grupo de notas das espécies, média e desvio padrão seguido pelo n amostral da quantidade de grupos de notas que foram analisados. 12 espécies apresentaram apenas 2 notas em grupos de notas enquanto as 4 espécies com maior média possuem uma variação muito maior.



952 **Figura 5:** Boxplot de parâmetros espectrais de todas as espécies do grupo *B. pernix* (Espécies
 953 em que dados foram inferidos da literatura o n amostral não foi exposto). O Triângulo
 954 vermelho indica a média e a linha preta a mediana. A indica a frequência mínima, B a
 955 frequência dominante e C a frequência máxima.



957 **Figura 6:** Parâmetros temporais dos cantos de anúncio de espécies do grupo *B. pernix*
 958 (Espécies em que gravações não foram analisadas os valores foram inferidos da literatura e
 959 não foi obtido o n amostral). Triângulo vermelho indica a média e a linha preta a mediana.

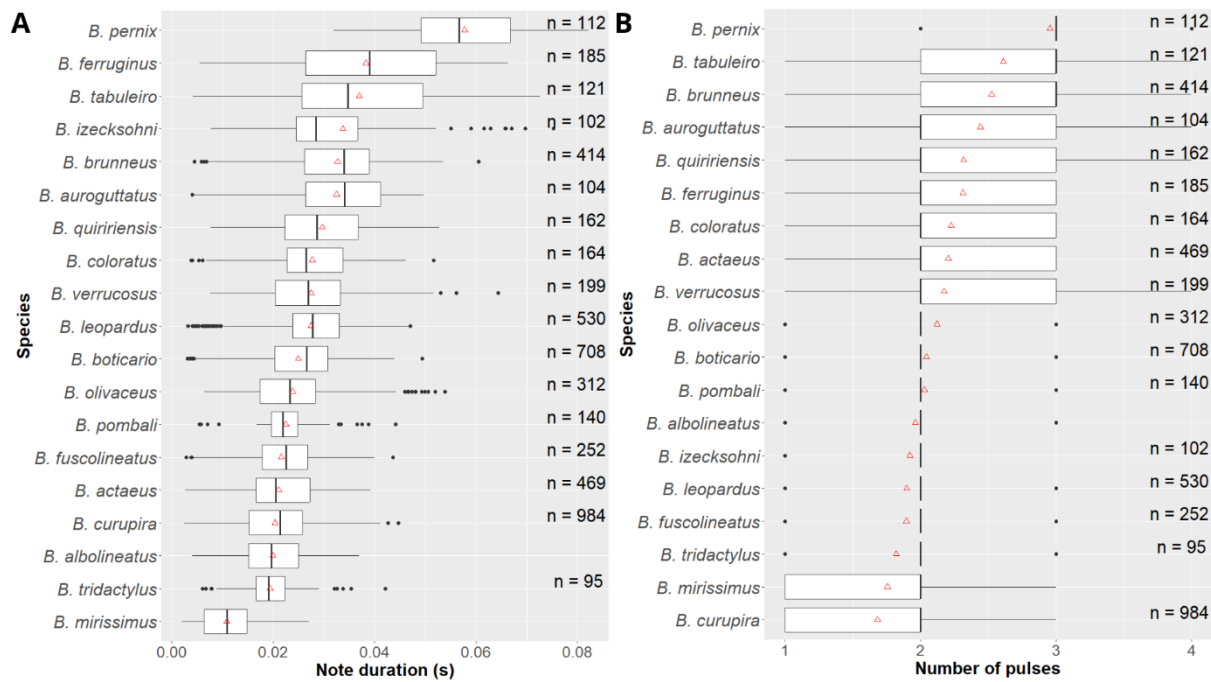
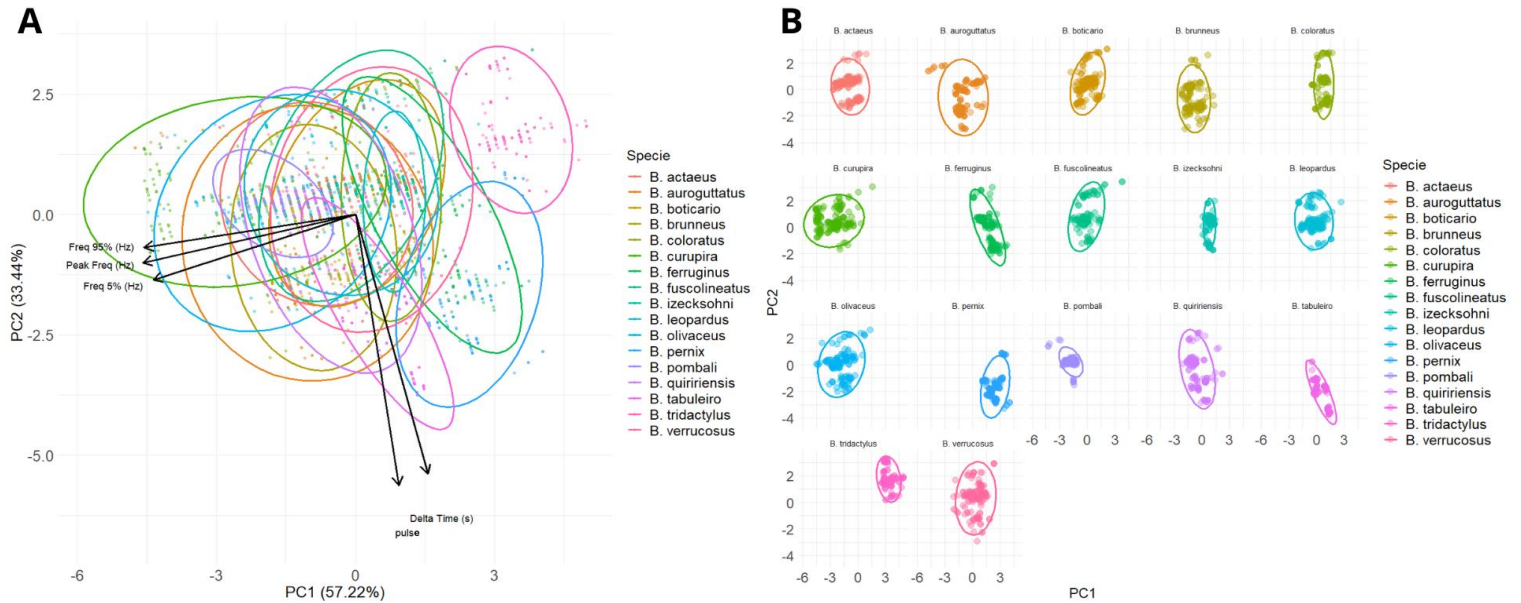
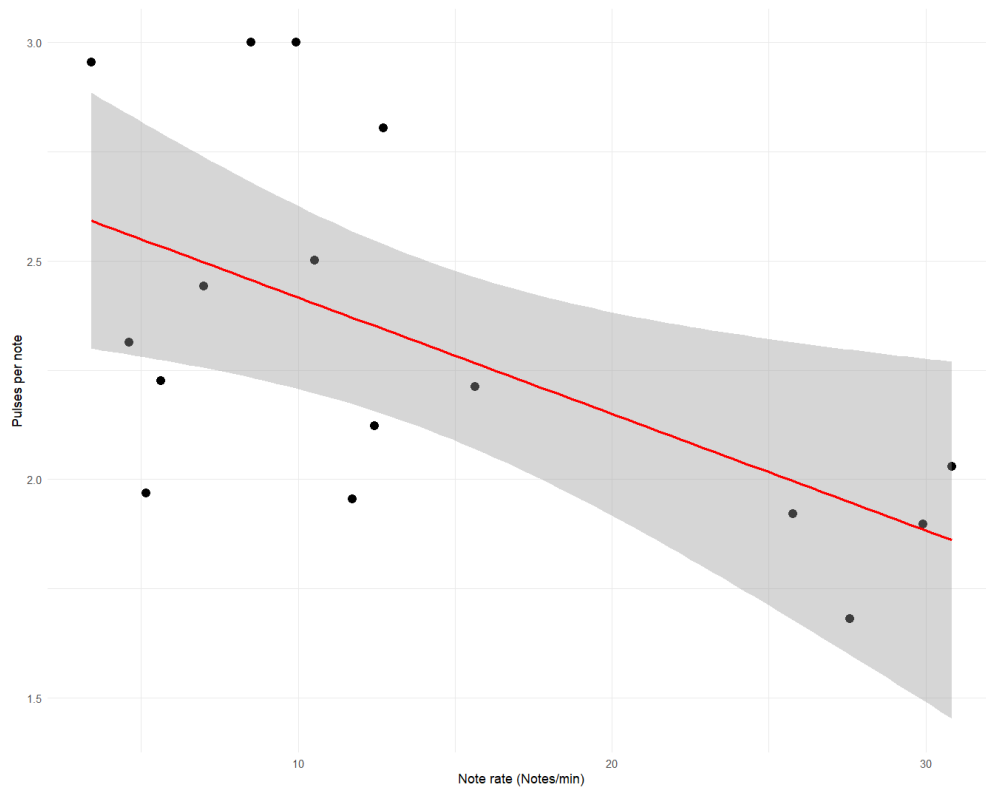


Figura 7: Análise de PCA realizada em 5 variáveis medidas dos cantos de anúncio, em **A** a análise indica todas as espécies em uma única imagem, já em **B** constam os mesmos pontos e as mesmas elipses, mas separados para melhor visualização. valores de variância dos componentes principais escritos na imagem (PC1=57,22% da variância e PC2=33,44%) PC1 comporta os valores espectrais, enquanto PC2 indica os valores temporais, elipses utilizadas com 95% de nível de confiança.

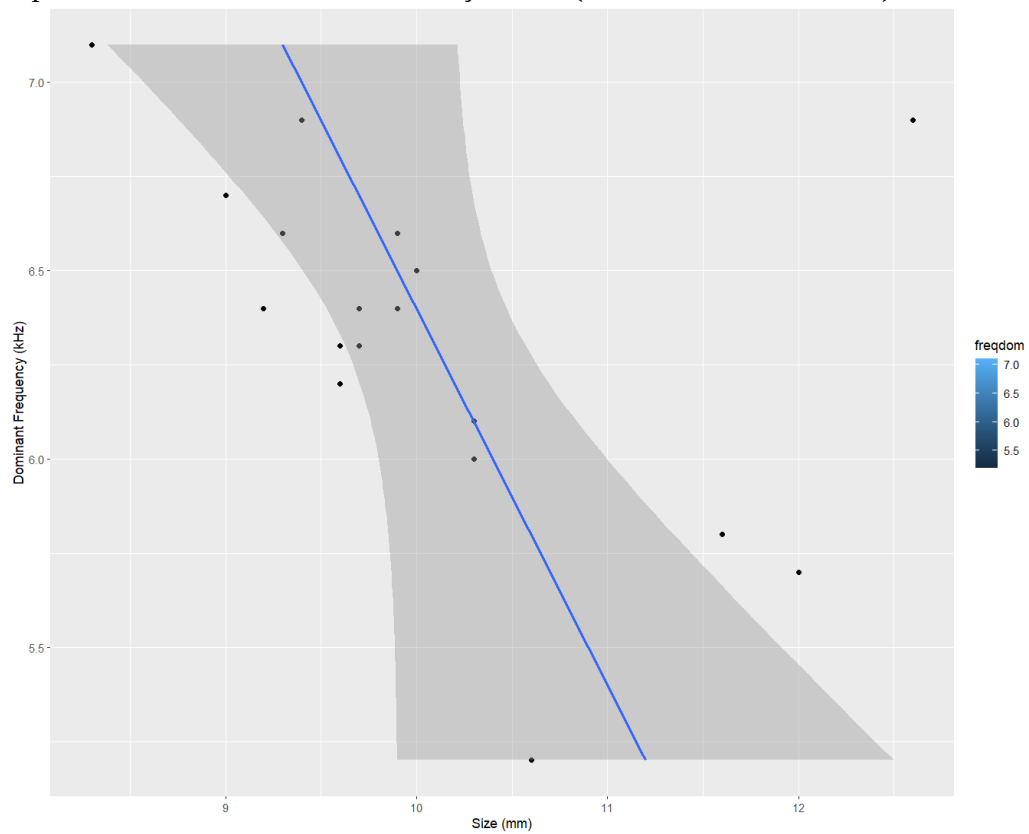


969 **Figura 8:** Correlação entre taxa de notas e número de pulsos por nota. Correlação (r): -0.585,
970 indicando uma correlação negativa. Valor de p: 0.01723, menor que 0,05, indicando que é
971 significativo. Intervalo de confiança de 95%: [-0.837, -0.126]



972
973

974 **Figura 9:** Correlação entre CRC e frequência dominante, correlação moderada e valor de
 975 $p > 0.05$, porém bem próximo. Indicando uma quase significância estatística.
 976 valor de $p = 0.06136$; Intervalo de confiança 95%: $(-0.7436121 - 0.0214673)$, $cor = -0.4370031$



977
 978

Figura 10: Exemplos de notas atenuadas associadas a notas isoladas, em A: uma única nota atenuada associada, B duas notas atenuadas associadas e C 3 notas atenuadas associadas. Em A é representada a gravação MHNCI 251 de *B. pernix*, em B é representada a gravação MHNCI 336 de *B. quiririensis* e em C é representada a gravação MHNCI 308 de *B. olivaceus*. Para representações em 3D foram utilizados os seguintes parâmetros de dB cut level: 60, 60, 80.

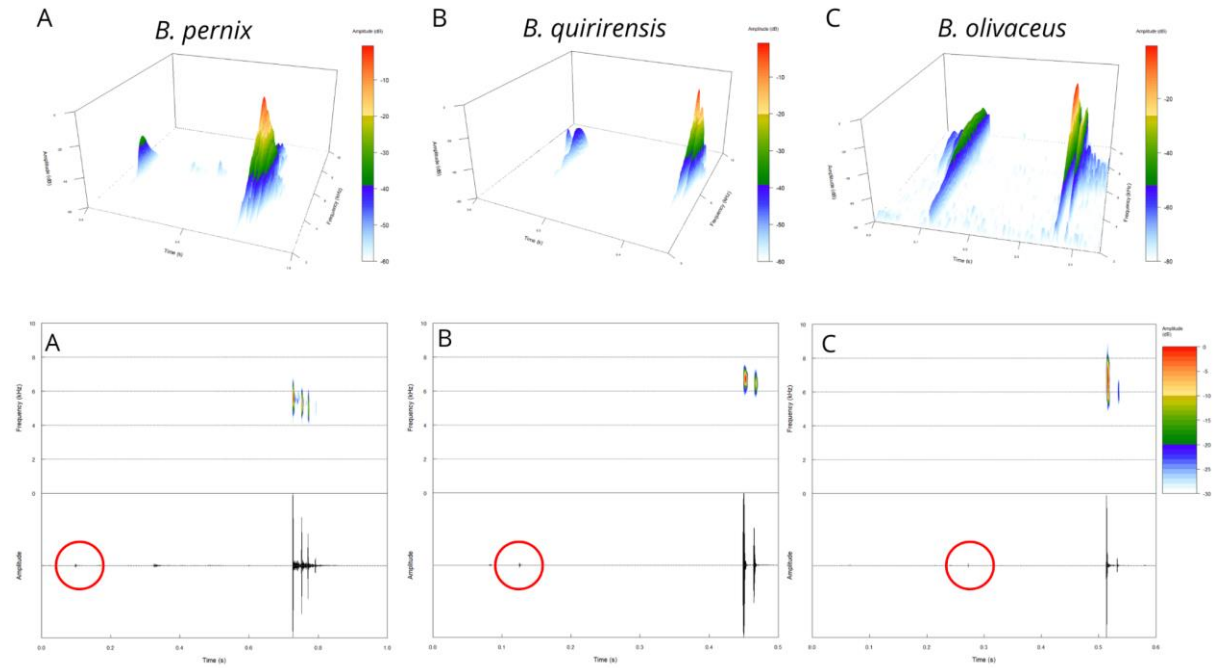


Figura 11: Árvore filogenética redesenhada de Condez *et al.*, 2020; Lyra *et al.*, 2021; Mângia *et al.*, 2023 com parâmetros do canto de anúncio. A porcentagem de notas emitidas associadas com notas atenuadas, B frequência dominante e C porcentagem de notas que fazem parte de grupos de notas

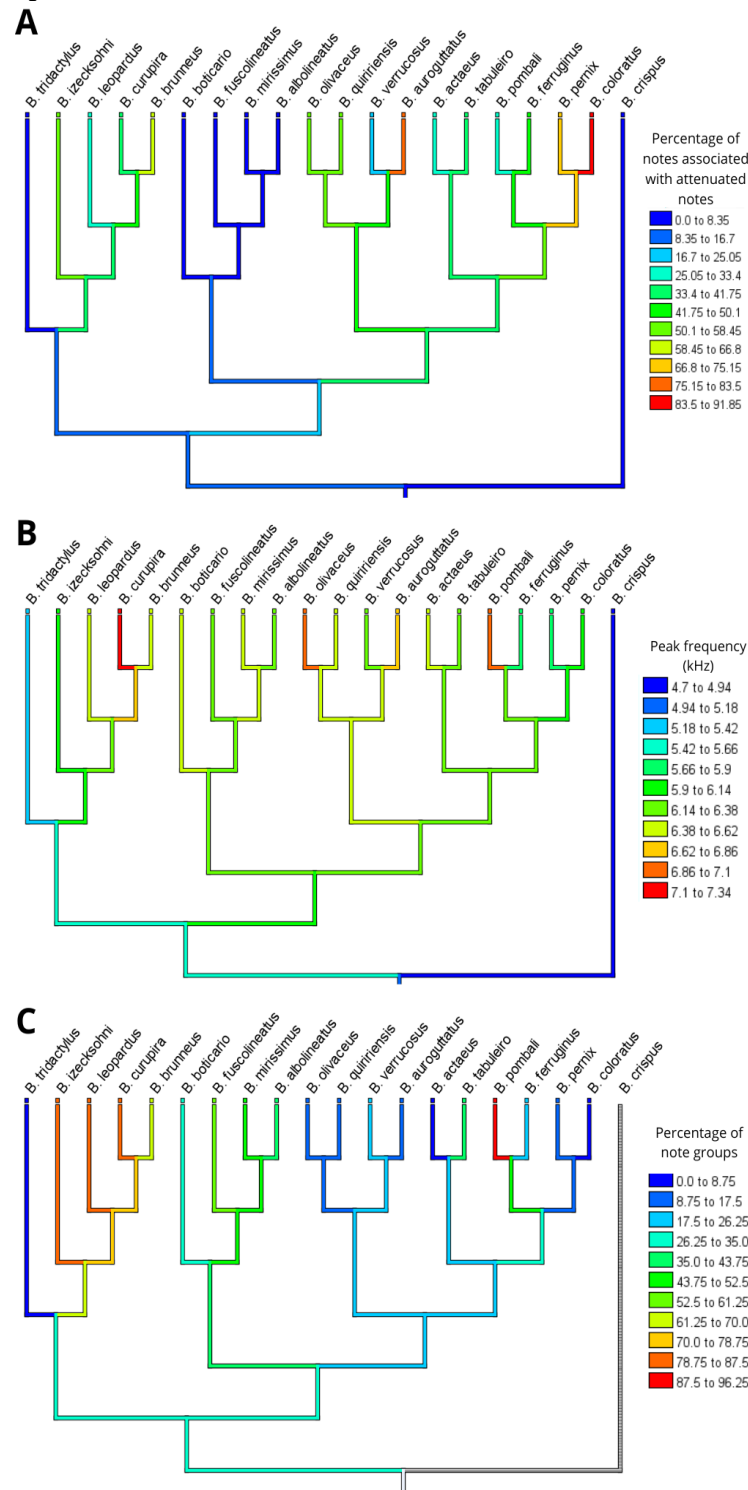


Tabela 1. Valores dos parâmetros dos cantos de anúncios de espécies de *Brachycephalus* analisadas nesse estudo. Os valores apresentados são média ± desvio padrão (mínimo–máximo) [N amostral/número de indivíduos]

Parâmetros	<i>B. actaeus</i>	<i>B. auroguttatus</i>	<i>B. coloratus</i>	<i>B. ferruginus</i>	<i>B. fuscolineatus</i>	<i>B. izecksohni</i>	<i>B. leopardus</i>	<i>B. olivaceus</i>	<i>B. pernix</i>	<i>B. pombali</i>	<i>B. quiririensis</i>	<i>B. tabuleiro</i>	<i>B. verrucosus</i>
Entire call													
(1) call duration (s)	94.496 ± 58.036 (12.079–213.347) [20/13]	125.110 ± 106.783 (40.070–371.518) [8/6]	168.765 ± 71.259 (64.613–276.620) [9/5]	195,923 ± 64,902 (91,093–327,405) [12/7]	105.126 ± 52.644 (9.488–171.832) [10/6]	81.189 ± 67.255 (9.905–143.518) [3/1]	106.678 ± 69.450 (24.954–229.585) [12/9]	65.852 ± 39.809 (12.311–131.995) [23/20]	230.947 ± 50.121 (166.631–293.375) [8/8]	75.938 ± 43.204 (10.428–120.723) [8/8]	114.630 ± 61.661 (44.484–264.392) [10/7]	99.755 ± 41.716 (37.734–141.898) [7/5]	98.232 ± 56.222 (41.181–212.103) [11/11]
(2) note rate (notes per minute);	15.635 ± 6.378 (2.930–19.916) [20/13]	6.985 ± 2.346 (4.361–10.545) [8/6]	5.619 ± 0.826 (4.226–6.543) [9/5]	4,610 ± 1,223 (2,936–6,588) [12/7]	11.722 ± 3.371 (6.348–16.507) [10/6]	25.761 ± 4.751 (20.909–30.404) [3/1]	29.918 ± 8.304 (15.758–45.503) [12/6]	12.435 ± 2.778 (8.030–18.746) [23/20]	3.403 ± 0.628 (2.600–4.675) [8/8]	30.835 ± 14.366 (4.591–56.643) [8/8]	8.496 ± 4.681 (4.545–20.245) [9/7]	9.902 ± 1.376 (8.033–11.131) [7/5]	12.719 ± 3.602 (8.838–18.635) [11/11]
(3) number of notes per call (including attenuated notes);	28.195 ± 18.504 (4–47) [20/13]	24.750 ± 14.868 (11–57) [8/6]	37.444 ± 23.538 (14–73) [337/5]	23,833 ± 11,011 (9–40) [12/7]	22.400 ± 12.122 (2–41) [10/6]	56.000 ± 43.555 (9–95) [3/1]	56.167 ± 29.541 (17–91) [12/9]	22.045 ± 14.943 (5–63) [22/20]	25.500 ± 7.728 (12–34) [8/8]	44.125 ± 28.603 (8–76) [8/8]	26.100 ± 10.3113 (12–45) [10/7]	29.857 ± 17.238 (9–33) [7/5]	25.091 ± 14.053 (9–55) [11/11]
(4) number of notes per call (excluding attenuated notes)	22.333 ± 11.209 (4–44) [20/13]	13 ± 6.568 (7–28) [8/6]	18.222 ± 8.628 (8–27) [9/5]	15,5 ± 4,296 (9–20) [12/7]	22.400 ± 12.122 (2–41) [10/6]	32.333 ± 23.459 (6–51) [3/1]	44.000 ± 23.238 (11–74) [12/9]	13.696 ± 6.859 (4–29) [23/20]	14.000 ± 3.162 (9–17) [8/8]		15.7 ± 7.243 (6–29) [10/7]	17.286 ± 7.111 (8–27) [7/5]	20.909 ± 11.256 (9–40) [11/11]

Parâmetros	<i>B. actaeus</i>	<i>B. auroguttatus</i>	<i>B. coloratus</i>	<i>B. ferruginus</i>	<i>B. fuscolineatus</i>	<i>B. izecksohni</i>	<i>B. leopardus</i>	<i>B. olivaceus</i>	<i>B. pernix</i>	<i>B. pombali</i>	<i>B. quiririensis</i>	<i>B. tabuleiro</i>	<i>B. verrucosus</i>
(5) note duration (of isolated notes and notes of note groups) (s);	0.021 ± 0.007(0.003–0.039) [464/13]	0.033 ± 0.011 (0.004–0.050) [104/6]	0.028 ± 0.010 (0.004–0.052) [164/5]	0.0383 ± 0.0145 (0.005–0.063) [185/7]	0.022 ± 0.008(0.003–0.044) [223/6]	0.034 ± 0.013 (0.008–0.075) [102/1]	0.027 ± 0.009 (0.003–0.047) [530/9]	0.024 ± 0.009 (0.006–0.054) [312/20]	0.058 ± 0.013 (0.032–0.082) [112/8]	0.022 ± 0.006 (0.005–0.044) [264/8]	0.030 ± 0.010(0.008–0.053) [162/6]	0.037 ± 0.016(0.028–0.073) [121/5]	0.029 ± 0.011 (0.008–0.064) [230/11]
(6) number of pulses (of isolated notes and notes of note groups)	2.212 ± 0.583 (1–3) [464/13]	2.442 ± 0.722 (1–4) [104/6]	2.226 ± 0.630 (1–3) [164/4]	2.314 ± 0.607 (1–3) [185/7]	1.955 ± 0.501 (1–3) [223/6]	1.921 ± 0.271 (1–2) [102/1]	1.898 ± 0.461 (1–3) [530/9]	2.122 ± 0.598 (1–3) [312/20]	2.955 ± 0.339 (2–4) [112/8]	2.029 ± 0.292 (1–3) [140/8]	2.317 ± 0.675 (1.000–4.000) [162/7]	2.612 ± 0.779 (1–4) [121/5]	2.805 ± 1.607(1.000–8) [222/11]
(7) inter note interval in isolated notes and note groups (without interval within note groups)	4.240 ± 1.586 (2.302–14.500) [446/13]	11.635 ± 5.175 (5.839–34.686) [78/6]	10.822 ± 3.441 (4.095–25.272) [151/5]	15,551 ± 6.252(6.254–38.883) [117/7]	7.121 ± 2.965 (2.113–23.316) [145/6]	4.636 ± 1.967 (3.527–16.968) [48/1]	5.191 ± 2.308(1.491–15.108) [212/9]	5.586 ± 2.481 (1.910–20.383) [253/20]	19.164 ± 4.927 (10.791–33.215) [88/8]	4.966 ± 2.802 (3.114–14.930) [113/8]	8.371 ± 2.895(4.014–23.625) [134/7]	6.629 ± 2.412 (2.079–15.749) [104/5]	5.728 ± 1.472 (3.148–13.713) [193/11]
(8) note dominant frequency (kHz);	6.642 ± 0.306 (5.857–7.407) [464/13]	6.725 ± 0.410 (5.857–7.918) [104/6]	6.045 ± 0.156 (5.512–6.373) [164/5]	5.803 ± 0.214 (5.168–6.374) [185/7]	6.347 ± 0.284 (4.909–7.062) [223/6]	6.128 ± 0.146 (5.512–6.373) [102/1]	6.405 ± 0.280 (5.168–6.891) [530/9]	6.944 ± 0.369 (5.685–7.751) [312/20]	5.706 ± 0.232 (5.167–6.201) [112/8]	6.869 ± 0.393 (5.340–7.579) [264/8]	6.560 ± 0.242(5.684–7.062) [162/7]	6.136 ± 0.265 (5.512–6.562) [121/5]	6.204 ± 0.308 (5.426–7.235) [230/12]

Parâmetros	<i>B. actaeus</i>	<i>B. auroguttatus</i>	<i>B. coloratus</i>	<i>B. ferruginus</i>	<i>B. fuscolineatus</i>	<i>B. izecksohni</i>	<i>B. leopardus</i>	<i>B. olivaceus</i>	<i>B. pernix</i>	<i>B. pombali</i>	<i>B. quiririensis</i>	<i>B. tabuleiro</i>	<i>B. verrucosus</i>
(9) highest frequency (kHz);	7.025 ± 0.315 (6.201–7.752) [464/13]	7.137 ± 0.400 (6.201–8.413) [104/6]	6.483 ± 0.222 (6.201–7.063) [164/5]	6.217 ± 0.266 (5.512–6.890) [185/7]	6.775 ± 0.281 (5.684–7.407) [223/6]	6.511 ± 0.133 (6.373–6.890) [102/1]	6.862 ± 0.218 (5.771–7.235) [530/9]	7.524 ± 0.406(6.3 73–8.400) [312/20]	6.077 ± 0.266 (5.512–6.718) [112/8]	7.255 ± 0.399 (5.512–7.924) [264/8]	6.961 ± 0.213 (6.373–7.407) [162/7]	6.468 ± 0.221 (5.857–7.125) [121/5]	6,620 (0,302) [5,684; 7,407] 230/12
(10) lowest frequency (kHz);	6.131 ± 0.260(5.512–6.890) [464/13]	6.203 ± 0.491(5.168–7.207) [104/6]	5.167 ± 0.168 (5.168–6.029) [164/5]	5.442 ± 0.218 (4.823–5.857) [185/7]	5.935 ± 0.359 (4.048–6.546) [223/6]	5.630 ± 0.167 (5.340–6.029) [102/1]	5.958 ± 0.374 (4.823–6.718) [530/9]	6.239 ± 0.488(5.100–7.407) [312/20]	5.352 ± 0.284 (4.823–5.857) [112/8]	6.374 ± 0.353 (4.823–7.235) [264/8]	6.080 ± 0.392 (4.651–6.718) [162/7]	5.813 ± 0.258 (5.167–6.374) [121/5]	5.825 ± 0.264 (5.081–6.546) [230/12]
Isolated notes													
(11) duration of the call including only isolated notes (s)	93.899 ± 56.633(12.079–198.722) [20/13]	112.849 ± 115.154 (19.017–371.518) [8/6]	168.265 ± 71.259(64.613–276.620) [9/5]	135,793 ± 78,331(31,113–256,565) [12/7]	58.336 ± 35.673 (9.488–118.606) [10/6]	34.000 ± 23.047(17.703–50.297) [2/1]	37.277 ± 23.438 (5.973–81.430) [8/9]	58.031 ± 33.503(12.311–110.354) [22/20]	221.026 ± 78.705 (73.317–293.375) [7/7]	38.719 ± 46.180 (5.074–117.663) [5/5]	102.260 ± 64.873 (41.862–264.392) [10/7]	83;512 ± 51.804 (9.891–141.898) [7/5]	88.375 ± 53.686 (25.405–212.103) [10/1]
(12) note rate of the call including only isolated notes (notes per minute);	15.635 ± 6.378(1.216–19.916) [20/13]	6.259 ± 1.685 (4.361–8.680) [8/6]	5.922 ± 1.368 (4.226–8.893) [9/5]	4,492 ± 1,227 (2,8–6,588) [12/7]	9.093 ± 2.198 (6.324–12.319) [10/6]	12.761 ± 1.158 (11.942–13.580) [2/1]	13.563 ± 4.238(9.582–20.888) [8/9]	12.309 ± 2.791(7.750–18.975) [22/20]	3.165 ± 0.473 (2.456–3.618) [7/7]	12.253 ± 8.495(3.760–23.697) [5/5]	8.546 ± 1.945 (7.171–9.921) [2/1]	9.848 ± 0.994 (8.705–11.131) [7/5]	70.537 ± 40.941 (25.364–109.540) [5/5]

Parâmetros	<i>B. actaeus</i>	<i>B. auroguttat us</i>	<i>B. coloratus</i>	<i>B. ferruginus</i>	<i>B. fuscolinea tus</i>	<i>B. izecksohni</i>	<i>B. leopardus</i>	<i>B. olivaceus</i>	<i>B. pernix</i>	<i>B. pombali</i>	<i>B. quiririensi s</i>	<i>B. tabuleiro</i>	<i>B. verrucosu s</i>
(13) number of isolated notes per call (excluding attenuated notes);	22.550 ± 11.408 (4–44) [20/13]	10.750 ± 7.765 (3– 28) [8/6]	17.555 ± 7.732 (8– 27) [158/5]	11,666 ± 5,499 (4– 20) [12/7]	9.400 ± 4.060 (2– 14) [10/6]	8.000 ± 4.243 (5– 11) [2/1]	9.111 ± 6.194 (1– 21) [9/9]	11.696 ± 6.885 (0– 27) [23/20]	11.750 ± 5.312 (3– 17) [8/8]	5.667 ± 3.266 (2– 10) [6/6]	13.5 ± 5.986 (6– 27) [10/1]	8.250 ± 4.924 (2– 14) [7/5]	16.818 ± 10.685 (0–39) [11/11]
(14) number of pulses per isolated notes;	2.214 ± 0.585 (1–3) [457/13]	2.535 ± 0.698 (1– 4) [86/6]	2.234 ± 0.640 (1– 3) [158/5]	2.194 ± 0.600 (1– 3) [139/12]	1.663 ± 0.475 (1– 2) [92/6]	1.812 ± 0.403 (1– 2) [16/1]	1.610 ± 0.583 (1– 3) [82/9]	2.056 ± 0.577 (1– 3) [266/19]	2.989 ± 0.311 (2– 4) [94/2]	2.152 ± 0.619(1– 3) [33/6]	2.302 ± 0.698(1– 4) [140/7]	2.436 ± 0.699 (1– 4) [101/5]	2.236 ± 0.602(1– 4) [179/11]
(15) note duration of isolated notes (s);	0.021 ± 0.007(0. 003– 0.039) [460/13]	0.033 ± 0.010 (0.004– 0.050) [86/6]	0.028 ± 0.010 (0.004– 0.052) [158/5]	0.0360 ± 0.146 (0.005– 0.662) [139/7]	0.018 ± 0.009 (0.003– 0.044) [93/6]	0.038 ± 0.024 (0.024– 0.063) [16/1]	0.018 ± 0.009(0.0 03–0.045) [82/9]	0.022 ± 0.008 (0.006– 0.054) [266/19]	0.056 ± 0.010 (0.032– 0.076) [94/8]	0.022 ± 0.011 (0.006– 0.041) [34/6]	0.030 ± 0.010 (0.008– 0.053) [140/7]	0.044 ± 0.010 (0.028– 0.064) [101/5]	0.027 ± 0.010 (0.008– 0.064) [184/11]
(16) inter- note interval in isolated notes (s; time from the end of one isolated note to the beginning of the next	4.229 ± 1.581(2. 302– 14.500) [445/13]	11.538 ± 5.264 (5.838– 34.686) [78/6]	10.642 ± 3.183 (4.095– 22.825) [148/5]	13.905 ± 4.955 (6.254– 38.883) [117/7]	7.330 ± 3.642 (3.439– 23.316) [81/6]	4.765 ± 0.492 (4.088– 5.488) [14/1]	4.388 ± 2.107 (1.909– 13.691) [71/9]	5.394 ± 2.236 (1.910– 20.383) [240/19]	18.404 ± 4.527(10. 791– 33.215) [82/8]	7.477 ± 4.269(3.3 23– 14.930) [27/5]	8.048 ± 2.779 (4.014– 23.625) [121/1]	6.184 ± 2.007 (2.079– 15.749) [94/5]	5.556 ± 1.326 (3.148– 13.713) [167/11]

Parâmetros	<i>B. actaeus</i>	<i>B. auroguttatus</i>	<i>B. coloratus</i>	<i>B. ferruginus</i>	<i>B. fuscolineatus</i>	<i>B. izecksohni</i>	<i>B. leopardus</i>	<i>B. olivaceus</i>	<i>B. pernix</i>	<i>B. pombali</i>	<i>B. quiririensis</i>	<i>B. tabuleiro</i>	<i>B. verrucosus</i>
isolated note);													
Note groups													
(17) duration of the call including only note groups (s)	6.859 ± 0.000 (6.859) [1/1]	23.981 ± 10.437 (12.263–32.280) [3/2]	x	72,612 ± 67,413 (20,877–178,307) [6/4]	61.872 ± 24.253 (32.354–99.350) [7/5]	55.873 ± 41.123 (9.905–89.168) [3/1]	84.298 ± 50.297 (24.954–157.211) [11/8]	25.349 ± 20.676 (4.079–53.941) [5/5]	49.835 ± 0.000 (49.835) [1/1]	57.267 ± 33.545 (10.428–96.523) [7/7]	45.598 ± 12.676(36.635–54.561) [2/1]	106.234 ± 0 (106.234) [1/1]	44.278 ± 22.885 (22.138–67.842) [3/1]
(18) note rate of the call including only note groups (notes per minute)	26.3235 ± 0.000 (26.323) [1/1]	12.899 ± 1.864 (10.687–14.687) [3/2]	x	6,782 ± 2,260 (4,376–9,658) [5/4]	16.908 ± 1.399 (15.002–18.626) [7/6]	28.812 ± 2.237 (26.254–30.404) [3/1]	29.545 ± 11.093 (13.981–48.058) [11/8]	21.923 ± 13.714 (10.660–44.346) [5/20]	6.029 ± 0 (6.029–6.029) [1/1]	36.833 ± 9.529 (28.813–56.643) [7/7]	12.8778 ± 1.9819 (11.4764–14.2792) [2/1]	106.295 ± 0 (106.295) [1/1]	44.973 ± 32.342 (22.104–67.842) [2/2]
(19) number of note groups per call;	2.000 ± 0 (1) [1/1]	2.667 ± 0.577 (2–3) [3/2]	1.5 ± 0.707 (1–2) [3/1]	3,286 ± 2,429 (1–7) [7/6]	9.143 ± 3.625 (5–14) [7/4]	11.667 ± 7.572 (3–17) [3/1]	14.091 ± 5.108 (5–21) [11/9]	2.556 ± 1.667 (1–6) [9/5]	4.500 ± 3.536 (2–7) [2/2]	12.429 ± 6.901 (2–19) [7/7]	5.5 ± 2.121 (4–7) [2/1]	10.000 ± 0 (10) [1/1]	3.833 ± 3.488 (1–9) [6/6]
(20) number of notes in the part of the call including only note	4 ± 0.000 (4) [1/1]	6 ± 2 (4–8) [3/2]	2 ± 0 (2–2) [4/1]	6,571 ± 4,86 (2–14) [7/5]	18.571 ± 7.185(10–28) [7/6]	27.000 ± 18.358 (6.000–40.000) [3/1]	40.545 ± 18.007 (16.000–72.000) [11/9]	5.111 ± 3.333 (2–12) [9/5]	9.000 ± 7.071 (4–14) [2/2]	34.000 ± 17.748 (6.000–50.000) [7/7]	11 ± 4.243 (8–14) [2/1]	20.000 ± 0 (20) [1/1]	7.667 ± 6.976 (2–18) [6/6]

Parâmetros	<i>B. actaeus</i>	<i>B. auroguttat us</i>	<i>B. coloratus</i>	<i>B. ferruginus</i>	<i>B. fuscolinea tus</i>	<i>B. izecksohni</i>	<i>B. leopardus</i>	<i>B. olivaceus</i>	<i>B. pernix</i>	<i>B. pombali</i>	<i>B. quiririensi s</i>	<i>B. tabuleiro</i>	<i>B. verrucosu s</i>
groups;													
(21) number of notes in each note group;	2 ± 0.000 (2) [2/1]	2 ± 0 (2) [18/2]	2 ± 0 (2– 2) [4/1]	2 ± 0 (2– 2) [22/7]	2.031 ± 0.175 (2– 3) [64/6]	2.457 ± 0.505 (2– 3) [35/1]	2.892 ± 0.841 (2– 6) [155/9]	2.000 ± 0 (2–2) [23/5]	2.000 ± 0.000 (2– 2) [2/2]	2.736 ± 0.655 (2.000– 4.000) [7/7]	2 ± 0 (2) [11/1]	2.000 ± 0 (2.000) [10/1]	2 ± 0 (2) [23/6]
(22) note duration of notes of note groups (s);	0.023 ± 0.002 (0.02– 0.026) [4/1]	0.028 ±0.014 (0.006– 0.047) [18/2]	0.025 ± 0.004 (0.021– 0.032) [6/1]	0.046 ± 0.012 (0.0253– 0.663) [46/5]	0.026 ± 0.005 (0.011– 0.040) [130/5]	0.033 ± 0.013 (0.008– 0.070) [86/1]	0.029 ± 0.008 (0.004– 0.047) [448/9]	0.033 ± 0.010 (0.011– 0.051) [46/5]	0.068 ± 0.019 (0.032– 0.082) [18/8]	0.022 ± 0.005 (0.005– 0.044) [230/8]	0.026 ± 0.005 (0.019– 0.037) [22/1]	0.061 ± 0.008 (0.050– 0.073) [20/1]	0.038 ± 0.010 (0.020– 0.064) [46/7]
(23) duration of note group (s);	0.391 ± 0.110 (0.384– 0.399) [2/1]	0.463 ± 0.042 (0.380– 0.501) [9/2]	0.529 ± 0.018 (0.514– 0.550) [3/2]	0.655 ± 0.098 (0.461– 0.816) [23/5]	0.455 ± 0.079 (0.401– 0.861) [64/6]	0.564 ± 0.181 (0.378– 0.792) [35/1]	0.874 ± 0.417 (0.389– 2.557) [141/9]	0.441 ± 0.108 (0.231– 0.553) [23/5]	0.868 ± 0.075 (0.712– 0.931) [9/8]	0.634 ± 0.259 (0.333– 1.253) [86/7]	0.415 ± 0.029 (0.392– 0.488) [11/2]	0.562 ± 0.024 (0.535– 0.625) [10/1]	0.452 ± 0.099 (0.268;0,8 68) [23/6]
(24) inter-note group interval (s; time from the end of one note group to the beginning of the next note group);	6.077 ± 0.000 (6.077– 6.077) [1/1]	12.729 ± 4.217 (8.999– 21.277) [7/2]	x	25.049 ± 6.101 (14.496– 36.169) [12/4]	7.087 ± 1.681 (4.479– 12.091) [57/6]	4.621 ± 2.393 (3.527– 16.968) [32/1]	5.665 ± 2.326 (2.190– 15.108) [130/9]	8.778 ± 3.990 (3.397– 18.063) [14/5]	23.260 ± 1.881 (20.869– 25.005) [4/4]	4.195 ± 3.524 (3.114– 13.680) [78/7]	9.625 ± 2.673 (6.454– 13.384) [9/1]	11,309 (0,027) [0,419; 0,510] 10/1	6.855 ± 1.153 (5.274– 9.657) [18/3]

Parâmetros	<i>B. actaeus</i>	<i>B. auroguttat us</i>	<i>B. coloratus</i>	<i>B. ferruginus</i>	<i>B. fuscolinea tus</i>	<i>B. izecksohni</i>	<i>B. leopardus</i>	<i>B. olivaceus</i>	<i>B. pernix</i>	<i>B. pombali</i>	<i>B. quiririensi s</i>	<i>B. tabuleiro</i>	<i>B. verrucosu s</i>
(25) inter- note interval within note groups (s; time from the end of the first note to the beginning of the next note of the same note group;	0.346 ± 0.009 (0.34– 0.353) [2/1]	0.406 ± 0.0239 (0.367– 434) [9/2]	0.481 ± 0.021 (0.461– 0.502) [3/2]	0.561 ± 0.845 (0.408– 0.725) [23/5]	0.390 ± 0.375 (0.349– 0.530) [66/5]	0.332 ± 0.021 (0.288– 0.400) [51/1]	0.407 ± 0.070 (0.253– 0.582) [291/9]	0.375 ± 0.100 (0.184– 0.488) [23/5]	0.732 ± 0.041 (0.646– 0.774) [9/2]	0.343 ± 0.046 (0.296– 0.698) [144/7]	0.362 ± 0.028 (0.339– 0.432) [11/1]	0.439 ± 0.259 (0.419– 0.510) [10/1]	0.379 ± 0.096 (0.269– 0.799) [23/6]
(26) number of pulses per note in note groups;	2.000 ± 0.000 (2–2) [4/1]	2.000 ± 0.686 (1– 3) [18/2]	2 ± 0 (2– 2) [6/1]	2.674 ± 0.473 (2– 3) [46/5]	2.162 ± 0.409 (1– 3) [130/5]	1.930 ± 0.256 (1– 2) [86/1]	1.951 ± 0.415 (1– 3) [448/9]	2.500 ± 0.587 (1– 3) [46/5]	2.778 ± 0.428 (2– 3) [18/2]	2.022 ± 0.254 (1– 3) [231/7]	2.409 ± 0.503 (2– 3) [22/3]	3.500 ± 0.513 (3– 4) [20/1]	3.543 ± 2.116 (2– 8) [46/6]
Attenuated notes													
(27) number of attenuated notes associated with each note of the call;	1.090 ± 0.288 (1–2) [108/6]	1.160 ± 0.369 (1– 2) [81/6]	1.263 ± 0.474 (1– 3) [173/4]	1,122 ± 0,362 (1– 3) [8/5]	x	1.320 ± 0.471 (1– 2) [50/1]	1.000 ± 0.000 (1) [145/9]	1.162 ± 0.428 (1– 3) [173/17]	1.136 ± 0.344 (1– 2) [81/8]	1.012 ± 0.110 (1– 2) [6/6]	1.111 ± 0.316 (1– 2) [90/7]	1 ± 0 (1) [21/3]	1 ± 0 (1– 1) [46/7]

Parâmetros	<i>B. actaeus</i>	<i>B. auroguttat us</i>	<i>B. coloratus</i>	<i>B. ferruginus</i>	<i>B. fuscolinea tus</i>	<i>B. izecksohni</i>	<i>B. leopardus</i>	<i>B. olivaceus</i>	<i>B. pernix</i>	<i>B. pombali</i>	<i>B. quiririensi s</i>	<i>B. tabuleiro</i>	<i>B. verrucosu s</i>
(28) number of notes per call associated with attenuated notes;	10.091 ± 10.501 (1–34) [111/6]	10.250 ± 7.924 (3– 28) [8/6]	17.125 ± 7.918 (7– 27) [137/4]	7,583 ± 6,868 (0– 18) [8/5]	x	16.667 ± 12.342 (3–27) [50/1]	14.500 ± 7.906 (5– 27) [10/9]	8.650 ± 7.714 (1– 28) [20/17]	10.125 ± 5.617 (1– 17) [8/8]	13.833 ± 8.976 (2– 22) [6/6]	9.000 ± 3.916 (2– 16) [10/2]	14.667 ± 9.933 (4– 31) [6/4]	6.714 ± 5.219 (2– 16) [7/1]
(29) number of pulses in attenuated notes;	1 ± 0.000 (1; 1) [121/6]	1 ± 0 (1) [94/6]	1.006 ± 0.076 (1– 2) [173/4]	1 ± 0 (1, 1) [101/4]	X	1.015 ± 0.123 (1.000– 2.000) [66/1]	1.000 ± 0.000 (1.000– 1.000) [145/9]	1.035 ± 0.183 (1– 2) [202/17]	1.022 ± 0.208 (1– 3) [92/8]	1.033 ± 0.181 (1.000– 2.000) [89/6]	1.010 ± 0.101 (1.000– 2.000) [104/2]	1 ± 0 (1) [88/4]	1.021 ± 0.147 (1.000– 2.000) [46/7]
(30) shortest interval between an attenuated note and its associated note (s);	0.125 ± 0.125 (0.008– 0.332) [121/6]	0.384 ± 0.035 (0.307– 0.424) [81/6]	0.332 ± 0.146 (0.049– 0.459) [138/4]	0.467 ± 0.081 (0.194– 0.748) [90/5]	X	0.331 ± 0.010 (0.313– 0.348) [50/1]	0.319 ± 0.068 (0.023– 0.443) [142/9]	0.276 ± 0.037 (0.109– 0.413) [190/17]	0.581 ± 0.072 (0.429– 0.713) [81/8]	0.314 ± 0.036 (0.130– 0.485) [88/6]	0.293 ± 0.104 (0.032– 0.718) [93/1]	0.370 ± 0.095 (0.021– 0.440) [88/4]	0.312 ± 0.046 (0.234– 0.479) [47/7]
(31) attenuated note dominant frequency (kHz);	6.207 ± 0.474 (4.823– 7.579) [121/3]	6.209 ± 0.577 (4.823– 7.579) [94/6]	5.756 ± 0.538 (3.789– 7.407) [173/4]	5.494 ± 0.685 (4.134– 6.891) [101/4]	X	5.601 ± 0.317 (5.168– 6.201) [66/1]	5.762 ± 0.532 (3.703– 7.407) [145/9]	6.601 ± 0.936 (4.565– 9.646) [202/17]	5.164 ± 0.497 (4.134– 6.373) [92/8]	6.415 ± 0.294 (5.857– 7.579) [89/6]	5.739 ± 0.679 (3.614– 7.407) [108/7]	6.173 ± 0.656 (3.937– 7.125) [88/4]	5.525 ± 0.636 (3.962– 7.579) [46/7]
(32) attenuated	6.726 ± 0.413	6.773 ±	6.456 ± 0.463	6.271 ± 0.774	X	6.086 ± 0.290	6.557 ± 0.474	7.693 ± 0.906	5.797 ± 0.575	7.069 ± 0.284	6.595 ± 0.590	7.021 ± 0.417	6.203 ± 0.522

Parâmetros	<i>B. actaeus</i>	<i>B. auroguttatus</i>	<i>B. coloratus</i>	<i>B. ferruginus</i>	<i>B. fuscolineatus</i>	<i>B. izecksohni</i>	<i>B. leopardus</i>	<i>B. olivaceus</i>	<i>B. pernix</i>	<i>B. pombali</i>	<i>B. quiririensis</i>	<i>B. tabuleiro</i>	<i>B. verrucosus</i>
note highest frequency (kHz);	(5.857–7.924) [121/3]	0.640 (5.512–8.699) [94/6]	(4.995–7.751) [173/4]	(4.823–7.924) [101/4]		(5.684–6.891) [66/1]	(5.340–8.441) [145/9]	(6.029–9.991) [202/17]	(4.823–7.407) [92/8]	(6.201–7.924) [89/6]	(5.768–7.752) [108/7]	(6.374–7.687) [88/4]	(5.512–7.924) [46/7]
(33) attenuated note lowest frequency (kHz);	5.624 ± 0.468 (4.134–6.373) [121/3]	5.716 ± 0.508 (4.478–6.632) [94/6]	4.330 ± 0.576 (3.273–5.684) [173/4]	4.767 ± 0.790 (3.101–6.546) [101/4]	X	5.152 ± 0.268 (4.651–5.857) [66/1]	5.262 ± 0.532 (3.703–7.407) [145/9]	5.661 ± 0.764 (3.962–8.268) [202/17]	4.580 ± 0.497 (3.400–5.684) [92/8]	5.993 ± 0.300 (5.340–7.062) [89/6]	4.933 ± 0.740 (3.445–6.890) [108/7]	5.007 ± 0.581 (3.937–5.812) [88/4]	4.918 ± 0.529 (3.789–6.373) [46/7]

Tabela 2: Comparação entre dados já descritos na literatura e valores obtidos por nós, valores em **negrito** indicam que foram observados pela primeira vez nesse estudo, outros valores se mantêm iguais a referência (última coluna). No caso de médias

Espécies (cantos/macros)	Duração de notas (s)	Intervalo entre notas (s)	Notas por canto	Duração de notas isoladas (s)	Duração de notas de grupo de notas (s)	Intervalo entre notas dentro de grupos de notas (s)	N. de notas em cada grupos de notas	Taxa de notas (Notas/min)	Pulsos por notas	Frequência dominante (Hz)	N. de atenuadas associadas a nota	Referência
<i>B. actaeus</i> (9/9)	0.021 ± 0.01 (0.003–0.040) n=464	4.240 ± 1.586 (2.302–7.68) n=464	22.333 ± 11.209 (4–44) n=20	0.021 ± 0.01 (0.003–0.04) n=464	0.023 ± 0.002 (0.02–0.026) n=4	0.346 ± 0.009 (0.34–0.353) n=2	2 ± 0 (2) n=2	15.635 ± 6.378 (2.930–19.916) n=20	2.212 ± 0.583 (1–3) n=464	6,642 ± 0.3 (5.857–7,300) n=110	1.090 ± 0.288 (1–2) n=108	Monteiro <i>et al.</i> 2018a

Espécies (cantos/mac hos)	Duração de notas (s)	Intervalo entre notas (s)	Notas por canto	Duração de notas isoladas (s)	Duração de notas de grupo de notas (s)	Intervalo entre notas dentro de grupos de notas (s)	N. de notas em cada grupos de notas	Taxa de notas (Notas/min)	Pulsos por notas	Frequência dominante (Hz)	N. de atenuadas associadas a nota	Referência
<i>B. albolineatus</i> (34/20)	—	—	17.26 ± 6.38 (8–29)	0.020 ± 0.007 (0.002– 0.037) n=96	—	0,412 ± 0,050 (0,319– 0,526) n=55	2 ± 0 (2) n=62	—	2.0 ± 0.59 (1–3) n=323	6,380 ± 0.30 (5,340– 7,320) n=256	—	Bornschein <i>et al.</i> , 2018
<i>B. mirissimus</i> (31/12)	—	—	23.55 ± 10.29 (6– 52) n=31	0.010 ± 0.007 (0.002– 0.027) n=115	—	0,389 ± 0,030 (0,346– 0,490) n=34	2 ± 0 (2–2) n=154	—	—	6,660 ± 0.28 (6,000– 7,230) n=115	—	Pie <i>et al.</i> 2018
<i>B. olivaceus</i> (23/20)	0.024 ± 0.009 (0.006– 0.050) n=312	5.586 ± 2.481 (1.910– 20.383) n=253	13.696 ± 6.859 (4– 29) n=23	0.022 ± 0.008 (0.006– 0.054) n=266	0.033 ± 0.010 (0.011– 0.051) n=46	0.375 ± 0.100 (0.184– 0.488) n=23	2 ± 0 (2–2) n=23	12.435 ± 2.778 (8.030– 18.746) n=23	2.122 ± 0.598 (1–3) n=312	6,944 ± 0.369 (5.685– 7,750) n=312	1.162 ± 0.428 (1–3) n=173	Monteiro <i>et al.</i> 2018b
<i>B. quiririensis</i> (10/7)	0.03 ± 0.01 (0.008– 0.053) n=162	8.371 ± 2.895 (4.014– 23.625) n=134	15.7 ± 7.243(6–29) n=10	0.030 ± 0.010 (0.008– 0.050) n=140	0.026 ± 0.005 (0.019– 0.037) n=22	0.362 ± 0.028 (0.339– 0.432) n=11	2 ± 0 (2) n=11	8.496 ± 4.681 (4.545– 20.245) n=9	2,317 ± 0 (1–4) n=162	6.560 ± 0.2 (5.684– 7.579) n=162	1.111 ± 0.316 (1–2) n=90	Monteiro <i>et al.</i> 2018b
<i>B. tabuleiro</i> (7/5)	0.037 ± 0.016 (0.004– 0.062) n=121	8.492 ± 2.798 (2.079– 14.11) n=121	17.286 ± 7.111 (8– 27) n=7	0.032 ± 0.004 (0.028– 0.064) n=101	0.061 ± 0.008 (0.050– 0.073) n=20	0.439 ± 0.259 (0.419– 0.510) n=10	2 ± 0 (2) n=10	9.902 ± 1.376 (8.034– 12.054) n=7	2.612 ± 0.779 (1–4) n=121	6,136 ± 0.235 (5.512– 6,562) n=121	1 ± 0 (1) n=21	Mângia <i>et al.</i> 2023

Espécies (cantos/mac hos)	Duração de notas (s)	Intervalo entre notas (s)	Notas por canto	Duração de notas isoladas (s)	Duração de notas de grupo de notas (s)	Intervalo entre notas dentro de grupos de notas (s)	N. de notas em cada grupos de notas	Taxa de notas (Notas/min)	Pulsos por notas	Frequência dominante (Hz)	N. de atenuadas associadas a nota	Referência
<i>B. tridactylus</i> (7/6))	0,012 ± 0,005 (0,002– 0,021) n=49	5,325 ± 1,447 (3,269– 9,806) n=51	11,333 ± 0,976 (10– 13) n=7	0,012 ± 0,005 (0,002– 0,021) n=49	—	—	—	5,159 ± 1,347 (3,745– 8,330) n=17	1,968 ± 0,542 (1–3) n=62	5,062 ± 0.303 (4,134–5,42 6) n=62	—	Bornschein <i>et al.</i> 2019b

Tabela 3: Estrutura do canto de anúncio de todos os cantos analisados nesse trabalho, podemos observar o aumento da complexidade ao longo da emissão e a diferença entre as espécies. Cada número representa uma nota, enquanto o valor numérico indica o número de pulsos para cada nota. Em alguns casos, foi difícil contar o número de pulsos dentro de uma nota; em cantos em que isso ocorreu, a nota foi denotada com o uso de um ponto de interrogação (?). Números em fonte normal fora de parênteses representam notas isoladas; em fonte normal entre parênteses, representam grupos de notas; e em subscrito, representam notas atenuadas, que não consideramos como formando grupos de notas. Abreviações: A = número de notas isoladas ouvidas sendo emitidas antes da gravação do AC; B = AC possivelmente interrompido em consequência de um movimento involuntário do pesquisador; MHNCI = Museu de História Natural Capão da Imbuia, Curitiba, Paraná; CASA = Coleção Audiovisual do Semiárido, Mossoró, Rio Grande do Norte.

Indivíduo (ind) e número de tombo	Estrutura	A	B
Ind 6 (MHNCI 285)	2, 2, 1-2, 2, 2, 2, 1-2, 2, 1-2, 2, 2, (2-2), (2-2), 2	3	
Ind 7 (MHNCI 286)	2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3	?	
Ind 8 (MHNCI 287)	2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 1	2	
Ind 9 (MHNCI 288)	2, 2, 2, 1-2, 2, 2, 1-2, 1-2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 1-2, 2, 2, 1-2, 2, 1-2, 1-2, 2, 1-2, 1-2, 1-2	2	
Ind ? (MHNCI 302)	2, 3, 2, 1-3, 1-3	2	
Ind ? (MHNCI 303)	2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 2	?	
Ind ? (MHNCI 304)	2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 2	?	
Ind ? (MHNCI 305)	1, 2, 2, 2, 2, 3, 2, 1-3, 1-3, 1-3, 3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 3, 3, 1-2, 2	1	
Ind ? (MHNCI 306)	2, 2, 2, 2, 2, 3, 1-3, 3, 3, 3, 1-3, 1-3, 3, 1-3, 1-3, 1-3, 3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 2, 1-2, 1	1	
Ind ? (MHNCI 307)	2, 1, 1-2, 2, 1-2, 2, 2, 2, 3, 2, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-1-3, 1-3, 1-1-3, 1-3, 1-3, 1-2, 1-2	2	
<i>B. auroguttatus</i> (Trilha para Pedra da Tartaruga, município de Garuva, Santa Catarina)			
Ind 1 (MHNCI 381)	1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, (1-2-2), (1-3-2), (1-2-2), (1-2-3)	8	x
Ind 1 (MHNCI 387)	1-2, 1-2, 1-3, 1-3, 1-2, 1-3, 1-3, (1-2-2), (1-3-2), (1-2-3)	4	
Ind 2 (MHNCI 382)	1-2, 1-2, 1-2, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-4, 1-3, 1-3, 1-4, 1-3, 1-3, 2, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-1-3, 1-3, 1-3, 1-1-4	1	
Ind 2 (MHNCI 384)	1-1, 1-1, 1-2, 1-1-2, 1-1-2, 1-1-3, 1-1-3, 1-1-3, 1-1-3, 1-1-3, 1-1-4, 1-1-4	1	
Ind 3 (MHNCI 383)	1, 1-1, 1-1, (1-1-1), (1-1-1)	3	
Ind 4 (MHNCI 385)	1-3, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 1-3, 1-3	> 8	x
Ind 5 (MHNCI 386)	1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-1-2, 1-1-3, 1-2, 1-2	?	x
Ind 6 (MHNCI 388)	2, 2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-3, 1-3	4	x
<i>B. brunneus</i> (Caratuva, Serra dos Órgãos, município de Campina Grande do Sul, Paraná)			
Ind 1 (MHNCI 083)	1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, (1-3-2), (1-3-2), (1-3-2), (1-3-3), (1-3-3), (1-3-2)	?	
Ind 2 (MHNCI 084)	1-2, 1-3, 1-2, 1-2, 1-3, (1-3-2), (1-3-2), 1-3, 1-3, (1-3-2), (1-3-3), (1-3-2), (1-3-3), (1-3-3)	?	

Indivíduo (ind) e número de toambo	Estrutura	A	B
Ind 3 (MHNCI 085)	1-2, 1-3, 1-2, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, (1-3-2), (1-3-3), (1-3-3), (1-3-3), (1-3-3), (1-3-3), (1-3-3), (1-3-3), (1-3-3), (1-3-3-2), (1-3-3-3)	?	
Ind 4 (MHNCI 086)	1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-3, 1-3, 1-3, 1-2, 1-3, 1-2, (1-2-2), (1-3-2), (1-2-2), (1-3-2), (1-3-2), (1-2-2-2), (1-3-2-2), (1-3-2-2), (1-3-2-2)	?	
Ind 5 (MHNCI 087)	(1-2-2), (1-2-2), (1-3-2), (1-2-2), (1-3-2), (1-3-2), 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-1, 1-1	?	
Ind 6 (MHNCI 088)	1-2, 1-3, 1-2, (1-2-2), (1-2-2), (1-3-2), (1-3-3), (1-3-3-2), (1-3-2)	?	
Ind 7 (MHNCI 089)	(1-3-2), (1-3-2), (1-3-3), (1-3-3-2), (1-3-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2)	?	
Ind 8 (MHNCI 090)	(3-3), (1-3-3), (1-3-3), (1-3-3)	?	
Ind 9 (MHNCI 091)	1-2, 1-2, 1-3, 1-3, 1-2, 1-3, 1-3, 1-2, (1-2-2), (1-2-2), (1-3-2), (1-3-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2)	?	
Ind 10 (MHNCI 092)	1-4, 1-3, 1-4, 1-4, (1-4-4), (1-4-4), (1-4-3), (1-4-3), (1-4-3-3), (1-4-4-3), (1-4-4-3), (1-3-3-3), (1-3-4-3)	?	
Ind 11 (MHNCI 093)	1-1, 1, 1-1, 1-1, 1-1, 1-1, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-3, 1-2, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-2, (1-3-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2)	?	
Ind 12 (MHNCI 094)	1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, (1-3-3), (1-3-3), (1-3-3), (1-3-3), (1-3-3), (1-3-3), (1-3-3-3), (1-3-3-2), (1-3-3-2)	?	
Ind 13 (MHNCI 095)	1-1, 1-1, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-3, 1-2, 1-2, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3	?	
Ind 14 (MHNCI 096)	1-1, 1-1, 1-1, 1-1, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, (1-3-2), (1-3-3), (1-3-3), (1-3-3), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-3-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2)	?	
<i>B. brunneus</i> (Caranguejeira, Serra da Graciosa, município de Quatro Barras, Paraná)			
Ind 1 (MHNCI 349)	1-2, 1-3, 1-2, 1-2, 1-2, 1-4, 1-2, 1-3, 1-2, 1-3, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2	?	?
Ind 2 (MHNCI 350)	(1-3-3), 1-3, 1-3	?	?
Ind 3 (MHNCI 351)	1-3, 1-3, 1-3, 1-2, (2-2), 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, (1-2-2), (1-2-2), (1-3-2), (1-3-3), (1-2-2), 1-1-2, 3	?	?
Ind 4 (MHNCI 352)	(1-3-3) (1-3-3), (1-3-2), (1-3-1)	?	?
Ind 5 (MHNCI 353)	(1-3-2), (1-3-3), (1-3-3), (1-3-3), (1-3-3), (1-2-3-2)	?	?
Ind 6 (MHNCI 353)	1-3, 1-3, 1-3, 3, 1-4, 4	?	?
<i>B. coloratus</i> (Estância Hidroclimática Recreio da Serra, Serra da Baitaca, município de Piraquara, Paraná)			
Ind 1 (MHNCI 245)	1-2, 1-2, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3	2	
Ind 2 (MHNCI 246)	1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3	2	

Indivíduo (ind) e número de toambo	Estrutura	A	B
<i>B. curupira</i> (Serra do Salto, Malhada, município de São José dos Pinhais, Paraná)			
Ind 1 (MHNCI 107)	$1-1, 1-1, 1-1, 1-1, 1-1, 1-2, 1-1, 1-1, 1-2, 1-2, 1-1-2, 1-1-2, (1-1-2-2), (1-2-1), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-1-2), (1-1-2), (1-1-2)$	?	
Ind 2 (MHNCI 108)	$1-1, 1-1, 1-1, 1-1, 1-1, 1-1, 1-1, 1-1, 1-1, 1-1, 1-1, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, (1-2-1), 1-1, 1-2, (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2)$	?	
Ind 3 (MHNCI 109)	$1, 1, 1-1, 1-1, 1, 1-1, 2-1, 1-1, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, (1-2-1), (1-2-1), (1-2-1), (1-1-1), (1-1-1), (1-1-1), (1-1-1)$	?	
Ind 4 (MHNCI 110)	$1-2, 2, 1, 2, 1, 1, 2, 2, 1, 2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (2-2), (2-2), (2-2), (1-1-2), (1-1-2), (1-2-1), 1$	?	
Ind 5 (MHNCI 111)	$1-2, (1-1-1), (1-2-1), (1-1-2), (1-1-1), (1-1-1), (1-1-1), (1-1-1), (1-1-1), 1-1, 1-1$	?	
Ind 6 (MHNCI 112)	$(1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2-2), (1-1-2-2-2), (1-2-2-2-2), (1-2-2-2-2), (1-1-2-2-2), (1-1-2-2-2), (1-2-2-1-2), (1-2-2-1)$	?	
Ind 7 (MHNCI 113)	$1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2)$	?	
Ind 8 (MHNCI 114)	$(1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (2-2-2), (2-2-2), (2-2-2), (2-2-2), (2-2-2), (1-2-2)$	?	
Ind 9 (MHNCI 115)	$(2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-1-2), 1-1, 1-1$	?	
Ind 10 (MHNCI 116)	$(2-3-3), (1-2-3-3), (1-2-3-3-2), (1-2-3-2-2), (2-2-2-2), (2-2-2-2), (2-2-2-2), (2-2-2-2), (2-2-2), (2-2-1)$	?	
Ind 11 (MHNCI 117)	$(1-2-2-2), (1-2-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2-2), (1-2-2-2-2), (1-2-2-2-2), (1-2-2-2-2)$	?	
Ind 12 (MHNCI 118)	$(1-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2-2), (1-2-2-2-2)$	?	
Ind 13 (MHNCI 119)	$1-3, (1-3-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-3-3), (1-3-3), (1-3-3), (1-3-3), (2-3-3), (2-3-3-3), (1-3-3-3), (1-2-2-2), (2-3-3-3), (1-3-3-3), (1-3-3-3), (1-3-3-3)$	?	
Ind 14 (MHNCI 120)	$(1-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2-2), (1-2-2-2-2)$	?	
Ind 15 (MHNCI 121)	$(1-2-2-2-2), (1-2-2-2-2), (1-2-2-2-2), (1-2-2-2-2), (1-2-2-2-2), (1-2-2-2-2), (1-2-2-2-2), (1-2-2-2-2)$	?	
Ind 16 (MHNCI 122)	$(1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (2-2-2-2), (1-2-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2-2), (1-2-2-2-2)$	?	
<i>B. ferruginus</i> (Olimpo, Serra do Marumbi, município de Morretes, Paraná)			
Ind 1 (MHNCI 290)	$1-2, 1-2, 1-3, 1-3, (3-3), (3-3), (3-3), (3-3), (1-3-3), (3-3), (3-3)$	1	

Indivíduo (ind) e número de tombo	Estrutura	A	B
Ind 1 (MHNCI 291)	1, 2, 2, 2, 3, 3, (3-3), 3	1	
Ind 2 (MHNCI 290)	1, 1, 1-2, 2, 2, 2, 3, 3, 1-3, 1-2, 1-3, 2, 1-3, 1-1-2, (1-2-3), 1-1-2, 1-2	0	
Ind 3 (MHNCI 292)	2, 2, 2, 3, 2, 2, (3-3), (2-3), 3	3	
Ind 4 (MHNCI 293)	2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3	?	
Ind 5 (MHNCI 294)	2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, (3-3), 3, (3-3), (3-3), (2-3), (2-3), (2-3)	4	
Ind 6 (MHNCI 295)	1, 1, 2, 1-3, 3, 2, 2, 2, 1-1-2, 2, 1-3, 1-2, (1-2-2), (1-3-3), 1-2	1	
Ind 6 (MHNCI 297)	1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 2, 2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2	2	
Ind 6 (MHNCI 298)	1-1, 1, 1-1, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-1-2, 1-1-2	1	
Ind 6 (MHNCI 299 and 300)	1, 1, 1-1, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-1-2, 1-2, 1-2, 1-1-1-2, 1-2, 1-1-2, 1-1-2	0	
Ind 6 (MHNCI 301)	1-1, 1-2, 1-2, 1-2, (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), 1-2, 1-2, (1-1-2-2), 2, 1-2	2	
Ind 7 (MHNCI 296)	1, 1, 2, 1-2, 1-3, 1-2, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3	1	
<i>B. fuscolineatus</i> (Morro Braço da Onça, município de Luiz Alves, Santa Catarina)			
Ind 1 (MHNCI 345)	1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, (2-2), (2-2), (2-2), (?-?), (2-2), (2-2), (2-2), (2-2)	0	
Ind 1 (MHNCI 357)	2, 1, 1, 1, 1, 1	1	
Ind 2 (MHNCI 345)	?, 1, 2, 1, 2	1	x
Ind 2 (MHNCI 346)	1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, (2-2), (3-2), (3-3), (3-2), (3-3), (2-3), (2-2), (2-3), (2-2), (2-2), (2-3), (3-2), (2-2)	0	
Ind 2 (MHNCI 358)	1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, (2-3), (3-3), (3-3), (3-3), (3-3)	0	
Ind 2 (MHNCI 359)	1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, (2-2), (2-2), (3-2), (3-2), (2-2)	0	
Ind 3 (MHNCI 360)	2, 2, 2, 2, 2, (2-2), (2-2), (2-2), (2-2), (2-2), (2-2), (2-2), (2-2), (2-2), (2-2), (2-2)	2	
Ind 3 (MHNCI 361)	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 1, 1, 1, 1, (2-2), (2-2), (2-2), (2-2), (1-1)	1	
Ind 4 (MHNCI 362)	1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, (2-2), (2-2), (2-2), (2-2), (2-2), (2-2), (2-2), (2-2), (3-2), (2-2), (2-2), (2-2)	0	
Ind 5 (MHNCI 363)	1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, (2-2), (2-2), (2-2), (2-2), (2-2), (2-2), (2-2-2), (3-2-2)	0	
<i>B. fuscolineatus</i> (Morro do Baú, município de Ilhota, Santa Catarina)			

Indivíduo (ind) e número de tombo	Estrutura	A	B
Ind 3 (MHNCI 340)	$1-1, 1-2, 1-2, 2, 1-2, 1-2, 1-2, (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2)$	2	
Ind 4 (MHNCI 342)	$2, 2, 1-2, 2, (2-2), 2, (2-2), (2-2), (2-2), (2-2), (1-2-2), (2-2-2), (2-2-2), (1-2-2-2-1), (1-2-2-2), (2-2-2), (1-2-2-2-2), (1-2-2-2-2), (1-1-2-2-2-2), (1-2-2-2-2-1), (2-2-2-2-2-1), (1-1-2-2-2-2-2), 1-1, 1$	2	
Ind 5 (MHNCI 364)	$1-1, 1-1, 1-1, 1-1, 1-1, 1-1, 1-1, 1-1, 1-2, 1-1, 1-1, (1-2-1), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2-1), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-1-2-1), (1-1-2-1)$	0	
<i>B. olivaceus</i> (Castelo dos Bugres, município de Joinville, Santa Catarina)			
Ind 1 (MHNCI 324)	$3, 3, 3, 3, 3, 1-3, 1-1-2, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, (1-3-3), (1-3-2), (1-3-2), (2-2)$	0	
Ind 2 (MHNCI 325)	$3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, (3-3), (3-3), (3-3), (3-3), (3-3), (3-3)$	?	
Ind 3 (MHNCI 326)	$1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, (1-2-2), 1-2, (1-2-2), 1-2$	0	
<i>B. olivaceus</i> (Morro do Boi, município de Corupá, Santa Catarina)			
Ind 1 (MHNCI 308)	$1-1, 2-1, 1-1, 1-1, 3-1, 1-1, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-1-2, 2-1-2, 3-2, 3-1, 3-2, 1-1, 1-1$	0	
Ind 2 (MHNCI 309)	$1, 1, 1-1, 1, 2, 1-2, 2, 2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 3, 1-2, 1-2, 1-2$	0	
Ind 2 (MHNCI 316)	$1-1-1, 1-2, 1-2, 1-1-1, 1-2, 1-2, 1, 1, 1-1, 1-2, 1-2, 1-1-1, 1-1-2, 1-1-2$	0	
Ind 3 (MHNCI 310)	$1-2, 2-2, 1-2, 1-2$	?	
Ind 4 (MHNCI 311)	$1-2, 1-2, 1-2, 2, (2-2)$	3	
Ind 5 (MHNCI 311)	$2, 1-2, 2, 2, 2, (2-1), 2$	?	
Ind 5 (MHNCI 312)	$2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, (2-1), (2-2), 2$	?	
Ind 6 (MHNCI 313)	$2, 2, 1-2, 2, 2, 2$	?	
Ind 7 (MHNCI 314)	$1-2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 1-2, 1-2, 2, 1-2, 1-2, 2, 2, 2$	?	
Ind 8 (MHNCI 315)	$1, 1-1, 1-1, 1-1, 1-1, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 2-2, 2-2, 2-2, 1-2, 1-2, 2-2, 1-2$	0	
Ind 9 (MHNCI 316)	$1, 1-1, 1-1-1, 1-1, 1-1-1, 2-1-1, 1-1-2, 2-1-2, 1-1-2, 1-2, 3-1, 1-2$	0	
Ind 9 (MHNCI 316)	$(2-3), (1-2-3), (2-2)$	?	
<i>B. olivaceus</i> (Pico Jurapê, município de Joinville, Santa Catarina)			
Ind 1 (MHNCI 317)	$1-2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 1-2, 1-2$	?	

Indivíduo (ind) e número de tombo	Estrutura	A	B
Ind 2 (MHNCI 318)	1, 2, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 1-3, 3, 3, 3, 3, 3, 1	1	
Ind 3 (MHNCI 319)	1, 1, 1, 1, 2, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2	2	
Ind 4 (MHNCI 320)	1-2, 1-2, 1-2, 2, 1-2, 1-2, 2, 1-2	1	
Ind 4 (MHNCI 321)	1-1, 2, 1-2, 2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-3, 1-2, 1-2, 1-3, 1-3, 1-3, 1-2, 1-2, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3	1	
Ind 5 (MHNCI 322)	1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-3, 1-3, 1-1-3, 1-1-2, 1-3-1, 1-3-1, 1-1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 2-1-3, 1-3, 1-3, 1-3, (1-1-3-2), 1-2, 1-2, 1-2	1	
Ind 6 (MHNCI 323)	2, 1-1, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-3, 1-2, 1-3, 1-3, 1-3, (1-3-3), (1-3-2), (1-2-3)	3	
Ind 7 (MHNCI 375)	1, 2, 1-2, 2	1	x
<i>B. pernix</i> (Anhangava, Serra da Baitaca, município de Quatro Barras, Paraná)			
Ind 1 (MHNCI 251)	1-4, 1-3, 1-4, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-4, 1-3, 1-3, 1-4, 1-3, 1-3, 1-3	?	
Ind 2 (MHNCI 252)	1-1-3, 1-1-3, 1-1-3, 1-1-3, 1-1-3, 1-1-3, 1-1-3, 1-1-3, 1-1-3, 1-1-3, 1-1-3	?	
Ind 3 (MHNCI 253)	1-2, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 3-3	?	
Ind 4 (MHNCI 254)	2-3, (1-3-3), (1-3-3), (1-3-3), 1-3, (1-3-3), (1-3-3), (1-3-3), 1-3, (1-3-3)	?	
Ind 5 (MHNCI 255)	1-3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 1-3	?	
Ind 6 (MHNCI 376)	(2-2), 2, (2-2), 2, 1-2, 1-2, 1-2	?	
Ind 7 (MHNCI 377)	1-3, 3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3	?	
Ind 8 (MHNCI 378)	1-3 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3	?	
<i>B. pombali</i> (Morro dos Padres, Serra da Igreja, município de Morretes, Paraná)			
Ind 1 (MHNCI 259)	1-2, 1-2, 1-2, 2-2, (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-3-3), (1-2-3), (1-3-2), (1-3-3), (1-3-2-3), (1-2-2-2), (2-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (2-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2)	?	
Ind 2 (MHNCI 260)	1-2, (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2-1-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-1-2-2), (1-2-2-1-2), (1-2-2-2), (2-1-2-2-2), (1-1-1-2-1-1), 1, 1-1-1	?	
Ind 3 (MHNCI 261)	1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (2-3-3-3), (1-2-2)	3	
Ind 4 (MHNCI 262)	1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, (2-2), (2-2), (3-2), (2-2), (2-2), (2-2), (2-2), (2-2), (2-2-1), (2-2-1), (2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-1), (1-2-2), (1-2-2-1)	2	

Indivíduo (ind) e número de tombo	Estrutura	A	B
Ind 5 (MHNCI 262)	1-2, (1-2-2), 1-2, (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2)	0	
Ind 6 (MHNCI 263)	2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2), (1-2-2-2) (1-2-2-2-2), (1-2-2-2-2), (1-2-2-2-2)	?	
Ind 7 (MHNCI 263)	2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3	?	?
Ind 8 (MHNCI 264)	(1-2-2-2), (1-2-2-2)	?	
<i>B. quiririensis</i> (Campos do Quiriri, Serra do Quiriri, divisa dos municípios de Campo Alegre e Garuva, Santa Catarina)			
Ind 1 (FNJV 0040992)	1-4, 1-4, 1-4, 1-4, 1-4, 1-4	?	?
<i>B. quiririensis</i> (Serra do Quiriri, município de Campo Alegre, Santa Catarina)			
Ind 1 (MHNCI 327)	1-2, 1-2, 1-2, 1-3, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 2-3, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2	?	x
Ind 1 (MHNCI 328)	1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2	?	
Ind 2 (MHNCI 327)	1, 1-1, 1-1, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1-2	0	x
Ind 3 (MHNCI 333)	2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 1-3, 3, 2-2, 3-2	?	x
Ind 4 (MHNCI 334)	1-2, 1-2, 1-2, 2-2, 2, 2, (2-3-3), (1-2-2), (2-2-2), (2-3), 2	2	
Ind 4 (MHNCI 335)	1, 1-1, 1-1, 1-1, 1-1, 1-2, 1-2, 2, 1-2, 2, 2, 2, 1-2, 2, 2-2, 2, 2, 1-2, 1-2, 2, 2, 2, 1-2, 2, 1-2, 2, 2	0	
Ind 4 (MHNCI 336)	1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 1-2, 1-2, 1-1-2, 1-1-2, 1-3, 1-1-3, (1-1-2-3), (2-3), (1-2-2), (1-2-3), (1-2-3), (1-2-3), (1-2-3), (1-2-3)	0	
<i>B. quiririensis</i> (Bradador, Serra do Quiriri, município de Garuva, Santa Catarina)			
Ind 1 (MHNCI 329)	1-2, 1-2, 1-3, 1-3, 1-1-3, 1-3, 2, 1-3, 1-2, 2, 2, 3, 2, 2	?	x
Ind 2 (MHNCI 330)	1-3, 1-3, 1-2, 1-3, 1-3, 3, 3, 1-3, 1-3, 1-3	?	
Ind 3 (MHNCI 331)	1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-3, 1-1-3, 1-1-3	?	
Ind 4 (MHNCI 332)	1-3, 1-1-3, 1-3, 3, 1-3, 3, 1-3, 3, 1-3, 1-3, 3, 1-3	?	x
<i>B. tabuleiro</i> (Rio do Ponche, Serra do Tabuleiro, município de São Bonifácio, Santa Catarina)			
Ind 1 (CASA 154)	3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3	?	?
Ind 2 (CASA 155)	1-3, 1-3, 1-3, 3, 1-3, 1-3, 2, 1-3	?	?
Ind 3 (CASA 156)	3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 1-3, 2, 1-3, 1-3, 1-4	?	?
Ind 3 (CASA 157)	1-4, 1-4, (1-4-3), (1-4-3), (1-4-3), (4-3), (1-4-4), (1-4-3), (1-4-3), (1-4-3), (1-4-3), (1-3-3)	?	?

[illegible]

Material Suplementar:

Gráficos do canto de anúncio de espécies analisadas nesse trabalho. As imagens seguem um padrão de nota isolada seguidas por um grupo de notas. Notas atenuadas estão destacadas em vermelho, Espécies que tinham notas atenuadas aparentes não apresentaram necessidade de um espectrograma 3D, igualmente para espécies que não apresentaram nenhuma. Dependendo da gravação, o espectrograma 2D pôde mostrar uma representação fiel de notas atenuadas, porém em outros casos utilizamos a ferramenta de espectogramas 3D.

Figura S1: *B. actaeus* representado em A e B, em A Nota atenuada e nota isolada, seguido por B um grupo de notas. Nota atenuada muito próxima da nota típica, padrão que não é comum no gênero. Imagem de nota isolada retirada de MHCI 305 e de MHCI 285 para grupo de notas. *B. auroguttatus* em C e D. Em C uma nota atenuada e nota isolada, seguido por D uma atenuada e um grupo de notas. Imagens de nota isolada retirada de MHCI 381 e de MHCI 381 para grupo de notas (Imagens 2D e 3D em 256 de FFT e 90% de overlap)

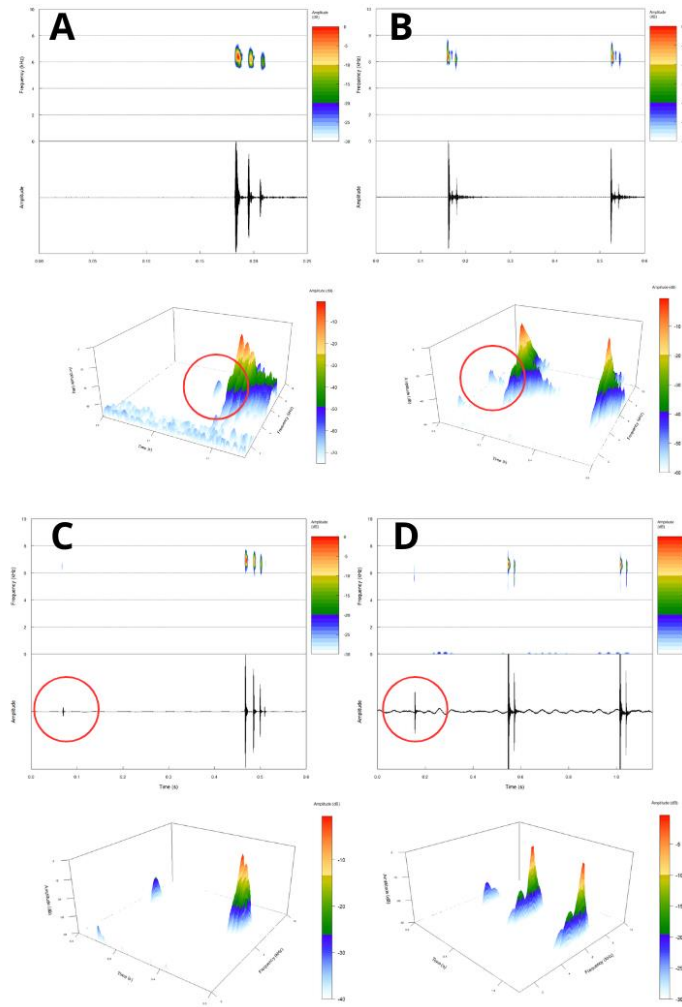


Figura S2: *B. coloratus* em A e B. Em A nota atenuada e nota isolada, seguido por B um grupo de notas. Imagem de nota isolada retirada de MHCI 249 e de MHCI 249 para grupo de notas. *B. ferruginus* em C e D. Em C nota atenuada e nota isolada, seguido por B um grupo de notas. Imagem de nota isolada retirada de MHCI 294 e de MHCI 294 para grupo de notas (Imagens 2D e 3D em 256 de FFT e 90% de overlap)

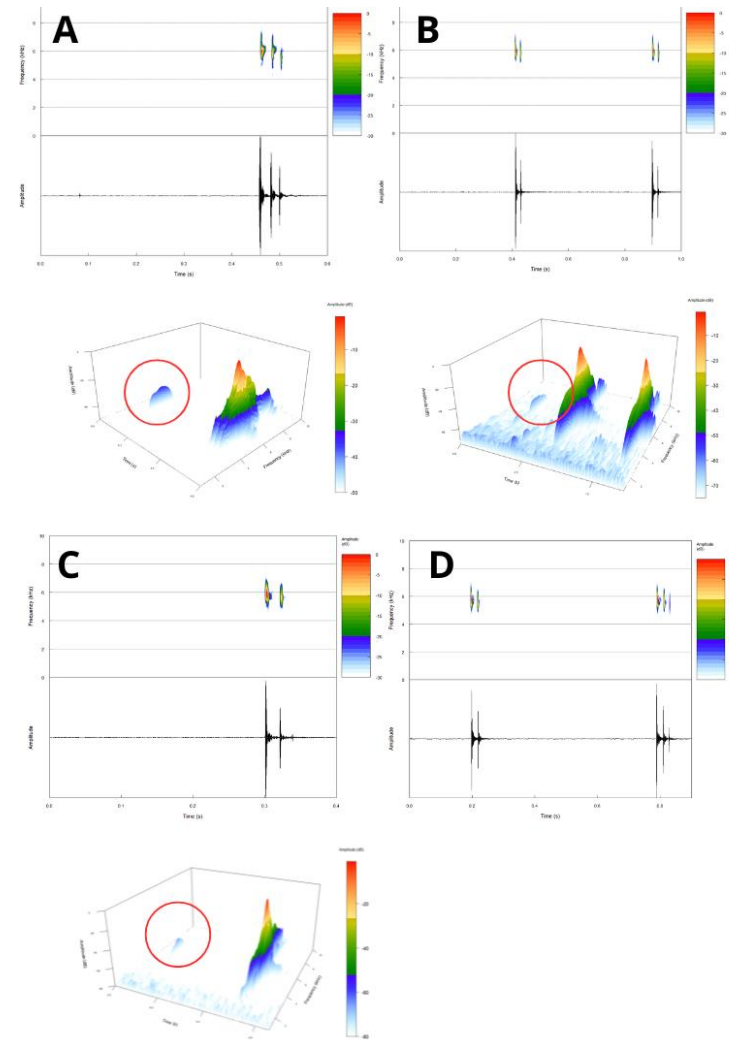


Figura S3: *B. fuscolineatus* em A e B. Em A nota isolada, seguido por B um grupo de notas. Imagem de nota isolada retirada de MHCI 346 e de MHCI 346 para grupo de notas. *B. izecksohni* em C e D. Em C nota atenuada e nota isolada, seguido por D uma nota atenuada e um grupo de notas. Imagem de nota isolada retirada de MHCI 257 e de MHCI 256 para grupo de notas. *B. leopardos* em E e F. Em E nota atenuada e nota isolada, seguido por F um grupo de notas com 6 notas. Imagem de nota isolada retirada de MHCI 364 e de MHCI 342 para grupo de notas. *B. pombali* em G e H. Em G nota atenuada e nota isolada, seguido por H uma nota atenuada e um grupo de notas. Imagem de nota isolada retirada de MHCI 262 e de MHCI 263 para grupo de notas (Imagens 2D em 256 de FFT e 90% de overlap).

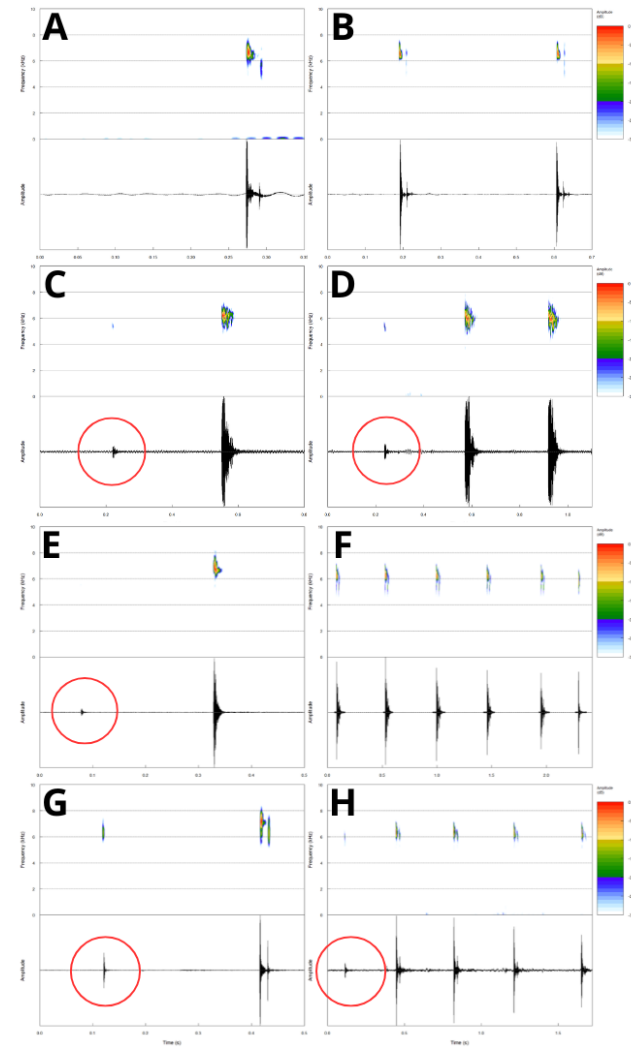


Figura S4: *B. olivaceus* em A e B. Em A Nota atenuada e nota isolada, a nota atenuada nesse caso, possui mais componentes em sua formação, se assemelhando a uma nota típica com mais pulsos, na representação abaixo podemos ver 3 componentes. Em B um grupo de notas. Imagem de nota isolada retirada de MHCI 308 e de MHCI 263 para grupo de notas. *B. pernix* em C e D. Em C nota atenuada e nota isolada, seguido por D um grupo de notas. Imagem de nota isolada retirada de MHCI 251 e de MHCI 256 para grupo de notas (Imagens 2D e 3D em 256 de FFT e 90% de overlap).

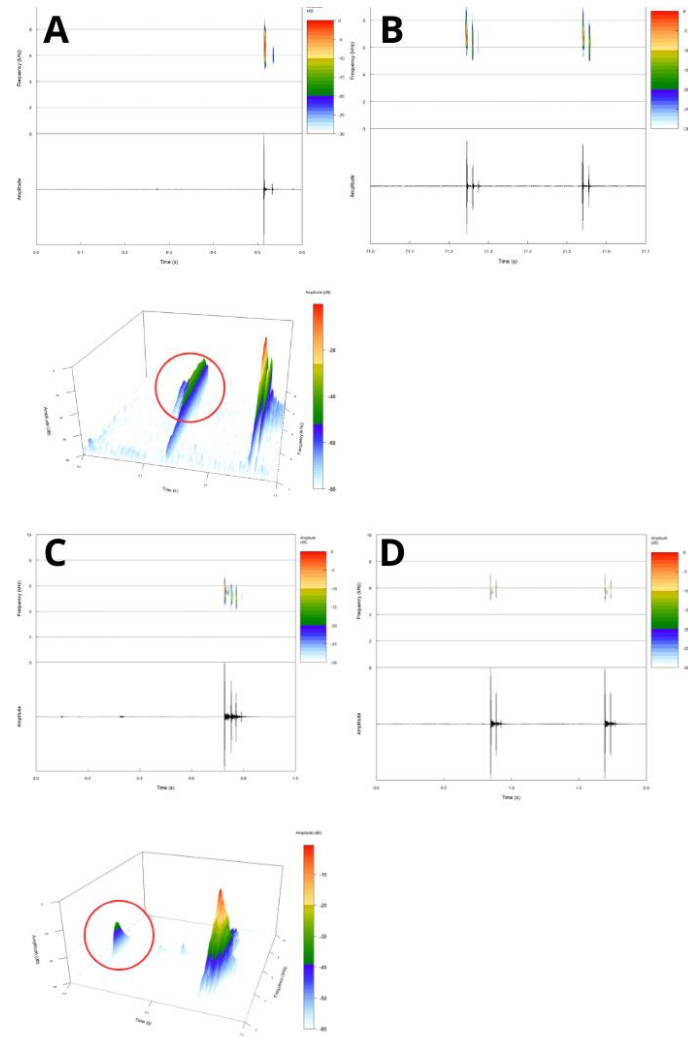


Figura S5: *B. quiririensis* em A e B. Em A nota atenuada e nota isolada, seguido por B uma nota atenuada e um grupo de notas. Imagem de nota isolada retirada de MHCI 336 e de MHCI 336 para grupo de notas. *B. tabuleiro* em C e D. Em C nota atenuada e nota isolada, seguido por D um grupo de notas. Imagem de nota isolada retirada de uma gravação ainda não tomabada (Ind 5) e de CASA 157 para grupo de notas (Imagens 2D e 3D em 256 de FFT e 90% de overlap).

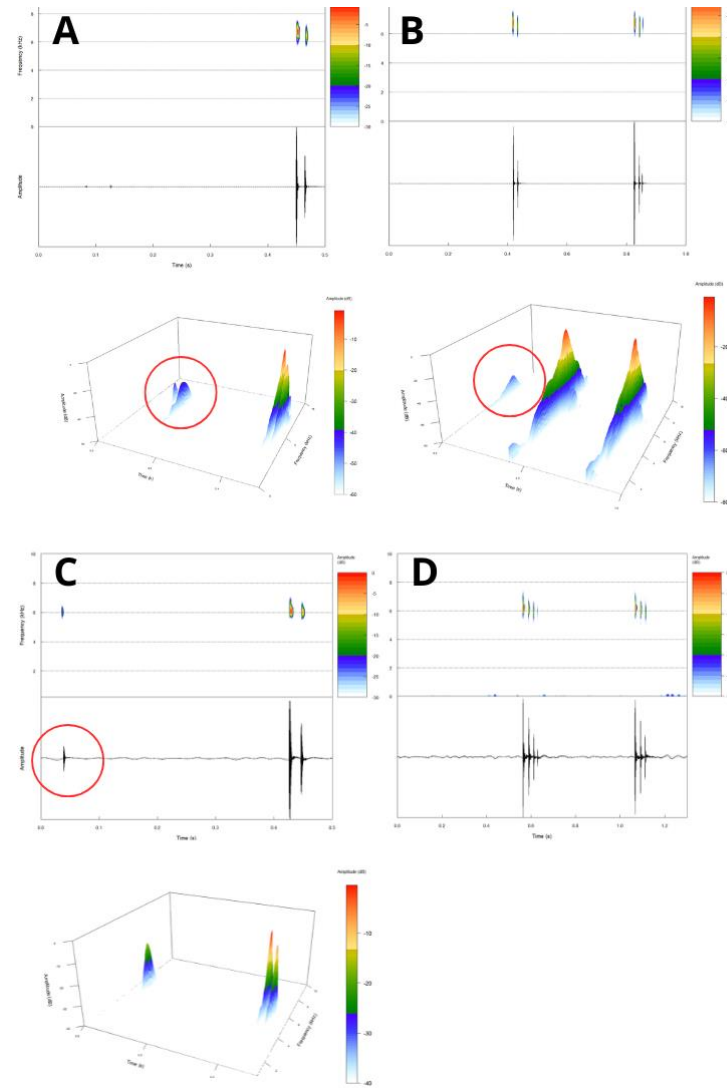
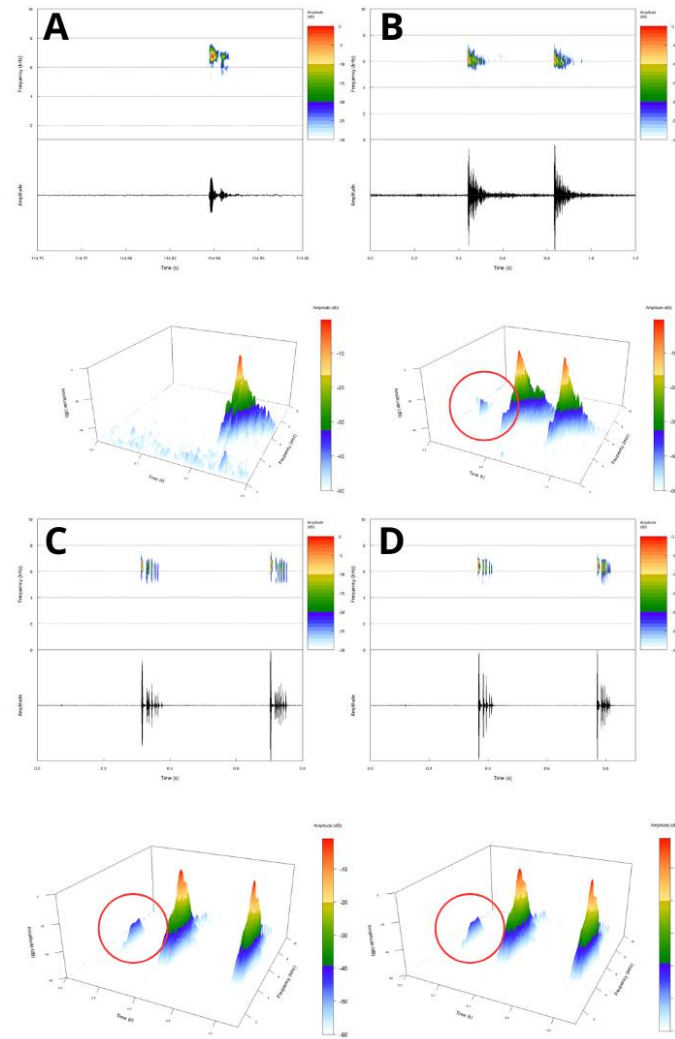


Figura S6: *B. verrucosus* em A, B, C e D. Em A nota isolada, seguido por B uma nota atenuada e um grupo de notas. Imagem de nota isolada retirada de MHCI 380 e de MHCI 241 para grupo de notas (Imagens 2D e 3D em 256 de FFT e 90% de overlap). Em C e D temos os cantos com mais pulsos registrados na gravação MHCNI 244, em que podemos observar notas atenuadas e então grupos de notas com notas de 7 e 8 pulsos o maior número já encontrados nesse grupo de espécie.



Apêndice

Cantos de anúncio de espécies do grupo *Brachycephalus pernix* analisados para esse trabalho. O número amostral representa a quantidade de cantos de anúncio e número de indivíduos (as gravações podem ter mais de um canto de anúncio). Abreviação: CASA = Coleção Audiovisual do Semiárido, Mossoró, Rio Grande do Norte; FNJV = Fonoteca Neotropical Jacques Viellard, Campinas, São Paulo; MHNCL = Museu de História Natural Capão da Imbuia, Curitiba, Paraná. As gravações no MHNCI foram realizadas pelos autores com os seguintes equipamentos: gravador digital Sony PCM-D50 com microfone Sennheiser ME 66/K6, gravador digital Marantz PMD660 com microfone Sennheiser ME 66/K6 e/ou gravador digital Tascam DR-44WL com microfone Sennheiser ME 67/K6, com taxa de amostragem de 44,1 kHz e resolução de 16 bits.

Brachycephalus actaeus (N=15/9). SANTA CATARINA: Forte Marechal Luz, Ilha de São Francisco, município de São Francisco do Sul, janeiro de 2021, 27°C e de 3 a 0.5 metros do animal MHNCI 365–9; Serra da Palha, Laranjeiras, Ilha de São Francisco, Município de São Francisco do Sul, janeiro de 2017, MHNCI 289; Serra da Tiririca, Município de Itapoá, janeiro de 2017, hora: 09:30, a 50 cm do animal MHNCI 280-8, MHNCI 302–7.

Brachycephalus auroguttatus (N = 8/6). SANTA CATARINA: Trilha para Pedra da Tartaruga, município de Garuva, novembro de 2023 as 10:00 da manhã MHNCI 381–8.

Brachycephalus boticario (N=30/14). SANTA CATARINA: Morro do Cachorro, divisa dos municípios de Blumenau, Gaspar, e Luiz Alves MHNCI 138-64.

Brachycephalus brunneus (N=20/19). PARANÁ: Caratuva, Serra dos órgãos, município de Campina Grande do Sul MHNCI 083-96; Caranguejeira, Serra da Graciosa, município de Quatro Barras MHNCI 349–53.

Brachycephalus coloratus (N=9/5). PARANÁ: Estância Hidroclimática Recreio da Serra, Serra da Baitaca, município de Piraquara, dezembro de 2017 e janeiro de 2018, quente e úmido MHNCI 245-50, MHNCI 354–6.

Brachycephalus curupira (N=26/26). PARANÁ: Serra do Salto, Malhada, município de São José dos Pinhais MHNCI 097-122.

Brachycephalus ferruginus (N=12/7). PARANÁ: Olimpo, Serra do Marumbi, município de Morretes, janeiro de 2018, de 0.3 até 2.5 metros de distância MHNCI 290-301.

Brachycephalus fuscolineatus (N=11/7). SANTA CATARINA: Morro Braço da Onça, município de Luiz Alves, dezembro de 2018 MHNCI 345-7, MHNCI 357—63; Morro do Baú, município de Ilhota, Santa Catarina, outubro de 2010 MHNCI 370–1.

Brachycephalus izecksohni (N=3/1). PARANÁ: Torre da Prata, Serra da Prata, divisa dos municípios de Paranaguá, e Guaratuba, novembro de 2004 MHNCI 256-8.

Brachycephalus leopardus (N=12/10). PARANÁ: Morro dos Perdidos, município de Guaratuba, fevereiro de 2010, 22°C às 11:30 MHNCI 343-4; Serra do Araçatuba, município de Tijucas do Sul, janeiro de 2018, 18°C, de 0.2 a 0.5 M do animal MHNCI 337–42, MHNCI 364.

Brachycephalus olivaceus (N=23/19). SANTA CATARINA: Castelo dos Bugres, município de Joinville, novembro de 2018 MHNCI 324–6; Morro do Boi, município de Corupá, janeiro de 2016, de 22 a 26° celsius MHNCI 308–16; Pico Jurapí, município de Joinville, janeiro de 2019 MHNCI 317-23, MHNCI 375.

Brachycephalus pernix (N=8/8). PARANÁ: Anhangava, Serra da Baitaca, município de Quatro Barras, novembro de 2012 MHNCI 251-5, MHNCI 376–8.

Brachycephalus pombali (N=8/8). PARANÁ: Morro dos Padres, Serra da Igreja, município de Morretes, dezembro de 2020 MHNCI 259-64.

Brachycephalus quiririensis (N=12/9). SANTA CATARINA: Campos do Quiriri, Serra do Quiriri, divisa entre Campo Alegre e Garuva FNVJ 0040992; Bradador, Serra do Quiriri, município de Garuva, outubro de 2004 MHNCI 329-32; Serra do Quiriri, município de Campo Alegre, janeiro de 2018 MHNCI 327-8, 333-6.

Brachycephalus tabuleiro (N = 7/5). SANTA CATARINA: Afluente da margem direita do rio do Ponche, Serra do Tabuleiro, município de São Bonifácio CASA 154–157 e 3 gravações não tombadas gravadas em novembro de 2024.

Brachycephalus tridactylus (N=17/15). PARANÁ: Serra do Morato, Reserva Natural Salto Morato, município de Guaraqueçaba MHNCI 035-051.

Brachycephalus verrucosus (N=11/11). SANTA CATARINA: Morro da Tromba, município de Joinville, novembro de 2018 MHNCI 237-44 e gravados em fevereiro de 2024 a 25° celsius MHNCI 379–80.

PARECER FINAL DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Discente: GABRIEL SILVEIRA PRADO ALVES

Título: "Revisão dos cantos de anúncio das espécies do grupo *Brachycephalus pernix* (Anura: *Brachycephalidae*)"

Orientador: Prof. Dr. Marcos Ricardo Bornschein

Curso/Habilitação: Bacharelado em Ciências Biológicas/Gerenciamento Costeiro

COMISSÃO EXAMINADORA	CONCEITO
Prof. Dr. Marcos Ricardo Bornschein	APROVADO
Profa. Dra. Milena Wachlevski Machado	APROVADO

PARECER:

APROVADO SEM RESERVA

CONCEITO FINAL:

A Comissão Examinadora abaixo assinada conclui que o discente **Gabriel Silveira Prado Alves** obteve o seguinte conceito:

☒ APROVADO

☐ REPROVADO

São Vicente, 10 de dezembro de 2024.



Prof. Dr. Marcos Ricardo Bornschein



Profa. Dra. Milena Wachlevski Machado