



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

**Onde estão, como estão e como cantam as populações de *Boana buriti*  
Caramaschi e Cruz, 1999 (Anura, Hylidae): Integrando modelagem de  
distribuição potencial e vocalização**

**Murielly Alves Coimbra**

**Brasília**

**Março de 2025**



**UnB**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA**

**Onde estão, como estão e como cantam as populações de *Boana buriti*  
Caramaschi e Cruz, 1999 (Anura, Hylidae): Integrando modelagem de  
distribuição potencial e vocalização**

**Murielly Alves Coimbra**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Zoologia.

Orientador: Reuber Albuquerque Brandão

**Brasília**  
**Março de 2025**

**Onde estão, como estão e como cantam as populações de *Boana buriti* Caramaschi e Cruz, 1999 (Anura, Hylidae): Integrando modelagem de distribuição potencial e vocalização**

Murielly Alves Coimbra  
Orientador: Reuber Albuquerque Brandão

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Zoologia.

(Reuber Albuquerque Brandão) Presidente – UNB

(Sarah Mângia Barros) – UFMS

(Wilian Vaz Silva) – PUC Goiás

(Mariana de Carvalho) – MS

Brasília

Março de 2025

## RESUMO

### Onde estão, como estão e como cantam as populações de *Boana buriti* Caramaschi e Cruz, 1999 (Anura, Hylidae): Integrando modelagem de distribuição potencial e vocalização

Murielly Alves Coimbra

Orientador: Reuber Albuquerque Brandão

Resumo da Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Zoologia.

A espécie *Boana buriti*, endêmica do Cerrado e restrita às áreas de altitude, é classificada como “Vulnerável” na Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. A espécie *B. stenocephala* é muito semelhante e de difícil diferenciação, por meio de morfologia externa, de *Boana buriti*. Apresentamos a variação do canto de *Boana buriti* em duas populações e a variação entre o canto de *B. buriti* e *B. stenocephala*. A variação do canto de *B. buriti* em Brasília-DF e Cristalina-GO foi melhor explicada pela frequência dominante e frequência máxima. Observamos que em Brasília os indivíduos são maiores e vocalizam em frequências mais baixas, enquanto em Cristalina são menores e vocalizam em frequências mais altas. *Boana buriti* apresenta amplo repertório acústico, o canto de anúncio (três notas), canto agressivo curto (cinco notas) o canto agressivo longo (7-21 notas) e o canto trinado (12-13 notas). O canto de anúncio de *B. buriti* e *B. stenocephala* são diferentes e apresentam maior variação na taxa de canto e duração do canto. *B. buriti* apresentou baixo Coeficiente de Variação intraespecífico para a frequência dominante, classificada como estática, sendo importantes para o reconhecimento de coespecíficos, enquanto a variação interindividual foi maior que a variação intraindividual. O modelo preditivo de distribuição potencial apresentou desempenho satisfatório ( $AUC=0,87$ ;  $TSS\ 0,85$ ). As variáveis mais importantes para o modelo foram a precipitação anual e a elevação. As áreas de alta adequabilidade previstas foram no entorno dos pontos de ocorrência, exceto na localidade-tipo. As áreas de alta adequabilidade sobrepunderam a distribuição conhecida de *B. stenocephala*. Acreditamos que esse resultado é justificado pela similaridade dos hábitats utilizados pelas espécies do Clado *B. polytaenia* de Cerrado e Mata Atlântica, e devido ao fato de linhagens próximas reterem características ecológicas ancestrais, restringindo espécies intimamente relacionadas de se expandirem para novos nichos. A nova EOO para *B. buriti* foi de  $12.160\ km^2$  e AOO de  $20\ km^2$ , podendo ser classificada como Vulnerável (VU) para o critério B1 e como em Perigo (EN) para o critério B2. Expedições futuras são essenciais para avaliar a situação das populações em Minas Gerais e subsidiar medidas de conservação.

Palavras-chave: Anuros, Cerrado, bioacústica, distribuição potencial, extinção

Brasília

Março de 2025

## ABSTRACT

### Where are the populations of *Boana buriti* Caramaschi and Cruz, 1999 (Anura, Hylidae) found, how are they, and how do they sing? Integrating potential distribution modeling and vocalization

Murielly Alves Coimbra

Orientador: Reuber Albuquerque Brandão

*Abstract* da Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós- graduação em Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Zoologia.

The species *Boana buriti*, endemic to the Cerrado and restricted to high-altitude areas, is classified as “Vulnerable” on the National List of Threatened Species. The species *B. stenocephala* is very similar and difficult to distinguish from *Boana buriti* based on external morphology. We present the call variation of *Boana buriti* in two populations and the differences between the calls of *B. buriti* and *B. stenocephala*. The call variation of *B. buriti* in Brasília-DF and Cristalina-GO was best explained by dominant frequency and maximum frequency. We observed that in Brasília, individuals are larger and vocalize at lower frequencies, while in Cristalina, they are smaller and vocalize at higher frequencies. *Boana buriti* exhibits a broad acoustic repertoire, including the advertisement call (three notes), short aggressive call (five notes), long aggressive call (7–21 notes), and the trilled call (12–13 notes). The advertisement calls of *B. buriti* and *B. stenocephala* are different, showing greater variation in call rate and call duration. *B. buriti* exhibited low intra-individual CV for dominant frequency, classified as static, which is important for conspecific recognition, while inter-individual variation was greater than intra-individual variation. The predictive model of potential distribution performed satisfactorily (AUC = 0.87; TSS = 0.85). The most important variables for the model were annual precipitation and elevation. The areas of high suitability predicted were around the known occurrence points, except for the type locality. The areas of high suitability overlapped with the known distribution of *B. stenocephala*. We believe this result is justified by the similarity of habitats used by species of the *B. polytaenia* clade in the Cerrado and Atlantic Forest, as well as by the fact that closely related lineages retain ancestral ecological traits, limiting closely related species from expanding into new niches. The new EOO for *B. buriti* was 12,160 km<sup>2</sup> and the AOO was 20 km<sup>2</sup>, allowing it to be classified as Vulnerable (VU) under criterion B1 and as Endangered (EN) under criterion B2. Future expeditions are essential to assess the status of populations in Minas Gerais and to support conservation measures.

**Keywords:** Anurans, Cerrado, bioacoustics, potential distribution, extinction

Brasília

Março de 2025

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu orientador, Reuber Brandão por abrir as portas do LAFUC, me receber e orientar durante esses anos, obrigada pelo incentivo, compreensão e pelo conhecimento transmitido, tanto científico quanto pessoal.

Inúmeros foram os desafios ao longo desse período, mas também de grande aprendizado e o mais importante, não se faz ciência sozinho e pedir ajuda é necessário, ainda que eu tenha aprendido isso forçadamente.

Também não poderia deixar de agradecer à Isabela Parreira (Isa), você foi uma grande colaboradora desse trabalho, nos cantos e em cada canto que precisei amostrar. Obrigada ao Luís, Fernanda, Pedro Paulo (Pepa) e Emayre por toparem as idas à campo em meio ao mar de monoculturas e por tornar essa etapa mais leve, ainda que as adversidades e desencontros com a perereca de pijama me frustrassem. Agradeço também Dani Carvalho, Gustavo Brito, Afonso e aqueles que de alguma forma contribuíram com esse projeto.

Não poderia deixar de agradecer à minha companheira Maiara, você foi minha maior incentivadora nesse tempo, obrigada por ser meu porto seguro, me entender, acolher e colocar a galocha na lama quando precisou.

Ainda agradeço à minha mãe, que me inspira a tornar os meus sonhos realidade, a ser forte e não desistir dos meus objetivos, quando eu crescer quero ser como a senhora.

Por fim agradeço ao também ao Programa de Pós-graduação em Zoologia-PPG Zoo, aos professores pela oportunidade de aprendizado, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq, pela bolsa de pesquisa.

## Sumário

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>4</b>
<b>4.</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>5</b>
<b>4.1</b>	<b>Área de estudo .....</b>	<b>5</b>
<b>4.2</b>	<b>Vocalização .....</b>	<b>10</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Coleta de dados .....</b>	<b>10</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Oscilogramas e espectrogramas .....</b>	<b>12</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Análises estatísticas .....</b>	<b>12</b>
<b>4.2.4</b>	<b>Coeficientes de variação .....</b>	<b>13</b>
<b>4.3</b>	<b>Extensão de Ocorrência e Área de Ocupação .....</b>	<b>14</b>
<b>4.4</b>	<b>Modelagem de distribuição potencial de espécies.....</b>	<b>14</b>
<b>4.4.1</b>	<b>Pontos de Ocorrência .....</b>	<b>14</b>
<b>4.4.2</b>	<b>Variáveis ambientais e topográfica .....</b>	<b>14</b>
<b>4.4.3</b>	<b>Construção do Modelo Preditivo.....</b>	<b>15</b>
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>16</b>
<b>5.1</b>	<b>Vocalização .....</b>	<b>16</b>
<b>5.2</b>	<b>Extensão de Ocorrência e Área de Ocupação.....</b>	<b>36</b>
<b>5.3</b>	<b>Modelagem de distribuição potencial.....</b>	<b>38</b>
<b>6.</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>40</b>
<b>6.1</b>	<b>Vocalização .....</b>	<b>40</b>
<b>6.2</b>	<b>Extensão de Ocorrência-EOO e Área de Ocupação-AOO .....</b>	<b>43</b>
<b>6.3</b>	<b>Modelagem de distribuição de espécies.....</b>	<b>44</b>
<b>7.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>46</b>

## Índice de Figuras

<b>Figura 1:</b> Macho adulto de <i>Boana buriti</i> na Fazenda Água Limpa, Brasília- DF; Foto: Murielly Coimbra .....	<b>2</b>
<b>Figura 2:</b> Macho adulto de <i>Boana stenocephala</i> em Rio Paranaíba- MG. Foto: Murielly Coimbra .....	<b>2</b>
<b>Figura 3:</b> Localização dos pontos de ocorrência de <i>Boana buriti</i> .....	<b>5</b>
<b>Figura 4:</b> A-Localização do ponto de ocorrência de <i>Boana buriti</i> no município de Unaí-MG (localidade-tipo); B- Imagem satélite do ponto de ocorrência com detalhe do remanescente florestal da	

Agro Reservas e áreas de irrigação no entorno; <b>C</b> e <b>D</b> -Ambientes amostrados na vereda do córrego Bebedouro; <b>E</b> -Reservatório artificial para irrigação na vereda do córrego Bebedouro).....	6
<b>Figura 5:</b> A- Localização do ponto de ocorrência de <i>Boana buriti</i> no município de Paracatu-MG; <b>B-</b> Imagem satélite do ponto de ocorrência em Paracatu com detalhe no uso e ocupação do solo do entorno.....	7
<b>Figura 6:</b> A- Localização do ponto de ocorrência de <i>Boana buriti</i> no município de Brasília-DF; <b>B-</b> Imagem satélite mais proximal do ponto de ocorrência na Fazenda Água Limpa, inserida na APA Gama e Cabeça-de-Veado; <b>C</b> - Reservatório artificial onde ocorre <i>Boana buriti</i> na FAL. ....	8
<b>Figura 7:</b> A- Localização do ponto de ocorrência de <i>Boana buriti</i> no município de Cristalina-GO. <b>B-</b> Imagem satélite mais proximal nos pontos de ocorrência; <b>C</b> - Imagem aérea do ponto CR02; <b>D-</b> Imagem aérea do ponto CR06; <b>E</b> - Imagem aérea do ponto CR05; <b>F</b> - Imagem aérea do ponto CR06. ..	9
<b>Figura 8:</b> A- Localização do ponto de ocorrência de <i>Boana stenocephala</i> no município de Rio Paranaíba-MG. <b>B-</b> Imagem satélite mais proximal no ponto de ocorrência; <b>C</b> - Pequeno reservatório onde ocorre <i>Boana stenocephala</i> . ..	10
<b>Figura 9:</b> A- Oscilograma e Espectrograma do canto de anúncio de um indivíduo de <i>Boana buriti</i> em Brasília; B- Oscilograma e Espectrograma de uma sequência de três cantos de anúncio de um indivíduo de <i>Boana buriti</i> em Brasília. ....	17
<b>Figura 10:</b> A- Oscilograma e Espectrograma de um canto de anúncio de um indivíduo de <i>Boana buriti</i> em Cristalina; <b>B-</b> Oscilograma e Espectrograma do corte em uma sessão de cantos de anúncio de um indivíduo de <i>Boana buriti</i> em Cristalina. ....	18
<b>Figura 11:</b> A-Oscilograma e Espectrograma do canto agressivo curto de <i>Boana buriti</i> indivíduo de Brasília-DF; <b>B-</b> A-Oscilograma e Espectrograma do canto agressivo curto de <i>Boana buriti</i> indivíduo de Cristalina-GO .....	20
<b>Figura 12:</b> A-Oscilograma e Espectrograma do canto agressivo longo de um indivíduo de <i>Boana buriti</i> em Brasília Distrito Federal; <b>B-</b> Oscilograma e Espectrograma do canto agressivo longo de um indivíduo de <i>Boana buriti</i> em Cristalina, Goiás. ....	22
<b>Figura 13:</b> Oscilograma e Espectrograma de um canto tipo “b” de um indivíduo de <i>Boana buriti</i> em Cristalina, Goiás. ....	24
<b>Figura 14:</b> Análise Multidimensional Escalonada (MDS), obtida por Random Forest, azul=População de <i>Boana buriti</i> de Cristalina, vermelho=População de <i>Boana buriti</i> em Brasília. ....	25
<b>Figura 15:</b> Importância das variáveis no modelo Random Forest das populações de <i>Boana buriti</i> . ...	26
<b>Figura 16:</b> Regressão Linear entre Comprimento Rostro-Cloacal (CRC) e Variáveis Acústicas por Localidade (vermelho – Brasília e azul – Cristalina). ....	28
<b>Figura 17:</b> Regressão Linear entre Condição Corporal (CC) e Variáveis Acústicas de <i>Boana buriti</i> em Brasília (vermelho) e em Cristalina (azul). ....	29
<b>Figura 18:</b> Gráfico das Regressões Lineares entre CRC e variáveis acústicas espectrais (frequência máxima e frequência dominante) de <i>Boana buriti</i> . ....	30
<b>Figura 19:</b> Resultados das Regressões Lineares entre CC e Variáveis Acústicas espectrais (frequência máxima e frequência dominante) de <i>Boana buriti</i> em Brasília e Cristalina.....	31
<b>Figura 20:</b> Oscilograma e Espectrograma de um canto de anúncio de um indivíduo de <i>Boana stenocephala</i> em Rio Paranaíba-MG.....	33
<b>Figura 21:</b> Análise Multidimensional Escalonada (MDS), do Modelo Random Forest, vermelho= <i>Boana buriti</i> , azul= <i>Boana stenocephala</i> .....	34
<b>Figura 22:</b> Importância das variáveis acústicas no modelo Random Forest das populações de <i>Boana buriti</i> e de <i>Boana stenocephala</i> . ....	35
<b>Figura 23:</b> Análise Multidimensional Escalonada (MDS), do Modelo Random Forest, vermelho= <i>Boana buriti</i> , azul= <i>Boana stenocephala</i> .....	36
<b>Figura 24:</b> Importância das variáveis acústicas no modelo Random Forest das populações de <i>Boana buriti</i> e de <i>Boana stenocephala</i> . ....	36
<b>Figura 25:</b> Uso do solo dentro da Extensão de Ocorrência-EOO, de <i>Boana buriti</i> . ....	37

<b>Figura 26:</b> Uso do solo dentro das Áreas de Ocupação - AOO, nos pontos de ocorrência de <i>Boana buriti</i> .....	38
<b>Figura 27:</b> Projeção das áreas de adequabilidade previstas para <i>Boana buriti</i> dentro da Extensão de Ocorrência.....	39
<b>Figura 28:</b> Projeção das áreas de adequabilidade previstas para <i>Boana buriti</i> nos estados de ocorrência conhecida da espécie e nos estados de ocorrência de <i>B. stenocephala</i> .....	39

## Índice de Tabelas

<b>Tabela 1:</b> Terminologias e descrições utilizadas para a descrição dos cantos de anúncios de <i>Boana buriti</i> e <i>Boana stenocephala</i> usadas neste estudo.....	11
<b>Tabela 2:</b> Variáveis climáticas e topográficas selecionadas para o modelo de distribuição potencial de <i>Boana buriti</i> .....	15
<b>Tabela 3:</b> Variáveis acústicas do canto de anúncio de <i>Boana buriti</i> em duas localidades. São apresentados os valores mínimo e máximo (média e desvio padrão) de cada variável.....	19
<b>Tabela 4:</b> Variáveis acústicas do canto agressivo curto de <i>Boana buriti</i> em duas localidades. São apresentados os valores mínimo e máximo (média e desvio padrão) de cada variável.....	21
<b>Tabela 5:</b> Variáveis acústicas do canto agressivo longo de <i>Boana buriti</i> em duas localidades. São apresentados os valores mínimo e máximo (média e desvio padrão) de cada variável.....	23
<b>Tabela 6:</b> Variáveis acústicas do canto tipo “b”, canto trinado de <i>Boana buriti</i> em duas localidades. Mínimo e máximo (média e desvio padrão).....	24
<b>Tabela 7:</b> Resultados do teste-t Student para comparação das variáveis morfométricas e acústicas entre as populações de <i>Boana buriti</i> de Brasília e Cristalina.....	27
<b>Tabela 8:</b> Resultados da Regressão Linear entre Comprimento Rostro-Cloacal (CRC) e Variáveis Acústicas por Localidade .....	27
<b>Tabela 9:</b> Resultados da Regressão Linear entre Condição Corporal (CC) e Variáveis Acústicas de <i>Boana buriti</i> , em Brasília e Cristalina.....	28
<b>Tabela 10:</b> Resultados das Regressões Lineares entre CRC e Variáveis Acústicas espectrais (frequência máxima e frequência dominante).....	29
<b>Tabela 11:</b> Resultados das Regressões Lineares entre CC e Variáveis Acústicas espectrais (frequência máxima e frequência dominante).....	30
<b>Tabela 12:</b> Coeficientes de variação dos parâmetros das chamadas de anúncio dentro de machos (CVintra) e entre machos (CVinter), e as razões CVinter/CVintra de <i>Boana buriti</i> registradas na Fazenda Água Limpa, Brasília, Distrito Federal, Brasil e em Cristalina, Goiás, Brasil. Abreviações: I = intermediário, D = dinâmico e E = estático, conforme Gerhardt (1991).....	32
<b>Tabela 13:</b> Variáveis acústicas do canto de anúncio de <i>Boana stenocephala</i> de Rio Paranaíba, município de Minas Gerais, apresentando os valores mínimos e máximos (média e desvio padrão) de cada variável.....	33
<b>Tabela 14:</b> Valores em hectares e percentuais do uso e ocupação solo dentro da Extensão de Ocorrência - EOO de <i>Boana buriti</i> .....	37
<b>Tabela 15:</b> Importância das variáveis para o modelo preditivo de áreas de adequabilidade para a ocorrência de <i>Boana buriti</i> .....	40

## 1. INTRODUÇÃO

O grupo monofilético *Boana pulchella* é composto por 33 espécies e compreende cinco clados: *Boana polytaenia*, *Boana balzani*, *Boana semiguttata*, *Boana riojana* e *Boana prasina* (FAIVOVICH *et al.*, 2021). As espécies do clado *Boana polytaenia* possuem padrão de coloração dorsal composto por listras longitudinais (ETEROVICK *et al.*, 2002; FAIVOVICH *et al.*, 2005), sendo conhecidas como “pererecas-de-pijama (ETEROVICK & SAZIMA, 2004).

O clado *B. polytaenia* é composto pelas espécies *B. polytaenia* (COPE, 1870), *B. cipoensis* (LUTZ, 1968), *B. jaguariaivensis* (CARAMASCHI *et al.*, 1968), *B. leptolineata* (BRAUN & BRAUN, 1977), *B. stenocephala* (CARAMASCHI e CRUZ, 1999), *B. buriti* (CARAMASCHI & CRUZ, 1999), *B. botumirim* (CARAMASCHI *et al.*, 2009) e *B. guaranimirim* (MARINHO *et al.*, 2022).

A espécie *Boana buriti* está classificada como “Vulnerável” na Lista Oficial de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (BASTOS *et al.*, 2023) e como “Em perigo” pela lista global de espécies ameaçadas (IUCN, 2024). As áreas de ocorrência conhecidas para a espécie são a sua localidade-tipo, no município de Unaí, estado de Minas Gerais, em Brasília no Distrito Federal, e em Paracatu, também em Minas Gerais. Todas essas áreas estão situadas no Planalto Central, acima de 900 metros do nível do mar (BRAGA *et al.*, 2010). As altas chapadas onde a espécie ocorre têm sido rapidamente convertidas em áreas agrícolas, causando rápido processo de fragmentação e perda de habitat, as principais causas de extinção biológica (RYBICKI & HANSKI, 2013). Com isso, é necessário avaliar as populações da espécie bem como buscar novas populações, visando direcionar políticas públicas na área ambiental voltadas para a espécie.

*Boana buriti* (Figura 1) possui corpo esbelto com coloração dorsal creme, apresentando faixas marrons longitudinais bem delimitadas (CARAMASCHI & CRUZ, 1999). A espécie ocorre em ambientes lênticos permanentes ou temporários, profundos, localizados em áreas de altitude no cerrado, nas fitofisionomias de campo limpo, campo sujo ou em veredas (BRAGA *et al.*, 2010).



**Figura 1:** Macho adulto de *Boana buriti* na Fazenda Água Limpa, Brasília- DF; Foto: Murielly Coimbra

Outra espécie do clado *Boana polytaenia*, morfologicamente semelhante a *B. buriti*, é a espécie *B. stenocephala* (Figura 2). As semelhanças morfológicas entre essas espécies dificultam a sua determinação apenas por meio de características morfológicas externas, que podem gerar identificações errôneas e a delimitação correta das espécies é fundamental para um enquadramento de *status* de ameaça correto. *B. stenocephala* está classificada como “Vulnerável” (VU) na lista vermelha de espécies do estado de Minas Gerais (COPAM, 2010), e classificada como “Menos Preocupante” (LC) nas listas nacional e global (BASTOS *et al.*, 2023; IUCN, 2024).



**Figura 2:** Macho adulto de *Boana stenocephala* em Rio Paranaíba- MG. Foto: Murielly Coimbra

Na ausência de variações morfológicas ou de uma baixa variação, outras ferramentas podem ser utilizadas para a identificação das espécies, a exemplo da vocalização, que fornece informação de grande importância para a taxonomia e pode ser utilizada na identificação de espécies crípticas (GAMBALE *et al.*, 2014; CARVALHO & GIARETTA, 2013). Dentre os diferentes sinais acústicos emitidos pelos anfíbios, o canto de anúncio, o canto agressivo, o canto de encontro e o canto de soltura estão associados à reprodução e à territorialidade (TOLEDO *et al.*, 2015).

Dentre os tipos de cantos mencionados, o canto de anúncio, emitido pelos machos, é o principal mecanismo de isolamento reprodutivo pré-zigótico (BLAIR, 1958; GERHARDT, 1988; RYAN & RAND, 1993) e contém informações espectrais e temporais relevantes para o reconhecimento intraespecífico (COCROFT & RYAN, 1995), evitando cruzamentos heteroespecíficos. Uma grande vantagem do uso do canto de anúncio na taxonomia é a eventual facilidade na obtenção de gravações, visto que esses sinais são emitidos com frequência pelos machos (GARCIA *et al.*, 2001; KÖHLER *et al.*, 2017).

Os parâmetros acústicos do canto geralmente utilizados na taxonomia, são os parâmetros acústicos temporais, como a duração do canto e taxa de canto, que são mais dinâmicos e sofrem maior influência pelas condições ambientais, como a temperatura do ar e pelo contexto social (FORTI *et al.*, 2017) e os parâmetros acústicos espectrais, como as frequências dominantes, que são potencialmente melhores para o reconhecimento individual que as características temporais (SILVA, 2010; GERHARDT, 1991) e podem ser influenciadas pelo tamanho corporal do macho ou distância geográfica entre as populações (HUNTER, 2005; RÖHR *et al.*, 2020).

As variações geográficas no canto de anúncio são frequentemente observadas entre populações coespecíficas, e são informações relevantes pois as propriedades acústicas desempenham papel crucial na atividade reprodutiva desses animais (BARAQUET *et al.*, 2015). Populações isoladas por fatores geográficos, tais como a distância, tem o fluxo gênico reduzido, e quanto maior o isolamento entre as populações, maior variação acumulada é esperada em comparação a populações menos isoladas (BERNAL *et al.*, 2005; JANG *et al.*, 2011; LIN *et al.*, 2014).

O limite de distribuição geográfica de *Boana buriti* é conhecido, e informações sobre a distribuição de espécies raras e ameaçadas é essencial para compreender os requisitos ecológicos que delimitam sua ocorrência e auxiliar em estratégias de conservação (PRIMACK

& RODRIGUES, 2001; RICHARDSON, 2012) e podem direcionar a identificação de espécies crípticas. Nesse contexto, a modelagem de distribuição potencial de espécies, permite prever áreas geográficas de adequabilidade ambiental para a ocorrência de espécies, através de modelos probabilísticos (PETERSON *et al.*, 2011; SVENNING *et al.*, 2011; QIAO *et al.*, 2016), intercruzando um conjunto de dados de ocorrência da espécie e outro das variáveis ambientais e um algoritmo que relate as características ambientais aos dados das espécies, bem como uma avaliação da acurácia do modelo (GUISAN & ZIMMERMANN, 2000).

Esses modelos extrapolam os registros conhecidos de ocorrência para áreas de alta adequabilidade não amostradas, auxiliando no entendimento dos mecanismos que determinam a distribuição das espécies (GUISAN & ZIMMERMANN, 2000) e direcionando futuras expedições de campo (DEL PRETTE *et al.*, 2024). Além da aplicabilidade na previsão da distribuição geográfica de espécies, esses modelos têm sido amplamente utilizados para avaliar os efeitos variação climática na distribuição de espécies, seleção de habitat e de áreas prioritárias para conservação (PETERSON *et al.*, 2002).

Diante do exposto, aqui investigamos o repertório acústico de *Boana buriti*, a variação dos parâmetros acústicos entre suas populações, o efeito do tamanho corporal e da condição corporal sobre os parâmetros espectrais e os coeficientes de variação por meio da análise do canto de anúncio. Além disso, avaliamos a variação acústica entre *B. buriti* e a espécie críptica *B. stenocephala*.

Também utilizamos a modelagem de distribuição potencial para avaliar áreas de adequabilidade para *B. buriti*, com intuito de direcionar futuros esforços para novos registros da espécie e avaliar possíveis áreas de sobreposição de distribuição com *B. stenocephala*. Ainda recalculamos a Extensão de Ocorrência e Área de Ocupação de *Boana buriti* para eventual revisão do *status* da espécie.

## 2. OBJETIVO GERAL

Analisar a variação do canto das populações de *Boana buriti*, buscar novas áreas de ocorrência e calcular a Extensão de Ocorrência (EOO) e Área de Ocupação (AOO) para auxiliar em futuras revisões do status de ameaça da espécie.

## 3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

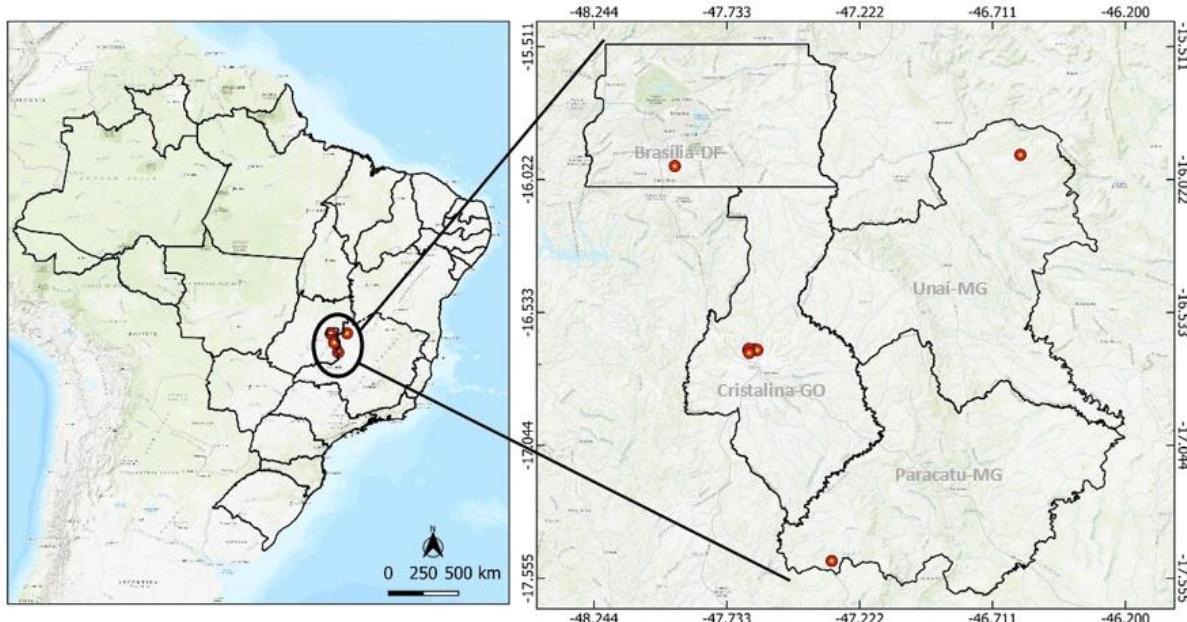
- Investigar a variação acústica entre as populações de *Boana buriti*.

- Investigar a influência da morfologia nos parâmetros espectrais do canto de anúncio de *Boana buriti*.
- Investigar a variação acústica entre *Boana buriti* e a espécie críptica *B. stenocephala*.
- Modelar a distribuição potencial de *Boana buriti* para avaliar possíveis novas áreas de ocorrência e inferir limites de distribuição.
- Recalcular a Extensão de Ocorrência e Área de Ocupação de *Boana buriti* para eventual revisão do *status* da espécie.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Área de estudo

Realizamos as expedições a campo no período chuvoso de outubro 2022 a abril de 2023 e de outubro de 2023 a abril de 2024. Visitamos as três localidades de ocorrência conhecida para a espécie, duas na região noroeste do estado de Minas Gerais (municípios de Unaí e Paracatu) e terceira em Brasília no Distrito Federal. Também visitamos uma quarta localidade em Cristalina, onde uma população de *Boana buriti* foi recentemente encontrada, sendo o primeiro registro no estado do Goiás (Figura 3).

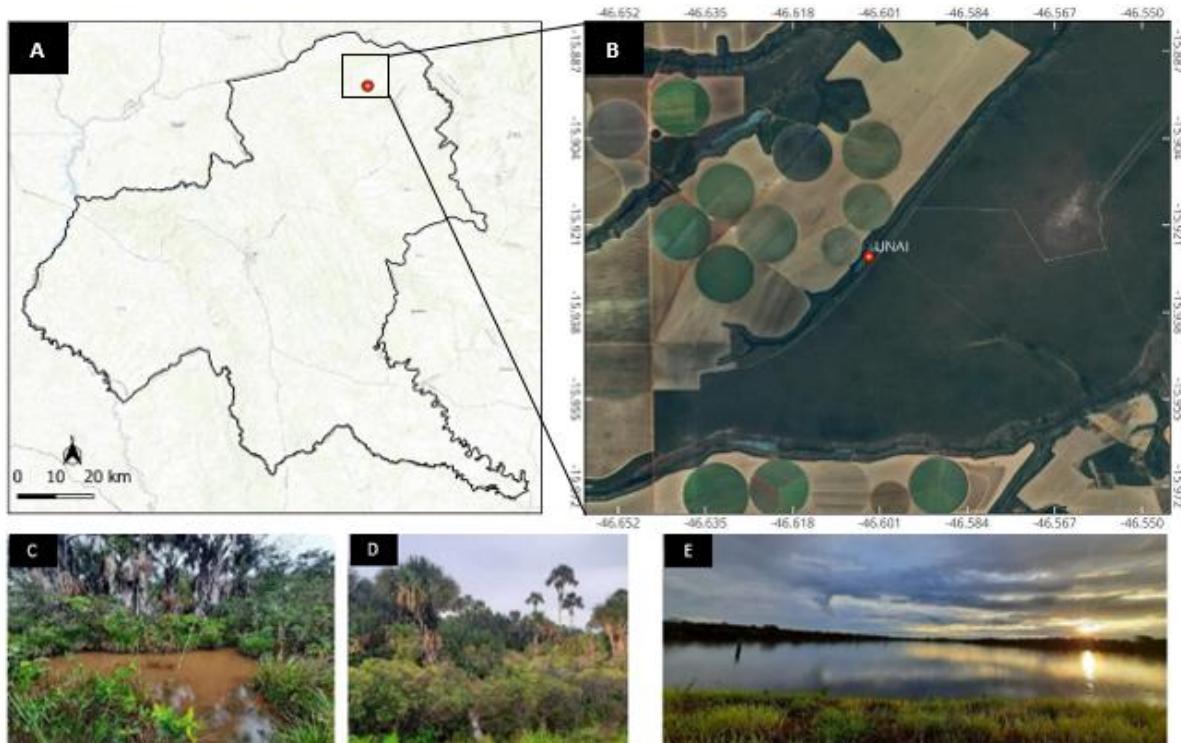


**Figura 3:** Localização dos pontos de ocorrência de *Boana buriti*.

Visitamos a antiga Fazenda São Miguel (Figura 4), localidade-tipo da espécie, onde BRAGA *et al.* (2010) registraram indivíduos de *B. buriti* vocalizando em plantas herbáceas, em

vegetação de campo limpo, nas margens de um pequeno reservatório formado na vereda do córrego Bebedouro, a 940 metros de altitude.

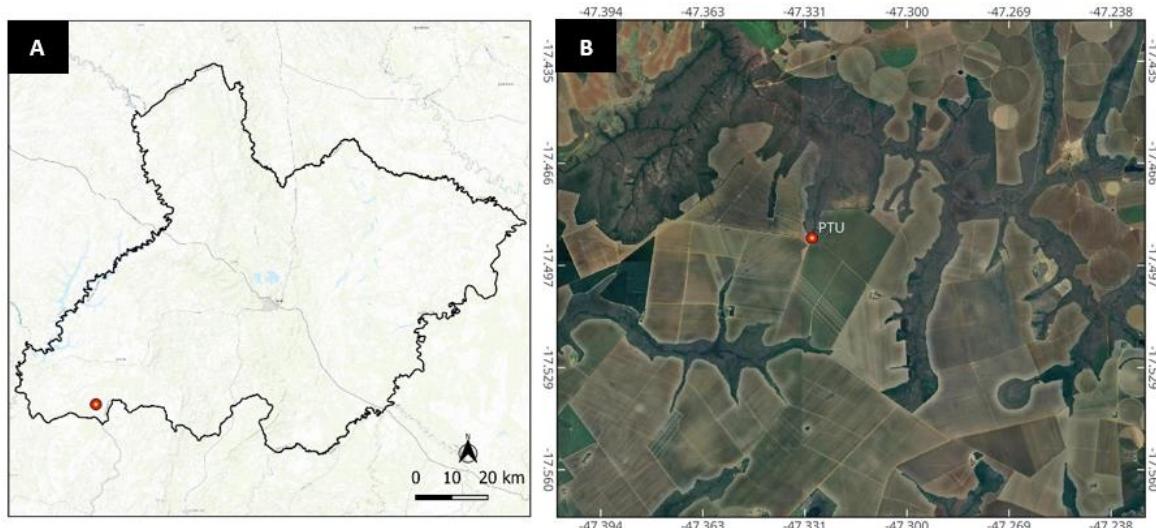
A propriedade está situada próxima à divisa dos municípios de Unaí e Buritis, na região noroeste do estado de Minas Gerais, sendo que o município de Buritis foi erroneamente apontado como a localidade-tipo da espécie. Entretanto, o ponto de registro da espécie encontra-se dentro do município de Unaí-MG, corrigindo a localidade-tipo de *Boana buriti*. A propriedade, atualmente chamada “Agro-Reservas do Cerrado”, abrange a maior área remanescente de cerrado da região noroeste do estado, com as fitofisionomias de Campo, Campo cerrado e Vereda (IDE Sisema,2025) com mais de 12.000 hectares de Reserva Legal e Área de Preservação Permanente, tornando-se uma área de extrema importância para a conservação da biodiversidade do Cerrado na região.



**Figura 4:** A-Localização do ponto de ocorrência de *Boana buriti* no município de Unaí-MG (localidade-tipo); B- Imagem satélite do ponto de ocorrência com detalhe do remanescente florestal da Agro Reservas e áreas de irrigação no entorno; C e D-Ambientes amostrados na vereda do córrego Bebedouro; E-Reservatório artificial para irrigação na vereda do córrego Bebedouro).

A localidade de *Boana buriti* publicada por BRAGA *et al.* (2010), registrada entre outubro e dezembro de 2001 em Paracatu-MG (Figura 5), foi caracterizada pela presença de

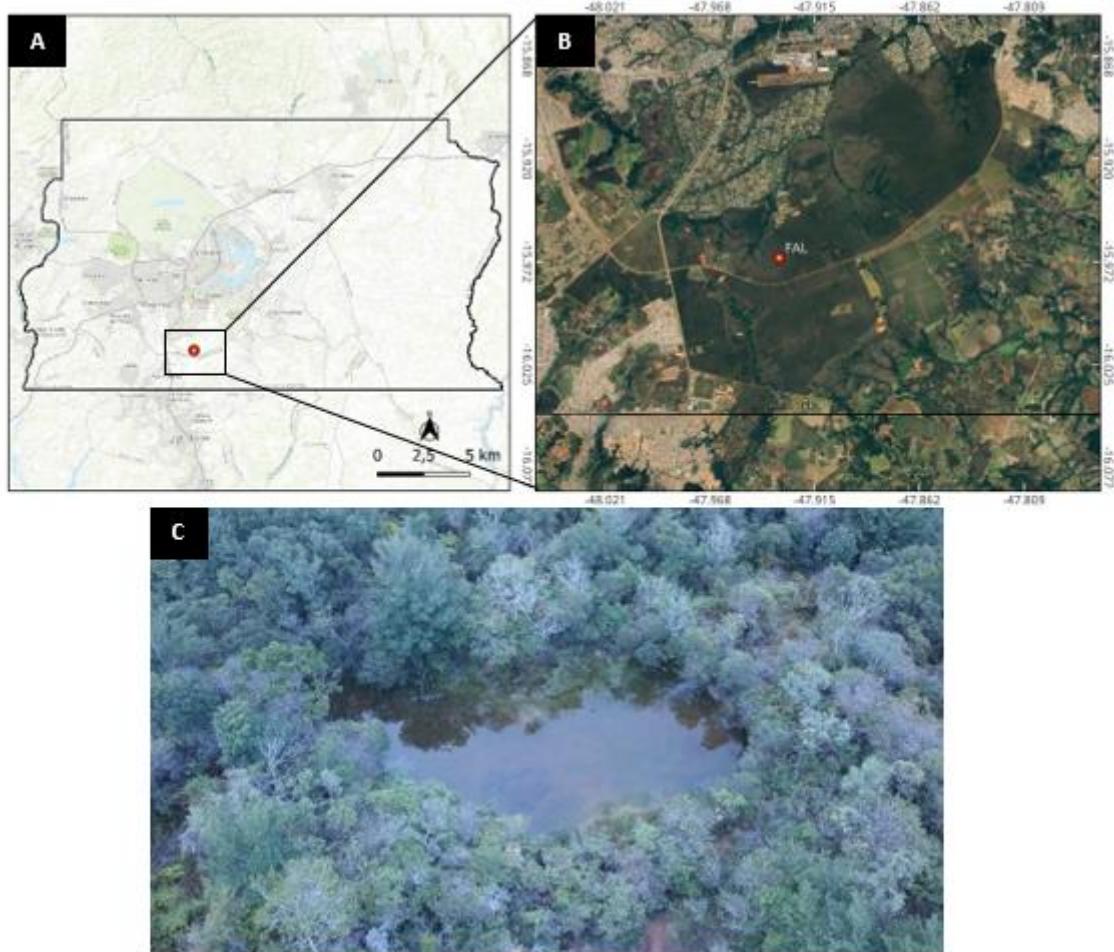
uma pequena lagoa permanente, em vegetação de campo limpo, com presença de gramíneas associadas a solos hidromórficos sazonalmente alagados, a 930 m de altitude.



**Figura 5:** A- Localização do ponto de ocorrência de *Boana buriti* no município de Paracatu-MG; B- Imagem satélite do ponto de ocorrência em Paracatu com detalhe no uso e ocupação do solo do entorno.

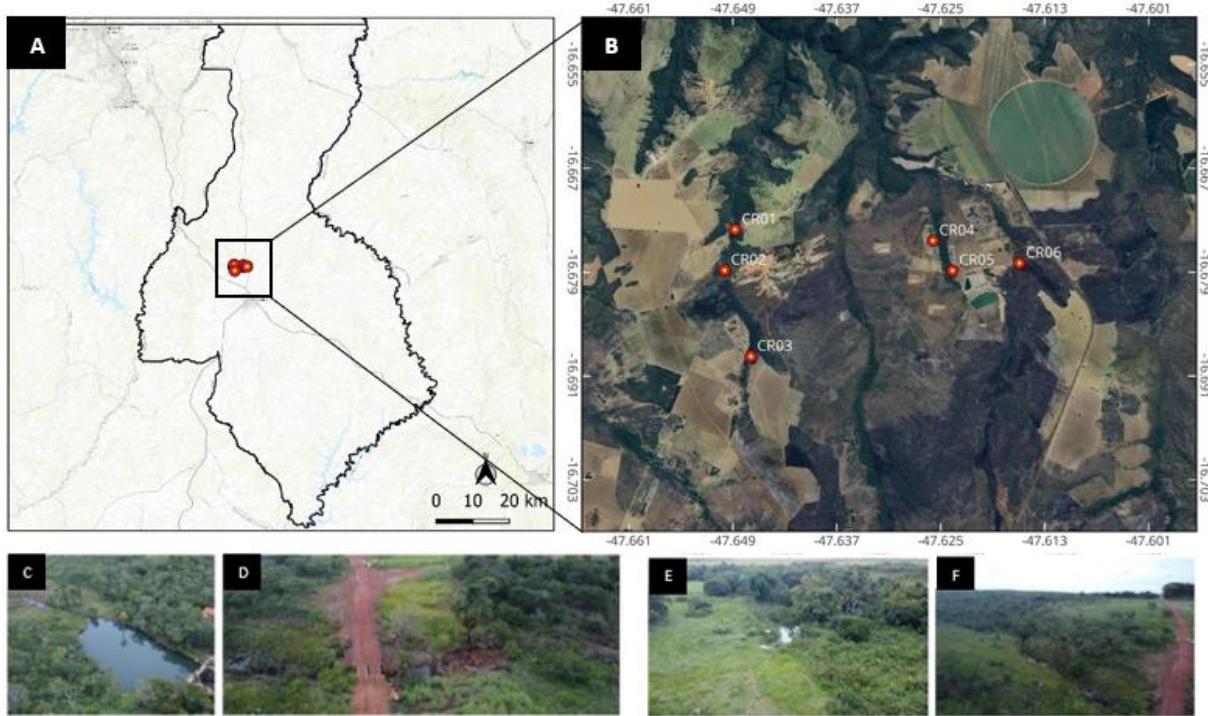
A população no Distrito Federal está localizada na Fazenda Água Limpa (FAL), uma fazenda experimental da Universidade de Brasília (UnB), situada em um significativo remanescente de Cerrado no Distrito Federal, dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) Gama e Cabeça-de-Veado, possui ocorrência de quase todas as fitofisionomias do bioma Cerrado, Campo Limpo, Campo Sujo, Cerrado stricto sensu, Cerradão, Veredas e Mata de Galeria. Cerca de 2.500 hectares da fazenda são direcionados para a conservação da biodiversidade do Cerrado, compondo a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) Capetinga e Taquara. Ainda que não seja classificada como uma área protegida de categoria I-III conforme o sistema da IUCN, a gestão local, conduzida pela UnB, é focada na proteção e pesquisa da biodiversidade. Esta localidade é o ponto de ocorrência de *Boana buriti* que se encontra em melhor grau de preservação comparado às demais, sendo de extrema relevância para a manutenção da espécie.

O ambiente é uma poça permanente formada pelo represamento de um pequeno curso d'água (Figura 6) que, conforme descrito por BRAGA *et al.* (2010), possui aproximadamente 15m<sup>2</sup> e profundidade máxima de 2m. Vegetação local é dominada por plantas invasoras ou oportunistas, como *Pteridum* sp., *Tibouchina* sp., *Trembleya* sp. e outras Melastomataceae.



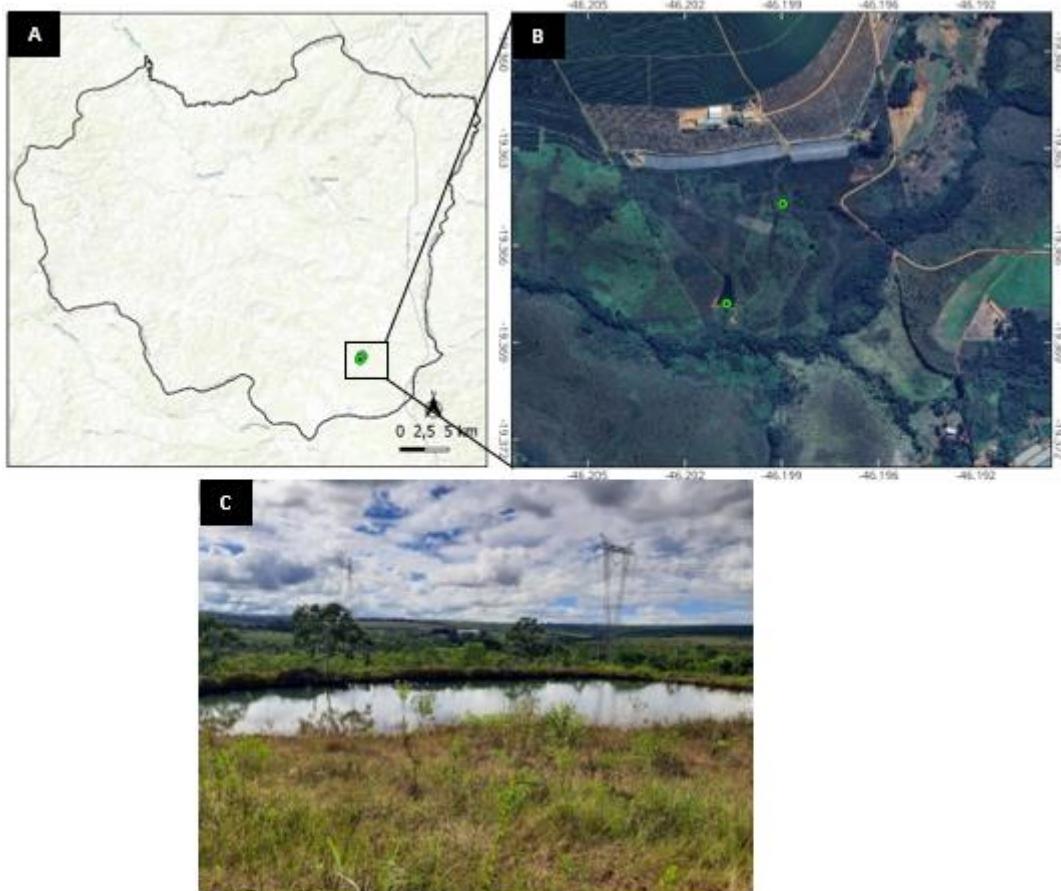
**Figura 6:** A- Localização do ponto de ocorrência de *Boana buriti* no município de Brasília-DF; B- Imagem satélite mais proximal do ponto de ocorrência na Fazenda Água Limpa, inserida na APA Gama e Cabeça-de-Veado; C- Reservatório artificial onde ocorre *Boana buriti* na FAL.

A quarta localidade visitada foi na zona rural de Cristalina-GO, em áreas de altitude acima de 900 m, em ambientes abertos de solo rochoso (Figura 7). Nessas áreas foram verificadas muitas modificações antrópicas produzidas por atividades minerárias, áreas de pastagem e mais recentemente, projetos para a implantação de usinas fotovoltaicas.



**Figura 7:** A- Localização do ponto de ocorrência de *Boana buriti* no município de Cristalina-GO. B- Imagem satélite mais proximal nos pontos de ocorrência; C- Imagem aérea do ponto CR02; D- Imagem aérea do ponto CR06; E- Imagem aérea do ponto CR05; F- Imagem aérea do ponto CR06.

Para coleta de dados acústicos de *Boana stenocephala* visitamos, em janeiro de 2024, o município de Rio Paranaíba ( $19^{\circ}21'51.99"S / 46^{\circ}11'55.08"O$ ; altitude = 1090 m), na região do triângulo de Minas Gerais, amplamente explorada pelo cultivo de grãos. O ambiente se caracteriza pelo represamento de um pequeno curso d'água em campo aberto, com vegetação arbustiva, gramíneas e plantas invasoras ou oportunistas, como *Pteridum* sp. (Figura 8).



**Figura 8:** A- Localização do ponto de ocorrência de *Boana stenocephala* no município de Rio Paranaíba-MG. B- Imagem satélite mais proximal no ponto de ocorrência; C- Pequeno reservatório onde ocorre *Boana stenocephala*.

## 4.2 Vocalização

### 4.2.1 Coleta de dados

Utilizamos um gravador Zoom H5 para obter os cantos de *Boana buriti* e de *B. stenocephala*, à distância padrão de 50 cm e obtivemos os dados de temperatura e umidade relativa do ar. Gravamos o canto de cada indivíduo da população em um único dia, com o objetivo de individualizá-los e evitar a gravação repetida do mesmo indivíduo e cada gravação teve duração de dois minutos. Também medimos o comprimento rostro-cloacal (CRC) com uso de paquímetro digital (0,01 mm) e a massa total com balança digital (0,10 g) de *B. buriti*, para calcular o Índice de Condição de Fulton (K), e em seguida os indivíduos foram relocados para seu ambiente.

As vocalizações foram editadas com frequência de 44,1 kHz em resolução de 16 bits. Os cantos foram analisados no programa *Raven Pro 1,6 (Bioacoustic Research Program, 2012)* com as seguintes configurações *Window Type = Hann, DFT e Window Size = 512 samples*,

*Grid Spacing* (resolução espectral) = 86,1 Hz, *Hop Size* (resolução temporal) = 5,80 ms, e *Brightness* e *Contrast* (brilho e contraste de janela) = 50% e 50% respectivamente.

Para os parâmetros temporais foram analisados a duração do canto, a taxa de canto, intervalo entre cantos, o número de notas por canto, a duração das notas, o número de pulsos por nota e a duração de pulsos medidos, em milissegundos (ms). Os parâmetros espectrais analisados foram a frequência dominante, frequência máxima e frequência mínima, medidas em Hertz (Hz). Os valores de média, desvio-padrão e os valores mínimos e máximos foram calculados com base nos valores médios individuais de cada indivíduo avaliado. As nomenclaturas dos parâmetros seguiram DUELLMAN & TRUEB (1986), COCROFT & RYAN (1995), MARTINS *et al.* (2016), GUERRA *et al.* (2017) e KÖHLER *et al.* (2017) (Tabela 1).

**Tabela 1:** Terminologias e descrições utilizadas para a descrição dos cantos de anúncios de *Boana buriti* e *Boana stenocephala* usadas neste estudo.

Parâmetro acústico	Descrição
<b>Duração do canto (ms)</b>	Tamanho do canto, do seu início ao seu fim (DUELMAN & TRUEB, 1986; COCROFT & RYAN, 1995)
<b>Intervalo entre cantos (ms)</b>	Distância entre o final de um canto e o início do canto subsequente (KÖHLER <i>et al.</i> , 2017)
<b>Número de notas</b>	Quantidade de notas no canto em série, sendo as notas idênticas ou diferentes (KÖHLER <i>et al.</i> , 2017)
<b>Duração das notas (ms)</b>	Tamanho da nota do seu início ao seu fim (DUELMAN & TRUEB, 1986; COCROFT & RYAN, 1995)
<b>Número de pulsos por nota</b>	Quantidade de pulsos por nota (MARTINS <i>et al.</i> , 2016)
<b>Duração do pulso (ms)</b>	Tamanho do impulso energético individual (KÖHLER <i>et al.</i> , 2017)
<b>Taxa de canto</b>	Número de cantos por minuto (MARTINS <i>et al.</i> , 2016)
<b>Frequência dominante (kHz)</b>	Frequência de som que contém a maior energia da seleção (DUELLMAN & TRUEB, 1986; COCROFT & RYAN, 1995)
<b>Frequência máxima (kHz)</b>	Maior faixa de frequência do canto analisado (GUERRA <i>et al.</i> , 2017)

<b>Frequência mínima(kHz)</b>	Menor faixa de frequência do canto analisado (GUERRA <i>et al.</i> , 2017)
-------------------------------	--

---

#### **4.2.2 Oscilogramas e espectrogramas**

Utilizamos o ambiente R (R Development Core Team, 2024) para gerar os oscilogramas e espectrogramas do canto de anúncio, do canto agressivo curto, canto agressivo longo e canto “tipo b”, ou canto trinado, com configurações da largura de janela de 256 amostras, sobreposição de 50% e FFT de 256 amostras. Os pacotes utilizados foram TurneR versão 1.0 (LIGGES *et al.*, 2013) e Seewave versão 1.7.3 (SUEUR *et al.*, 2008).

#### **4.2.3 Análises estatísticas**

Testamos a importância das variáveis acústicas do canto de anúncio na discriminação entre as populações de *Boana buriti* e entre *B. buriti* e *B. stenocephala*, utilizando o algoritmo *Random Forest*, implementado pelo pacote randomForest (LIAW & WIENER, 2002), no ambiente R (R Development Core Team, 2024, versão R version 4.4.0).

Essa análise consistiu na construção de múltiplas árvores de decisão, geradas a partir de amostragens *bootstrap* extraídas dos dados acústicos, com as seguintes configurações: número de árvores por permutação=1000 e número de variáveis julgadas a cada divisão=3. Em cada divisão da árvore, um subconjunto de preditores é selecionado aleatoriamente, e a melhor variável entre eles é utilizada para a separação dos dados. O modelo resultante combina as classificações individuais das árvores por meio de um processo de agregação para otimizar a precisão da classificação (LIAW & WIENER, 2002).

Além das métricas de acurácia do modelo, a matriz de distâncias estimada a partir do *Random Forest* foi utilizada como entrada para uma Análise Multidimensional Escalonada (MDS), a fim de visualizar padrões de agrupamento entre os indivíduos analisados. Essa etapa foi conduzida com o pacote rfPermute (ARCHER, 2014), que também permite avaliar a significância das variáveis preditoras por meio de permutações, proporcionando uma interpretação robusta da estrutura dos dados.

Para verificar se os pressupostos dos testes estatísticos paramétricos são atendidos, utilizamos o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, (SHAPIRO & WILK, 1965). Para testar a homoscedasticidade dos dados aplicamos o Teste de Levene (LEVENE, 1960). Após a confirmação da normalidade e homoscedasticidade dos dados, utilizamos o test-t Student (GOSSET, 1908). As hipóteses foram:

1. Hipótese nula: as médias das variáveis acústicas e morfométricas não diferem entre as localidades de ocorrência de *Boana buriti*.
2. Hipótese alternativa: as médias das variáveis acústicas e morfométricas são diferentes entre as localidades de ocorrência *Boana buriti*.

Utilizamos a regressão simples (ZAR, 1999) para investigar a influência da Condição Corporal (CC) e do Comprimento Rostro-Cloacal (CRC) sobre os parâmetros acústicos mais importantes na discriminação das populações.

Na primeira análise ajustamos o modelo de regressão separadamente para cada localidade e variável acústica, permitindo avaliar se a relação das variáveis preditoras e resposta variam entre as populações. Posteriormente aplicamos a regressão linear simples para toda a amostra, sem considerar diferenças entre localidades, para avaliar a relação entre variáveis preditoras (variáveis morfométricas) sobre as variáveis resposta (parâmetros acústicos).

#### **4.2.4 Coeficientes de variação**

A variação dos parâmetros acústicos, dos cantos de anúncio de cada indivíduo (intra individual) e entre indivíduos (interindividual), foi analisada por meio do coeficiente de variação para cada parâmetro, conforme proposto por GERHARDT (1991), onde  $CV = (DP/\bar{X}) \times 100$ . O coeficiente de variação intraindividual ( $CV_{intra}$ ) considera a média e o desvio padrão dos chamados de cada indivíduo.

O coeficiente de variação individual ( $CV_{inter}$ ) considera a média e o desvio padrão dos parâmetros de todos os indivíduos. Os CVs foram classificados seguindo GERHARDT (1991) como estáticos ( $CV < 4\%$ ), intermediários ( $4\% < CV < 12\%$ ) ou dinâmicos ( $CV > 12\%$ ) (GERHARDT, 1991).

Para analisar se os parâmetros bioacústicos têm maior variação intra ou interindividual, calculamos a razão  $CV_{inter} / CV_{intra}$  (MARQUÉZ & EEKHOUT, 2006). Quando o valor obtido de  $CV_{inter}/CV_{intra} > 1$ , o parâmetro acústico avaliado contribui para o reconhecimento individual (MÁRQUEZ & EEKHOUT, 2006; ROBISSON *et al.*, 1993).

## **4.3 Extensão de Ocorrência e Área de Ocupação**

Utilizamos a ferramenta GeoCAT (BACHMAN *et al.*, 2011) para o calcular a Extensão de Ocorrência (EOO) e a Área de Ocupação (AOO). EOO é medida por um mínimo polígono convexo, ou seja, o menor polígono no qual nenhum ângulo interno seja maior que 180° e que contenha todos os pontos de ocorrência da espécie (IUCN, 2001).

AOO é definida como a área que é ocupada por uma espécie no interior da sua “extensão de ocorrência”, excluindo os casos de errantes e visitantes. Utilizamos a grade de 2x2 km recomendada pela IUCN (2022), para garantir o uso válido dos critérios e manter a consistência das avaliações da Lista vermelha entre os táxons. Para este cálculo utilizei a ferramenta GeoCAT (BACHMAN *et al.*, 2011).

## **4.4 Modelagem de distribuição potencial de espécies**

### ***4.4.1 Pontos de Ocorrência***

Utilizamos os três pontos de ocorrência de *Boana buriti* publicados por BRAGA *et al.* (2010), com a localidade-tipo ajustada e os seis pontos em Cristalina provenientes de nossas observações nas expedições realizadas entre janeiro e março de janeiro de 2023, totalizando nove pontos de ocorrência.

### ***4.4.2 Variáveis ambientais e topográfica***

Obtivemos as variáveis ambientais no WorldClim v2.1 (FICK & HIJMANS, 2017) com resolução espacial de 30 segundos. Dentre as 19 variáveis bioclimáticas disponíveis, selecionamos seis e incluímos a elevação do terreno (Tabela 2). Em seguida testamos a colinearidade entre as variáveis por meio do Fator de Inflação da Variância (VIF), e excluímos as altamente correlacionadas (DORMANN *et al.*, 2013).

**Tabela 2:** Variáveis climáticas e topográficas selecionadas para o modelo de distribuição potencial de *Boana buriti*.

Variável	Código	Descrição
<b>Temperatura máxima do mês mais quente</b>	bio_5	Temperatura mais alta registrada no mês mais quente do ano (°C).
<b>Temperatura mínima do mês mais frio</b>	bio_6	Temperatura mais baixa registrada no mês mais frio do ano (°C).
<b>Amplitude térmica anual</b>	bio_7	Diferença entre a temperatura máxima do mês mais quente e a mínima do mês mais frio (°C).
<b>Precipitação anual</b>	bio_12	Soma total da precipitação ao longo do ano (mm).
<b>Precipitação do mês mais úmido</b>	bio_13	Quantidade de chuva registrada no mês mais chuvoso do ano (mm).
<b>Precipitação do mês mais seco</b>	bio_14	Quantidade de chuva registrada no mês mais seco do ano (mm).
<b>Elevação</b>	-	Altitude do local em relação ao nível do mar (m).

#### 4.4.3 Construção do Modelo Preditivo

Delimitamos a EOO utilizando o pacote ConR (DAUBY, 2020). Utilizamos o algoritmo *Maximum Entropy* (MaxEnt) (PHILLIPS *et al.*, 2006) para a modelagem, que estima a probabilidade da máxima remetida a um conjunto de restrições que representam a informação incompleta sobre a distribuição alvo (PHILLIPS *et al.*, 2004; PHILLIPS *et al.*, 2006; DUDIK *et al.*, 2004). O algoritmo gera modelos utilizando dados de presença e gera pseudoausências (WISZ *et al.*, 2008), sendo útil visto que os dados de ausência disponíveis para espécies são de difícil obtenção (PETERSON, 2005) e ainda apresenta um bom desempenho preditivo com pequenas amostras (Hernandez *et al.* 2006).

Utilizamos 1.000 pontos de background aleatórios dentro da EOO, utilizando o método "gRandom", implementado no pacote sdm (NAIMI & ARAÚJO, 2016), em validação cruzada ( $k = 5$ ), com 10 replicações para cada modelo. Separamos os dados em 70% e 30% para treinamento e teste do modelo, respectivamente. Após o ajuste dos modelos extraímos as métricas de avaliação do desempenho, determinado por um limite de corte mínimo para validação de AUC e TSS entre 0,8 e 0,98. Para obter uma previsão de maior sensibilidade e especificidade, posteriormente confeccionamos um mapa de consenso, combinando os

melhores modelos e projetamos nos estados de ocorrência de *B. buriti* e de *B. stenocephala* para avaliar se existem áreas de alta adequabilidade para *B. buriti* dentro da distribuição geográfica conhecida para a espécie críptica *B. stenocephala*.

## 5. RESULTADOS

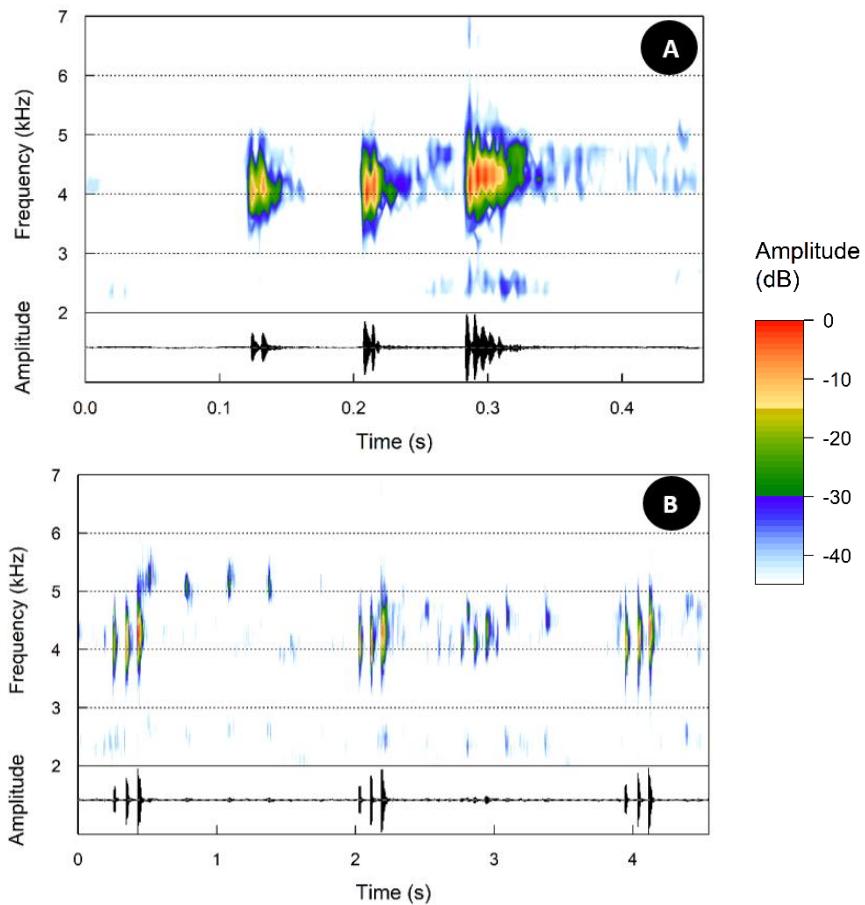
### 5.1 Vocalização

Registraramos indivíduos de *Boana buriti* apenas nas localidades de Brasília e Cristalina, onde encontramos os machos em atividade de vocalização e obtivemos as gravações. Não foram encontrados indivíduos da espécie nas outras duas localidades conhecidas no estado de Minas Gerais.

Nas localidades de Brasília e Cristalina registramos quatro tipos de cantos para *Boana buriti*, sendo o canto de anúncio (três notas), o canto agressivo curto (cinco notas), o canto agressivo longo (sete a 21 notas) e o canto trinado, que consiste em uma sequência de notas não pulsadas, rapidamente repetidas (12 – 13 notas).

Em Brasília, encontramos os indivíduos em atividade de vocalização, empoleirados entre 30 e 200 cm acima do solo. Analisamos 104 cantos, de sete indivíduos. Dentre os 104 cantos analisados, 60 foram cantos de anúncio, 41 cantos agressivos curtos e apenas 3 cantos agressivos longos.

Os cantos de anúncio em Brasília (Tabela 3 e Figura 9) duraram de 189 a 236 ms ( $207,96 \pm 15,23$ ) e foram sempre compostos por três notas. A duração da primeira nota foi de 12–19 ms ( $15,98 \pm 1,88$ ), com 1–4 pulsos ( $2,56 \pm 0,80$ ). A segunda durou 17–22 ms ( $21,09 \pm 3,55$ ), com 2–5 pulsos ( $3,50 \pm 0,85$ ). A terceira nota durou 25–31 ms ( $28,72 \pm 2,04$ ) com 2–6 pulsos, ( $4,47 \pm 0,42$ ). A taxa de repetição de cantos foi de 8 a 22 cantos/minuto ( $14,75 \pm 3,67$ ), a frequência dominante variou de 3703 a 4242 Hz ( $4092,92 \pm 179,95$ ), a frequência máxima variou de 3703,71 a 4575,80 Hz ( $4365,85 \pm 303,36$ ) e a frequência mínima variou de 3596,04 a 4306,64Hz ( $3840,68 \pm 246,70$ ).

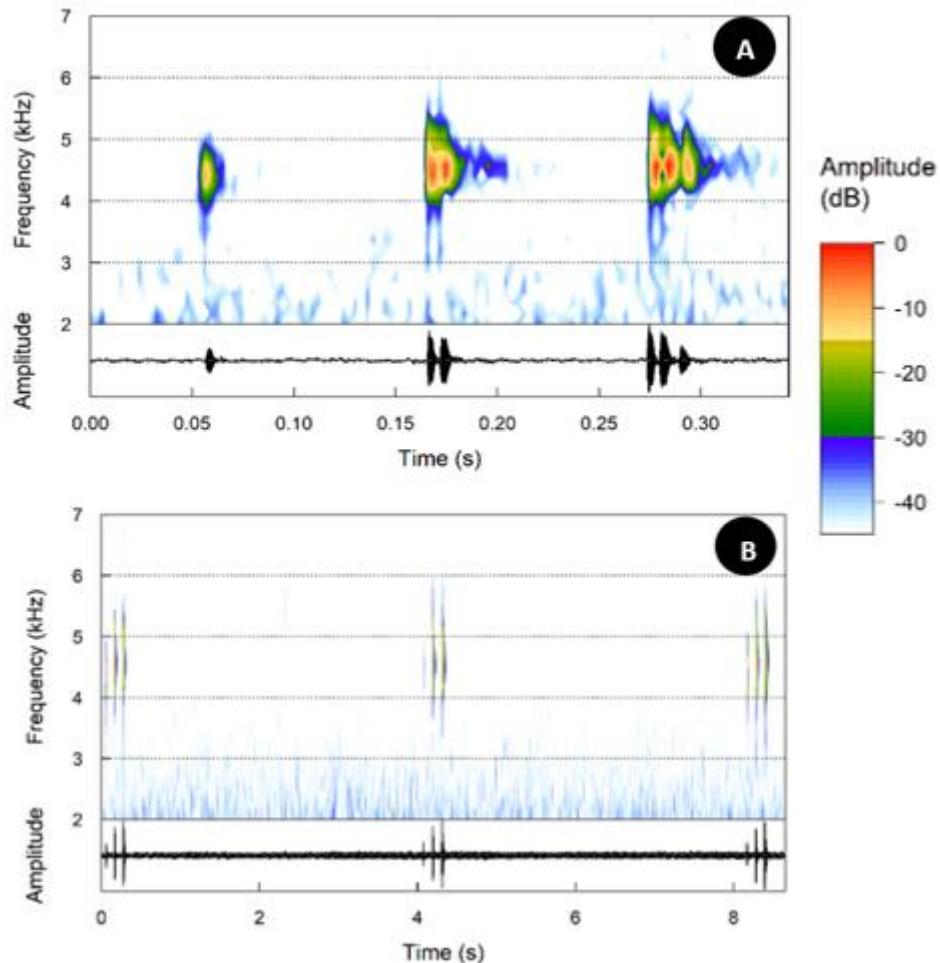


**Figura 9:** A- Oscilograma e Espectrograma do canto de anúncio de um indivíduo de *Boana buriti* em Brasília; B- Oscilograma e Espectrograma de uma sequência de três cantos de anúncio de um indivíduo de *Boana buriti* em Brasília.

Em Cristalina, encontramos *B. buriti* em seis pontos amostrais muito próximos, em um raio de aproximadamente 2km. Um dos pontos de ocorrência contrastou com os ambientes de registro da espécie observados anteriormente, em pequenas poças permanentes em área aberta no alto de chapadas. Nesta área encontramos os indivíduos vocalizando no chão ou empoleirados a 30 cm do solo, em área aberta nas margens de um riacho rochoso, recoberto predominantemente por gramíneas, arbustos esparsos e buritis (*Mauritia flexuosa*). Em Cristalina analisamos 112 cantos de oito indivíduos, sendo 98 cantos de anúncio e menor frequência de cantos agressivos, sendo 7 longos e 7 curtos.

Os cantos de anúncio em Cristalina (Tabela 3 e Figura 10) duraram de 170 a 270 ms ( $209,43 \pm 30,07$ ) e foram sempre compostos por três notas. A duração da primeira nota foi de 7–19 ms ( $12,69 \pm 3,81$ ), com 1–2 pulsos ( $1,52 \pm 0,36$ ). A segunda durou 18–97 ms ( $30,93 \pm 25,41$ ), com 2–4 pulsos ( $1,52 \pm 0,36$ ). A terceira nota durou 6–31 ms ( $22,68,12 \pm 7,69$ ) com 2–8 pulsos, ( $4,30 \pm 0,58$ ). A taxa de repetição de cantos foi de 10 a 18 cantos/minuto ( $13,37 \pm$

2,44) e a frequência dominante variou de 4243 a 4567 Hz, a frequência máxima de 4502,39 a 4893,90 Hz ( $4747,28 \pm 109,39$ ).



**Figura 10:** A- Oscilograma e Espectrograma de um canto de anúncio de um indivíduo de *Boana buriti* em Cristalina; B- Oscilograma e Espectrograma do corte em uma sessão de cantos de anúncio de um indivíduo de *Boana buriti* em Cristalina.

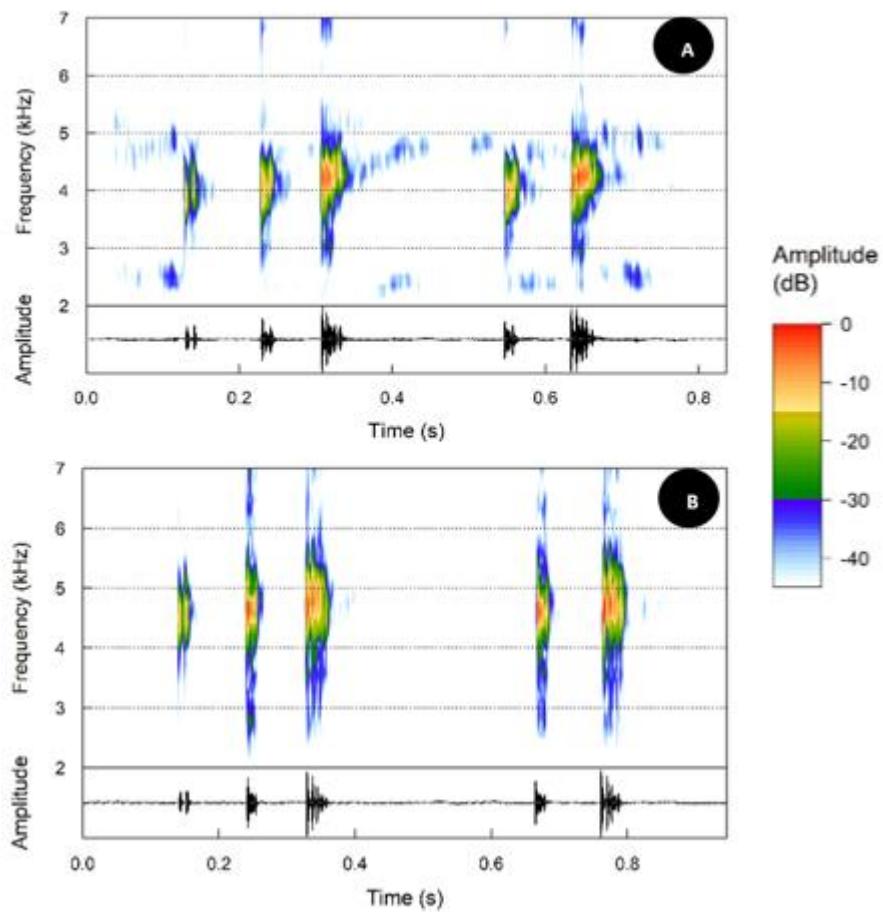
**Tabela 3:** Variáveis acústicas do canto de anúncio de *Boana buriti* em duas localidades. São apresentados os valores mínimo e máximo (média e desvio padrão) de cada variável.

Variáveis acústicas	Brasília (N = 7)	Cristalina (N = 8)
<b>Duração do canto de anúncio</b>	189–236 ms ( $207,96 \pm 15,23$ )	170–270 ms ( $209,43 \pm 30,07$ )
<b>Número de notas</b>	3	3
<b>A duração da 1ª nota</b>	12–19 ms ( $15,98 \pm 1,88$ )	7–19 ms ( $12,69 \pm 3,81$ )
<b>Número de pulsos da 1ª nota</b>	1–4 pulsos ( $2,56 \pm 0,80$ )	1–2 pulsos ( $1,52 \pm 0,36$ )
<b>A duração da 2ª nota</b>	17–22 ms ( $21,09 \pm 3,55$ )	18–97 ms ( $30,93 \pm 25,41$ )
<b>Número de pulsos da 2ª nota</b>	2–5 pulsos ( $3,50 \pm 0,85$ )	2–4 pulsos ( $1,52 \pm 0,36$ )
<b>A duração da 3ª nota</b>	25,2 a 31,14 ms ( $28,48 \pm 0,58$ )	6–31 ms ( $22,68 \pm 7,69$ )
<b>Número de pulsos da 3ª nota</b>	2–6 pulsos ( $4,47 \pm 0,42$ )	3–5 pulsos ( $4,31 \pm 2,04$ )
<b>Taxa de repetição</b>	8 a 22 cantos/minuto ( $14,75 \pm 3,67$ )	10–18 cantos/minuto ( $13,37 \pm 2,44$ )
<b>Frequência dominante</b>	3703,71–4242,04Hz ( $4092,92 \pm 179,95$ )	4243,99–4565,03 Hz ( $4410,87 \pm 96,17$ )
<b>Frequência máxima</b>	3703,71–4575,80 Hz ( $4365,85 \pm 303,36$ )	4502,39–4893,90 Hz ( $4747,28 \pm 109,39$ )
<b>Frequência mínima</b>	3596,04–4306,64Hz ( $3840,68 \pm 246,70$ )	751,70–4239,64 Hz ( $3116,82 \pm 118,26$ )

Os cantos agressivos curtos em Brasília (Tabela 4 e Figura 11) duraram de 444,2 a 694,5 ms ( $539,93 \pm 0,04$ ) e foram sempre compostos por cinco notas. A duração da unidade A, foi de 162,4 a 224,1 ms ( $199,88 \pm 0,01$ ). A duração da primeira nota da unidade A foi de 12–19 ms ( $15,98 \pm 1,88$ ), com 1–4 pulsos ( $2,56 \pm 0,80$ ). A segunda durou de 17–22 ms ( $21,09 \pm 3,55$ ), a terceira nota durou de 25–31 ms ( $28,72 \pm 2,04$ ) o intervalo entre a unidade A e a unidade B foi de 111,1 a 353,5 ms ( $217,75 \pm 0,04$ ). A duração da unidade B foi de 104 a 232,5 ms ( $120,41 \pm 0,02$ ). A duração da primeira nota da unidade B foi de 12,1 a 27,7 ms ( $19,62 \pm 0,004$ ) com 2–4 pulsos ( $3,07 \pm 0,72$ ). A segunda durou de 26,1 a 84,8 ms ( $33,99 \pm 4,02$ ). A taxa de repetição de cantos foi de 8 a 22 cantos/minuto ( $14,75 \pm 3,67$ ), a frequência dominante variou de 3703 a 4242 Hz ( $4092,92 \pm 179,95$ ), a frequência máxima variou de 3703,71 a 4575,80 Hz ( $4365,85 \pm 303,36$ ) e a frequência mínima variou de 3596,04 a 4306,64Hz ( $3840,68 \pm 246,70$ ).

Os cantos agressivos curtos em Cristalina (Tabela 4 e Figura 11) duraram de 620,1 a 687,5 ms ( $664,45 \pm 0,02$ ) e foram sempre compostos por cinco notas. A duração da unidade A

foi de 206,7 a 241,2 ms ( $225,65 \pm 0,01$ ). A duração da primeira nota da unidade A foi de 14,9 a 23,4 ms ( $19,02 \pm 0,003$ ) com 1–2 pulsos ( $1,75 \pm 0,44$ ). A segunda durou 13,9 a 21,3 ms ( $18,82 \pm 0,003$ ), a terceira nota durou entre 25,7 e 38,9 ms ( $32,63 \pm 0,004$ ), o intervalo entre a unidade A e a unidade B foi de 279,9 a 339,6 ms ( $306,71 \pm 0,02$ ). A duração da unidade B foi de 120,3 a 143,3 ms ( $130,24 \pm 0,006$ ). A duração da primeira nota da unidade B foi de 12,4 a 21,8 ms ( $16,85 \pm 0,003$ ) com 2–3 pulsos ( $2,33 \pm 0,5$ ), a segunda durou de 29,5 a 40 ms ( $33,13 \pm 0,003$ ). A taxa de repetição de cantos foi de 9 a 14 cantos/minuto ( $11,7 \pm 2,04$ ), a frequência dominante variou de 4306,64 a 4565,03Hz ( $4507,61 \pm 96,29$ ), a frequência máxima variou de 4565,03 a 4995,70 Hz ( $4852,14 \pm 149,18$ ) e a frequência mínima variou de 3789,84 a 4220,50 ( $4155,90 \pm 139,24$ ).



**Figura 11:** A-Oscilograma e Espectrograma do canto agressivo curto de *Boana buriti* indivíduo de Brasília-DF; B- A-Oscilograma e Espectrograma do canto agressivo curto de *Boana buriti* indivíduo de Cristalina-GO

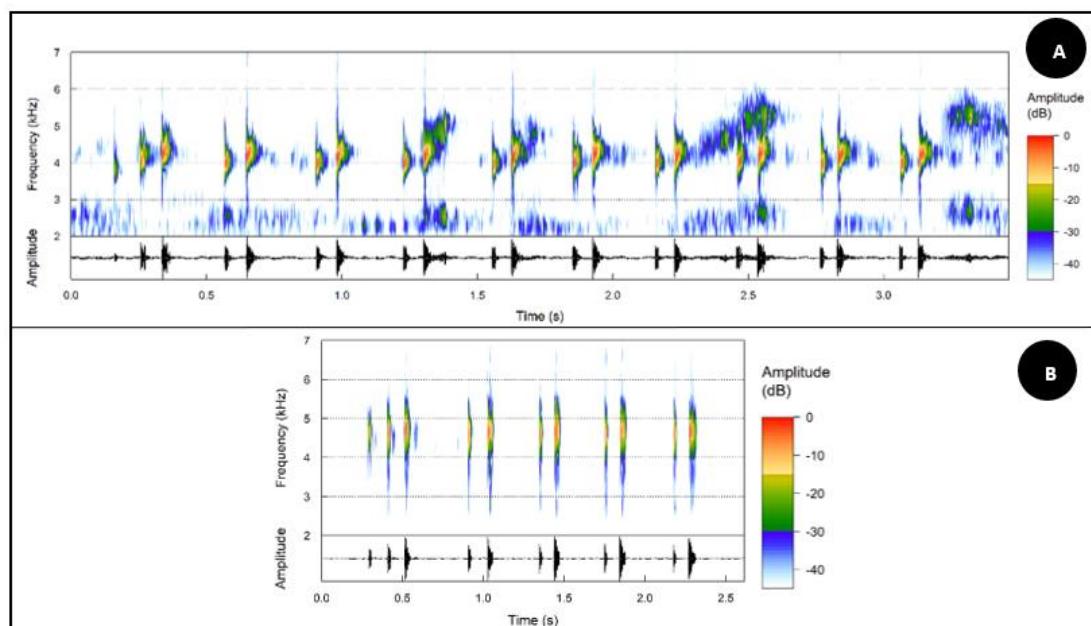
**Tabela 4:** Variáveis acústicas do canto agressivo curto de *Boana buriti* em duas localidades. São apresentados os valores mínimo e máximo (média e desvio padrão) de cada variável.

Variáveis acústicas	Brasília	Cristalina
<b>Número de notas</b>	5	5
<b>Duração do canto</b>	444,2–694,5 ms ( $539,93 \pm 0,04$ )	620,1–687,5 ms ( $664,45 \pm 0,02$ )
<b>Duração da unidade A</b>	162,4–224,1 ms ( $199,88 \pm 0,01$ )	206,7–241,2 ms ( $225,65 \pm 0,01$ )
<b>Duração do intervalo A-B</b>	111,1–353,5 ms ( $217,75 \pm 0,04$ )	279,9–339,6 ms ( $306,71 \pm 0,02$ )
<b>Duração da unidade B</b>	104–232,5 ms ( $120,41 \pm 0,02$ )	120,3–143,3 ms ( $130,24 \pm 0,006$ )
<b>Duração da 1ª nota und A</b>	8,4–31,1 ms ( $18,51 \pm 0,005$ )	14,9–23,4 ms ( $19,02 \pm 0,003$ )
<b>Duração da 2ª nota und A</b>	15,3–32,6 ms ( $21,32 \pm 0,004$ )	13,9–21,3 ms ( $18,82 \pm 0,003$ )
<b>Duração da 3ª nota und A</b>	24,1–38,8 ms ( $31,45 \pm 0,003$ )	25,7–38,9 ms ( $32,63 \pm 0,004$ )
<b>Duração da 1ª nota und B</b>	12,1–27,7 ms ( $19,62 \pm 0,004$ )	12,4–21,8 ms ( $16,85 \pm 0,003$ )
<b>Duração da 2ª nota und B</b>	26,1–84,8 ms ( $33,99 \pm 4,02$ )	29,5–40 ms ( $33,13 \pm 0,003$ )
<b>Intervalo entre notas und A</b>	48–93,5 ms ( $71,23 \pm 0,12$ )	67–92,3 ms ( $81,88 \pm 0,009$ )
<b>Intervalo entre notas und B</b>	46–91,6 ms ( $62,45 \pm 0,009$ )	70–24 ms ( $77 \pm 0,003$ )
<b>Número de pulsos da 1ª nota und A</b>	1–3 pulsos ( $2,22 \pm 0,05$ )	1–2 pulsos ( $1,75 \pm 0,44$ )
<b>Número de pulsos da 1ª nota und B</b>	2–4 pulsos ( $3,07 \pm 0,72$ )	2–3 pulsos ( $2,33 \pm 0,5$ )
<b>Taxa de repetição</b>	9–22 cantos/minuto ( $11 \pm 2,99$ )	9–14 cantos/minuto ( $11,7 \pm 2,04$ )
<b>Frequência dominante</b>	3703,71–4392,77Hz ( $4019,46 \pm 188,22$ ) 4048,42–4565,03 Hz ( $4273,27 \pm 165,92$ )	4306,64–4565,03Hz ( $4507,61 \pm 96,29$ ) 4565,03–4995,70 Hz ( $4852,14 \pm 149,18$ )
<b>Frequência mínima</b>	861,33–3962,10 Hz ( $3442,15 \pm 82,97$ )	3789,84–4220,50 Hz ( $4155,90 \pm 139,24$ )

Os cantos agressivos longos em Brasília (Tabela 5 e Figura 12) duraram de 1837 a 3090 ms ( $2642,33 \pm 69,88$ ) e foram compostos de 15 a 21 notas. A duração da unidade A foi de 180 a 218,1 ms ( $199,88 \pm 0,01$ ). A duração da primeira nota da unidade A foi de 6,5 a 22,4 ms ( $12,9 \pm 0,008$ ) com 1–3 pulsos ( $2,22 \pm 1,54$ ). A segunda durou de 16 a 29,3 ms ( $22,4 \pm 0,006$ ), a terceira nota durou de 31 a 39,1 ms ( $34,83 \pm 0,004$ ) o intervalo entre a unidade A e a unidade B foi de 166 a 199,3 ms ( $187,16 \pm 0,01$ ). A duração da unidade B foi de 1454,8 a

2780,3 ms ( $2276,68 \pm 0,02$ ). A duração da primeira nota da unidade B foi de 16 a 27,7 ms ( $21,46 \pm 0,005$ ) com 3–4 pulsos ( $3,33 \pm 0,57$ ). A segunda durou de 34,4 a 39,1 ( $36,1 \pm 0,002$ ). A taxa de repetição de cantos foi de 9 a 11 cantos/minuto ( $9,77 \pm 1,52$ ), a frequência dominante variou de 3703,71 a 4392,77Hz ( $4019,46 \pm 188,22$ ), 4306,64 a 4565,03 Hz ( $4421,48 \pm 131,57$ ) e a frequência mínima variou de 2153,33 a 3962,10 ( $3301,75 \pm 99,82$ ).

Os cantos agressivos longos em Cristalina (Tabela 4 e Figura 14) duraram de 876 a 2530 ms ( $1394 \pm 0,02$ ) e foram compostos de sete a 11 notas. A duração da unidade A foi de 195,8 a 264,6 ms ( $218,35 \pm 0,02$ ). A duração da primeira nota da unidade A foi de 9,9 a 28,3 ms ( $17,95 \pm 0,006$ ), com 1–2 pulsos ( $1,83 \pm 0,40$ ). A segunda durou de 14,2 a 21,2 ms ( $18,05 \pm 0,002$ ), a terceira nota durou de 29,2 a 40,1 ms ( $34,71 \pm 0,004$ ) e o intervalo entre a unidade A e a unidade B foi de 210,1 a 347,3 ms ( $258,33 \pm 0,05$ ). A duração da unidade B foi de 458,8 a 2069 ms ( $579,20 \pm 92$ ). A duração da primeira nota da unidade B foi de 13 a 21,4 ms ( $17,71 \pm 0,003$ ) com 2–3 pulsos ( $2,16 \pm 0,40$ ). A segunda durou de 27,1 a 41,3 ms ( $33,51 \pm 0,004$ ). A taxa de repetição de cantos foi de 9 a 14 cantos/minuto ( $10,83 \pm 2,48$ ), a frequência dominante variou de 4306,64 a 4565,03Hz ( $4464,55 \pm 114,84$ ), a frequência máxima variou de 4565,03 a 4823,43 Hz ( $4679,88 \pm 129,67$ ) e a frequência mínima variou de 1378,12 a 4306,64 ( $3545,80 \pm 108,73$ ).



**Figura 12:** A-Oscilograma e Espectrograma do canto agressivo longo de um indivíduo de *Boana buriti* em Brasília Distrito Federal; B-Oscilograma e Espectrograma do canto agressivo longo de um indivíduo de *Boana buriti* em Cristalina, Goiás.

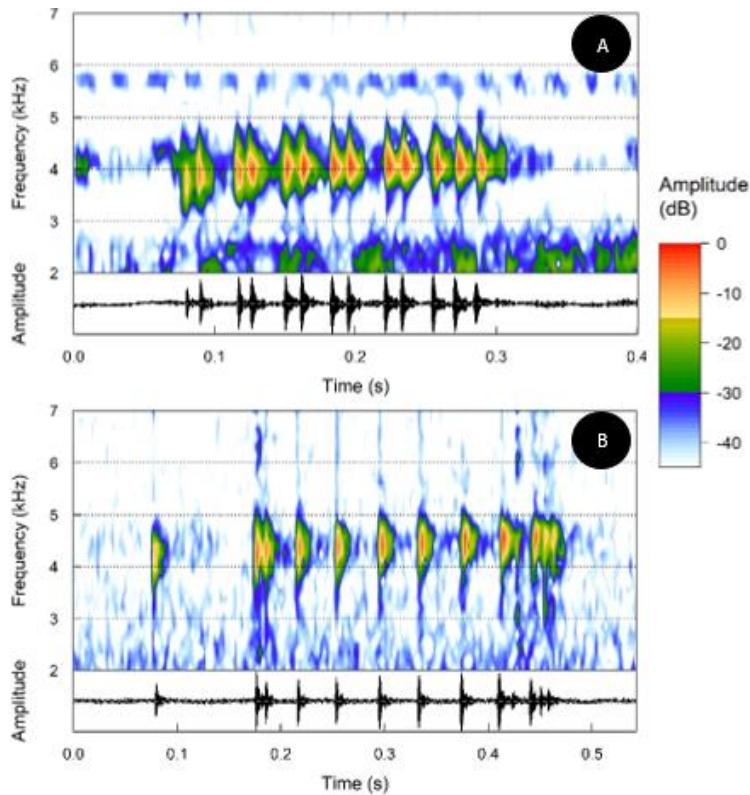
**Tabela 5:** Variáveis acústicas do canto agressivo longo de *Boana buriti* em duas localidades. São apresentados os valores mínimo e máximo (média e desvio padrão) de cada variável.

Variáveis acústicas	Brasília	Cristalina
<b>Número de notas</b>	15–21	7–11
<b>Duração do canto</b>	1837 a 3090 ms ( $2642,33 \pm 0,75$ )	876 a 2530 ms ( $1394 \pm 0,02$ )
<b>Duração da unidade A</b>	180 a 218,1 ms ( $199,88 \pm 0,01$ )	195,8 a 264,6 ms ( $218,35 \pm 0,02$ )
<b>Duração do intervalo A-B</b>	166 a 199,3 ms ( $187,16 \pm 0,01$ )	210,1 a 347,3 ms ( $258,33 \pm 0,05$ )
<b>Duração da unidade B</b>	1454,8 a 2780,3 ms ( $2276,68 \pm 0,02$ )	458,8 a 2069 ms ( $579,20 \pm 92$ )
<b>Duração da 1ª nota und A</b>	6,5 a 22,4 ms ( $12,9 \pm 0,008$ )	9,9 a 28,3 ms ( $17,95 \pm 0,006$ )
<b>Duração da 2ª nota und A</b>	16 a 29,3 ms ( $22,4 \pm 0,006$ )	14,2 a 21,2 ms ( $18,05 \pm 0,002$ )
<b>Duração da 3ª nota und A</b>	31 a 39,1 ms ( $34,83 \pm 0,004$ )	29,2 a 40,1 ms ( $34,71 \pm 0,004$ )
<b>Duração da 1ª nota und B</b>	16 a 27,7 ms ( $21,46 \pm 0,005$ )	13 a 21,4 ms ( $17,71 \pm 0,003$ )
<b>Duração da 2ª nota und B</b>	34,4 a 39,1 ms ( $36,1 \pm 0,002$ )	27,1 a 41,3 ms ( $33,51 \pm 0,004$ )
<b>Intervalo entre notas und A</b>	53,6–86,5 ms ( $74,36 \pm 0,18$ )	42,5–93,7 ms ( $68,21 \pm 0,01$ )
<b>Intervalo entre notas und B</b>	47,2–54,2 ms ( $51,7 \pm 0,003$ )	57,8–91 ms ( $71,45 \pm 0,01$ )
<b>Número de pulsos da 1ª nota und A</b>	1–3 pulsos ( $2,22 \pm 1,54$ )	1–2 pulsos ( $1,83 \pm 0,40$ )
<b>Número de pulsos da 1ª nota und B</b>	3–4 pulsos ( $3,33 \pm 0,57$ )	2–3 pulsos ( $2,16 \pm 0,40$ )
<b>Taxa de repetição</b>	9 a 11 cantos/minuto ( $9,77 \pm 1,52$ )	9–14 cantos/minuto ( $10,83 \pm 2,48$ )
<b>Frequência dominante</b>	3703,71–4392,77Hz ( $4019,46 \pm 188,22$ )	4306,64–4565,03Hz ( $4464,55 \pm 114,84$ )
<b>Frequência máxima</b>	4306,64 a 4565,03 Hz ( $4421,48 \pm 131,57$ )	4565,03 a 4823,43 Hz ( $4679,88 \pm 129,67$ )
<b>Frequência mínima</b>	2153,33 a 3962,10 HZ ( $3301,75 \pm 99,82$ )	1378,12 a 4306,64 Hz ( $3545,80 \pm 108,73$ )

Registrarmos o canto tipo “b” de *Boana buriti* (Figura 13) apenas uma vez durante as gravações em Brasília, teve duração de 211 ms, consiste em canto trinado de 13 notas, que duraram entre 2,5 e 10,8 ms ( $6,50 \pm 2,39$ ), com intervalos entre notas curtos e irregulares, que variaram de 0,8 ms a 20,8 ms. A frequência dominante foi de 3,789,844 Hz, a frequência máxima de 4,392,773 Hz e a frequência mínima de 4,048,242 Hz (Tabela 6).

Em Cristalina, também registrarmos o canto tipo “b” apenas uma vez (Figura 13), e teve duração de 386,6 ms, consiste em um canto trinado de 12 notas, que duraram entre 3,11 e

6,8 ms ( $4,49 \pm 1,31$ ), espaçadas irregularmente, com intervalos entre 0,4 ms a 93,3 ms. A frequência dominante foi de 4,392,773 Hz, a frequência máxima de 4565,039 Hz e a frequência mínima de 2067,188 Hz (Tabela 6).



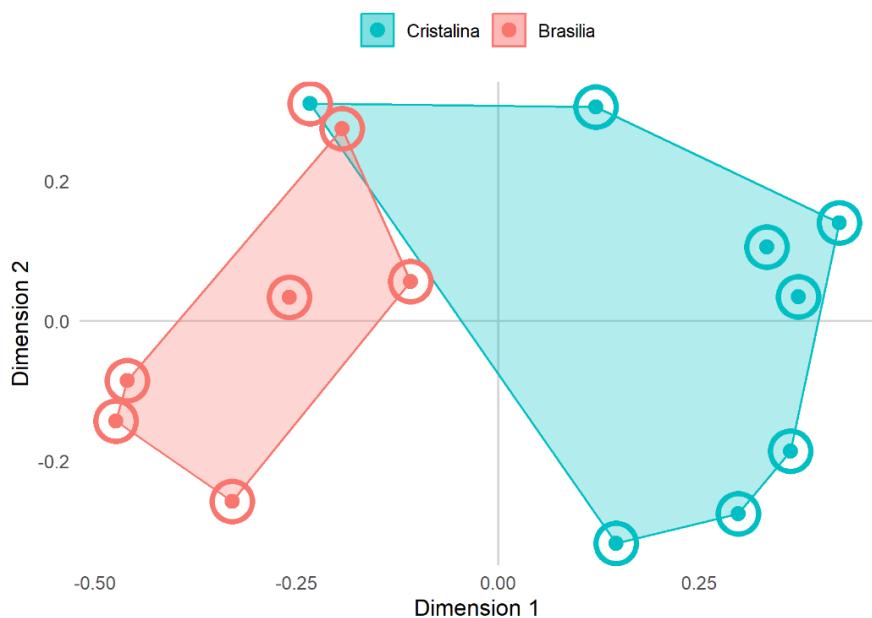
**Figura 13:** Oscilograma e Espectrograma de um canto tipo “b” de um indivíduo de *Boana buriti* em Cristalina, Goiás.

**Tabela 6:** Variáveis acústicas do canto tipo “b”, canto trinado de *Boana buriti* em duas localidades. Mínimo e máximo (média e desvio padrão).

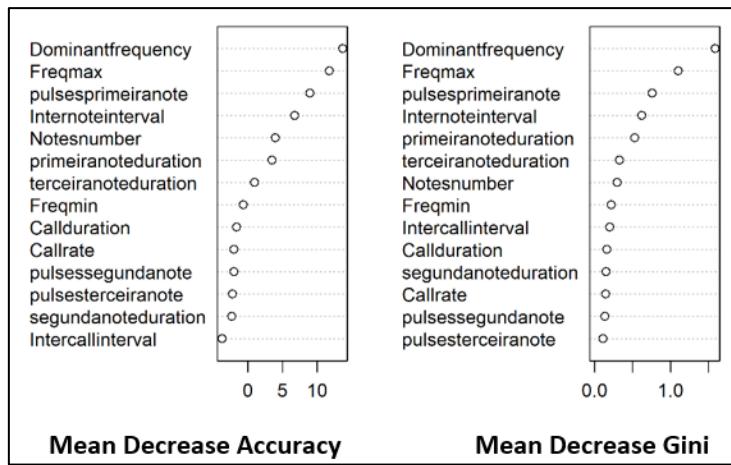
Variáveis acústicas	Brasília	Cristalina
<b>Número de cantos</b>	n=1	n=1
<b>Estrutura</b>	Trinado de notas não pulsadas	Trinado de notas não pulsadas
<b>Número de notas</b>	13	12
<b>Duração do canto</b>	211ms	386,6ms
<b>Intervalo entre notas</b>	0,8–20,8 ms( $7,73 \pm 7,11$ )	4–93 ms( $27,82 \pm 24,63$ )
<b>Duração das notas</b>	2,5–10,8 ms( $6,50 \pm 2,39$ )	3,11–6,8( $4,49 \pm 1,31$ )
<b>Frequência dominante</b>	3,789,844 Hz	4,392,773 Hz
<b>Frequência máxima</b>	4,392,773 Hz	4,565,039 Hz
<b>Frequência mínima</b>	4,048,242 Hz	2,067,188 Hz

A Análise Multidimensional Escalonada (MDS) obtida por *Random Forest* mostra a separação dos grupos por localidade (Figura 14), demonstrando que características acústicas diferenciam as populações de Brasília e Cristalina. As variáveis mais importantes para a separação das localidades foram a frequência dominante, a frequência máxima e o número de pulsos da primeira nota (Figura 15), que apresentaram os maiores valores de *Mean Decrease Gini* respectivamente 1,60, 1,10 e 0,80.

A matriz de confusão revelou que o modelo obteve erro geral de 7,14%, indicando alta precisão na classificação das localidades. Todas as amostras de Brasília foram corretamente classificadas (100% de acerto), enquanto uma amostra de Cristalina foi erroneamente classificada como pertencente a Brasília, resultando em um erro de 12,5% para essa localidade.



**Figura 14:** Análise Multidimensional Escalonada (MDS), obtida por *Random Forest*, azul=População de *Boana buriti* de Cristalina, vermelho=População de *Boana buriti* em Brasília.



**Figura 15:** Importância das variáveis no modelo *Random Forest* das populações de *Boana buriti*.

Os resultados do teste de Levene, indicaram a homoscedasticidade dos dados, tanto para a Condição Corporal (CC) ( $f=1,76$ ;  $p=0,20$ ) ou Comprimento Rostro-Cloacal (CRC) ( $f=1,54$ ;  $p=0,23$ ) entre as populações em Brasília e Cristalina. Também não houve diferença nos indivíduos dessas duas localidades para a frequência dominante (Hz) ( $f=0,42$ ;  $p=0,52$ ) e para a frequência máxima (Hz) ( $f=0,11$ ;  $p=0,74$ ).

A distribuição dos dados não difere da normalidade (*Shapiro-Wilk*), exceto para Comprimento da Cabeça (CC;  $W = 0,86$ ;  $p = 0,03$ ). O comprimento rostro-cloacal CRC ( $W = 0,89$ ;  $p = 0,09$ ), frequência dominante (Hz) ( $W = 0,90$ ;  $p = 0,11$ ) e frequência máxima (Hz) ( $W = 0,94$ ;  $p = 0,48$ ) apresentaram  $p > 0,05$ .

Não houve diferença na CC entre as duas populações ( $t=1,67$ ;  $df=12$ ;  $p= 0,12$ ), embora a média da população de Brasília (0,034) tenha sido maior que em Cristalina (0,031) (Tabela 7). Houve diferença entre o CRC das localidades ( $t=36$ ;  $df=12$ ;  $p=0,003$ ). Os indivíduos em Brasília são maiores do que os de Cristalina, com médias de 27,91 e 24,59 mm, respectivamente.

Há diferença significativa entre as localidades na frequência dominante ( $t = -3,93$ ;  $df=12$ ;  $p=0,0019$ ). A frequência dominante das vocalizações em Cristalina foi maior do que em Brasília. A diferença entre as localidades na frequência máxima também foi significativa ( $t = -4,61$ ;  $df=12$ ;  $p= 0,0005$ ). Os indivíduos em Cristalina apresentam frequência mais alta do que os de Brasília.

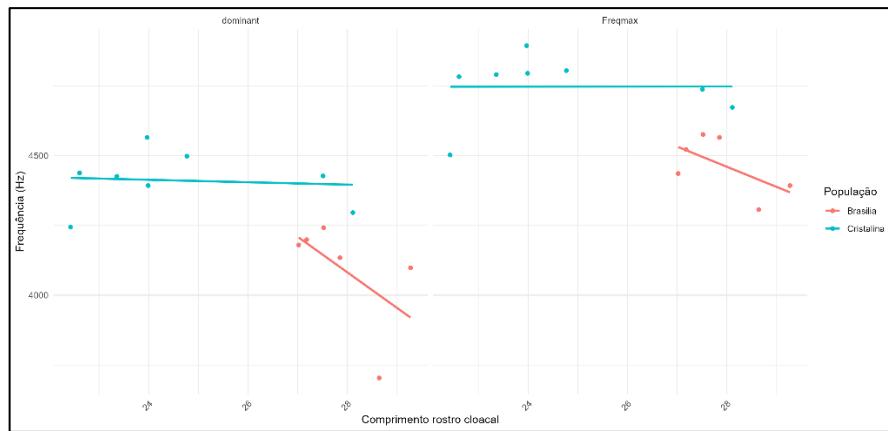
**Tabela 7:** Resultados do *teste-t Student* para comparação das variáveis morfométricas e acústicas entre as populações de *Boana buriti* de Brasília e Cristalina.

Variável	Brasília	Cristalina	t	df	p-value
<b>Condição Corporal</b>	0,034 ± 0,002	0,031 ± 0,004	1,67	12	0,1201
<b>CRC</b>	27,91 ± 0,87	24,59 ± 2,13	3,56	12	<b>0,003</b>
<b>Freq. Dominante (Hz)</b>	4092,92 ± 197,12	4410,86 ± 102,81	-3,93	12	<b>0,001</b>
<b>Freq. Máxima (Hz)</b>	4466,34 ± 106,45	4747,278 ± 116,94	-4,61	12	<b>0,0005</b>

A relação entre o Comprimento Rostro-Cloacal (CRC) e frequência máxima não foi significativo para a população de Brasília ( $p= 0,21$ ;  $R^2=0,35$ ), da mesma forma que a relação entre CRC e frequência dominante ( $p= 0,24$ ;  $R^2=0,32$ ) (Tabela 8 e Figura 16). Em Cristalina o CRC também não foi significativo para frequência máxima ( $p=0,99$ ;  $R^2=0,00000918$ ) e para frequência dominante ( $p= 0,83$ ;  $R^2=0,0081$ ).

**Tabela 8:** Resultados da Regressão Linear entre Comprimento Rostro-Cloacal (CRC) e Variáveis Acústicas por Localidade

Localidade	Variável Acústica	Intercepto	Coef. CRC	p-value	R <sup>2</sup>
<b>Brasília</b>	Freq. Máxima	6480,00	-72,10	0,21	0,35
<b>Brasília</b>	Freq. Dominante	7649,00	-127,00	0,24	0,32
<b>Cristalina</b>	Freq. Máxima	4743,00	0,166	0,99	0,00000918
<b>Cristalina</b>	Freq. Dominante	4518,00	-4,34	0,83	0,0081

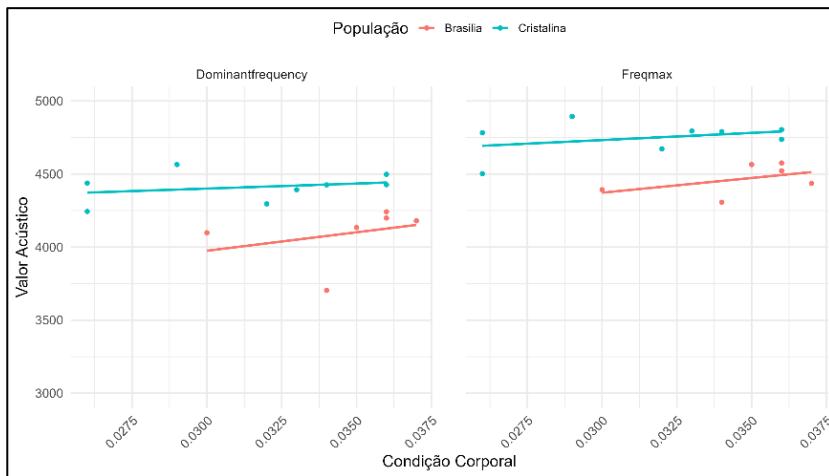


**Figura 16:** Regressão Linear entre Comprimento Rostro-Cloacal (CRC) e Variáveis Acústicas por Localidade (vermelho – Brasília e azul – Cristalina).

Em Brasília a relação entre CC e frequência máxima não foi significativa ( $p= 0,34$ ;  $R^2=0,22$ ) ou para frequência dominante ( $p= 0,53$ ;  $R^2=0,10$ ) (Tabela 9, Figura 17). Em Cristalina essa relação também não foi significativa, com a frequência máxima ( $p=0,40$ ;  $R^2=0,11$ ) e com a frequência dominante ( $p=0,51$ ;  $R^2=0,07$ ).

**Tabela 9:** Resultados da Regressão Linear entre Condição Corporal (CC) e Variáveis Acústicas de *Boana buriti*, em Brasília e Cristalina.

Localidade	Variável Acústica	Intercepto	Coef. CC	Valor de p	$R^2$
Brasília	Freq. Máxima	3768,00	20158,00	0,34	0,22
Brasília	Freq. Dominante	3218,00	25235,00	0,53	0,10
Cristalina	Freq. Máxima	4438,00	9819,00	0,40	0,11
Cristalina	Freq. Dominante	4193,00	6909,00	0,51	0,07



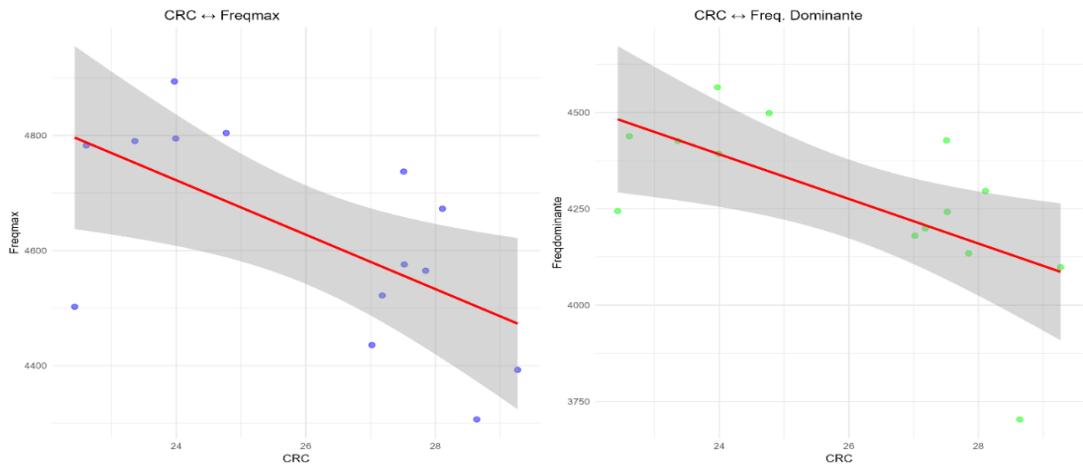
**Figura 17:** Regressão Linear entre Condição Corporal (CC) e Variáveis Acústicas de *Boana buriti* em Brasília (vermelho) e em Cristalina (azul).

O segundo modelo da regressão linear (Tabela 10 e Figura 18) mostrou que a relação entre CRC e frequência máxima tem efeito negativo e significativo ( $\beta = -47,26; p = 0,0174$ ), apontando que o aumento de CRC está associado à redução na frequência máxima. O valor de  $R^2$  indicou que o modelo explica aproximadamente 0,0009% da variação observada nos dados.

Da mesma forma, a regressão entre CRC e frequência dominante revelou efeito negativo e significativo ( $\beta = -57,86; p=0,0153$ ), demonstrando que maior CRC está relacionado a frequências dominantes menores. O valor do  $R^2$  demonstrou que o modelo explica ~34,98% da variação.

**Tabela 10:** Resultados das Regressões Lineares entre CRC e Variáveis Acústicas espetrais (frequência máxima e frequência dominante).

Variável Acústica	Intercepto	Coef. CRC	Valor de p	$R^2$
Freq. Máxima	5856,51	-47,26	<b>0,0174</b>	0,00000918
Freq. Dominante	4518,00	-57,86	<b>0,0153</b>	0,34

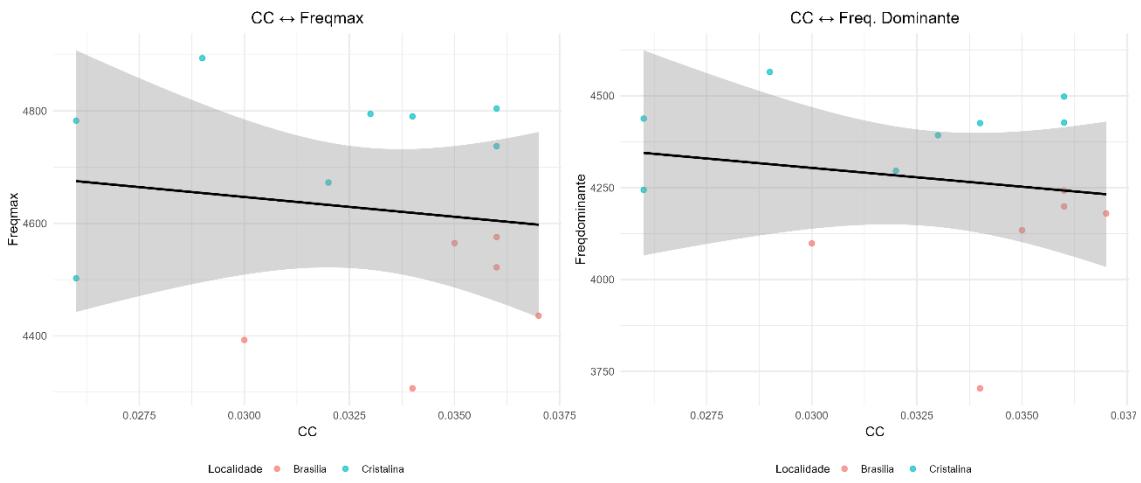


**Figura 18:** Gráfico das Regressões Lineares entre CRC e variáveis acústicas espetrais (frequência máxima e frequência dominante) de *Boana buriti*.

A regressão linear (Tabela 11 e Figura 19) sugere relação negativa entre CC e frequência máxima, mas essa relação não foi significativa ( $\beta = -7041,8; p = 0,619; R^2 = -0,06026$ ). Da mesma forma, a análise de regressão linear sugere relação negativa entre CC e frequência dominante, mas essa relação não é significativa ( $\beta = -10234,8; p = 0,547; R^2 = -0,0498$ ).

**Tabela 11:** Resultados das Regressões Lineares entre CC e Variáveis Acústicas espetrais (frequência máxima e frequência dominante).

Variável Acústica	Intercepto	Coef. CC	Valor de p	R <sup>2</sup>
Freq. Máxima	4858,3	-7041,8	0,619	-0,06026
Freq. Dominante	4610,9	-10234,8	0,547	-0,0498



**Figura 19:** Resultados das Regressões Lineares entre CC e Variáveis Acústicas espetrais (frequência máxima e frequência dominante) de *Boana buriti* em Brasília e Cristalina.

Em relação aos coeficientes de variação do canto de anúncio da população de *B. buriti* em Brasília (Tabela 13), os parâmetros intervalo entre cantos, duração da 1<sup>a</sup> nota, número de pulsos da 1<sup>a</sup> nota, duração da 3<sup>a</sup> nota e a frequência mínima foram classificados como dinâmicos. Os parâmetros classificados como intermediários foram a duração do canto, duração da 2<sup>a</sup> nota, número de pulsos da 2<sup>a</sup> nota, número de pulsos da 3<sup>a</sup> nota, intervalo entre notas e a taxa de canto. Os parâmetros estáticos foram a frequência máxima e a frequência dominante.

A razão entre o coeficiente de variação interindividual (CVinter) e intraindividual (CVintra) foi  $>1$  para a maioria dos parâmetros acústicos, sugerindo que estes desempenham papel importante no reconhecimento individual, já a duração da 3<sup>a</sup> nota e a frequência dominante obtiveram valor de razão  $<1$  apontando a importância desses parâmetros no reconhecimento coespecífico.

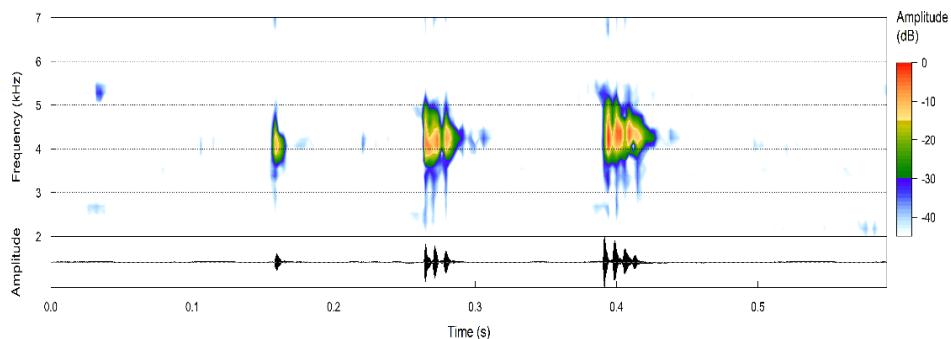
Em Cristalina (Tabela 12), os coeficientes de variação do canto de anúncio de *B. buriti* apresentaram os parâmetros intervalo entre cantos, duração da 1<sup>a</sup> nota, número de pulsos da 1<sup>a</sup> nota, duração da 3<sup>a</sup> nota e a frequência mínima, como dinâmicos. A duração do canto, duração da 2<sup>a</sup> nota, número de pulsos da 2<sup>a</sup> nota, número de pulsos da 3<sup>a</sup> nota, intervalo entre notas e taxa de canto, foram classificados como intermediários. Os parâmetros a frequência máxima e a frequência dominante foram classificados como estáticos, coincidindo com o padrão observado na população de Brasília. A razão entre o coeficiente de variação interindividual (CVinter) e intraindividual (CVintra) foi  $>1$  para a maioria dos parâmetros acústicos, sugerindo que estes desempenham papel importante no reconhecimento individual, já a duração da 3<sup>a</sup> nota e a frequência a frequência mínima apresentaram a razão  $<1$ .

**Tabela 12:** Coeficientes de variação dos parâmetros das chamadas de anúncio dentro de machos (CV<sub>intra</sub>) e entre machos (CV<sub>inter</sub>), e as razões CV<sub>inter</sub>/CV<sub>intra</sub> de *Boana buriti* registradas na Fazenda Água Limpa, Brasília, Distrito Federal, Brasil e em Cristalina, Goiás, Brasil. Abreviações: I = intermediário, D = dinâmico e E = estático, conforme Gerhardt (1991).

Parâmetros	Brasília				Cristalina			
	CV <sub>intra</sub>	CV <sub>inter</sub>	CV <sub>inter</sub> /CV <sub>intra</sub>	Classificação	CV <sub>intra</sub>	CV <sub>inter</sub>	CV <sub>inter</sub> /CV <sub>intra</sub>	Classificação
<b>Duração do canto (ms)</b>	4,83	6,27	1,29	I	19,22	23,03	1,2	D
<b>Intervalo entre cantos (ms)</b>	42,63	60,43	1,41	D	45,92	68,28	1,49	D
<b>Duração da 1<sup>a</sup> nota (ms)</b>	20,67	25,45	1,23	D	31,28	43,71	1,4	D
<b>Duração da 2<sup>a</sup> nota (ms)</b>	11,71	16,20	1,38	I	19,39	85,23	4,4	D
<b>Duração da 3<sup>a</sup> nota (ms)</b>	15,13	13,55	0,89	D	56,96	52,74	0,93	D
<b>Intervalo entre notas (ms)</b>	7,01	12,09	1,72	I	10,21	16,74	1,64	I
<b>Número de pulsos da 1<sup>a</sup> nota</b>	12,95	24,79	1,91	D	21,29	34,76	1,63	D
<b>Número de pulsos da 2<sup>a</sup> nota</b>	12,11	15,17	1,25	D	18,03	28,53	1,58	D
<b>Número de pulsos da 3<sup>a</sup> nota</b>	8,69	10,83	1,24	I	11,94	22,47	1,88	I
<b>Taxa de canto (canto/minuto)</b>	7,61	26,25	3,44	I	13,42	16,49	1,22	D
<b>Frequência mínima (Hz)</b>	12,01	16,01	1,33	D	57,1	54,18	0,95	D
<b>Frequência máxima (Hz)</b>	2,81	3,16	1,12	E	1,71	2,89	1,69	E
<b>Frequência dominante (Hz)</b>	3,43	3,01	0,87	E	1,45	2,94	2,03	E

Para comparar diferenças na vocalização entre *Boana buriti* e *Boana stenocephala* utilizamos o canto anúncio de sete indivíduos de uma população de *Boana stenocephala* de Rio Paranaíba, estado de Minas Gerais. Encontramos os indivíduos vocalizando sobre a vegetação arbustiva e gramíneas às margens de um pequeno represamento de um curso d'água. Assim como em *B. buriti*, o canto de *B. stenocephala* apresenta estrutura pulsada, com mais de uma nota e o repertório acústico também apresentou três tipos de cantos.

Os cantos de anúncio de *B. stenocephala* (Tabela 13 e Figura 20) duraram entre 276,74 e 412,8 ms ( $327,99 \pm 52,21$ ) e foram compostos de três a quatro notas. A duração da primeira nota foi de 7,86–17,3 ms ( $12,58 \pm 3,35$ ), com 1–4 pulsos ( $1,46 \pm 0,41$ ). A segunda durou 17–22 ms ( $16,42 \pm 3,79$ ), com 2–3 pulsos ( $2,66 \pm 0,24$ ). A terceira nota durou 14,6 a 35,05ms ( $26,55 \pm 8,68$ ), com 2–6 pulsos ( $3,75 \pm 1,25$ ). A taxa de repetição de cantos foi de 2 a 5 cantos/minuto ( $3,85 \pm 0,69$ ), a frequência dominante variou de 3919,04 a 4306,64 Hz ( $4116,73 \pm 144,32$ ) a frequência máxima variou de 645,99 a 3962,10 Hz ( $4727,05 \pm 497,51$ ) e a frequência mínima variou de 3962,10 a 3962,10 Hz ( $2003,40 \pm 116,41$ ).



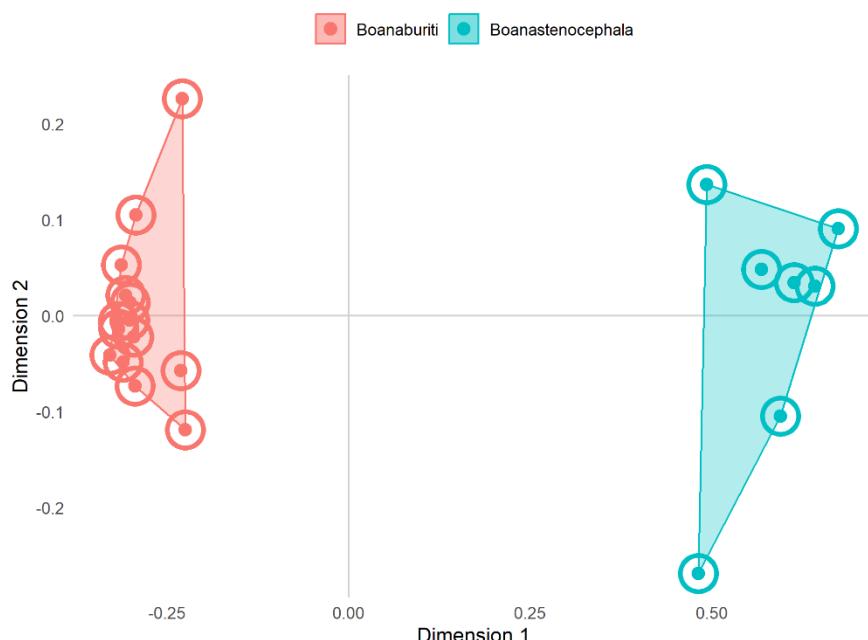
**Figura 20:** Oscilograma e Espectrograma de um canto de anúncio de um indivíduo de *Boana stenocephala* em Rio Paranaíba-MG.

**Tabela 13:** Variáveis acústicas do canto de anúncio de *Boana stenocephala* de Rio Paranaíba, município de Minas Gerais, apresentando os valores mínimos e máximos (média e desvio padrão) de cada variável.

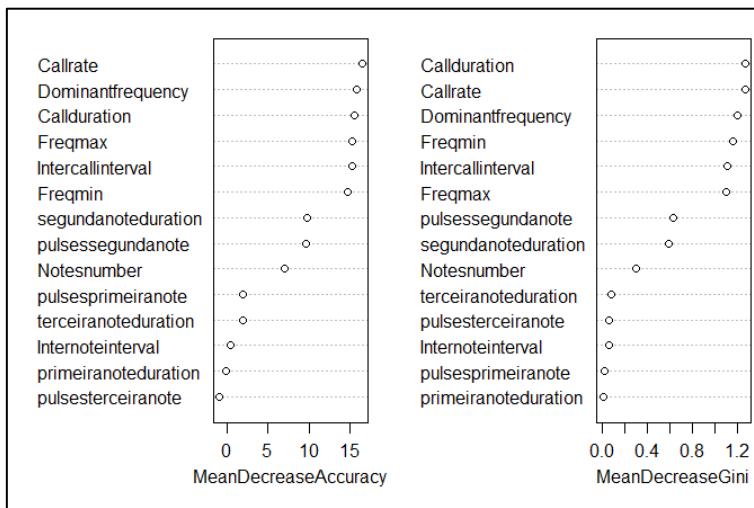
Variáveis acústicas	Rio Paranaíba
<b>Duração do canto de anúncio</b>	276,74 a 412,8 ms ( $327,99 \pm 52,21$ )
<b>Número de notas</b>	3–4 notas ( $3,41 \pm 0,42$ )
<b>A duração da 1ª nota</b>	7,86–17,3 ms ( $12,58 \pm 3,35$ )

<b>Número de pulsos da 1<sup>a</sup> nota</b>	1–4 pulsos ( $1,46 \pm 0,41$ )
<b>A duração da 2<sup>a</sup> nota</b>	17–22 ms ( $16,42 \pm 3,79$ )
<b>Número de pulsos da 2<sup>a</sup> nota</b>	2–3 pulsos ( $2,66 \pm 0,24$ )
<b>A duração da 3<sup>a</sup> nota</b>	14,6 a 35,05ms ( $26,55 \pm 8,68$ )
<b>Número de pulsos da 3<sup>a</sup> nota</b>	2–6 pulsos ( $3,75 \pm 1,25$ )
<b>Taxa de repetição</b>	2 a 5 cantos/minuto ( $3,85 \pm 0,69$ )
<b>Frequência dominante</b>	3919,04 a 4306,64 Hz ( $4116,73 \pm 144,32$ )
<b>Frequência máxima</b>	645,99 a 3962,10 Hz ( $4727,05 \pm 497,51$ )
<b>Frequência mínima</b>	3962,10 a 3962,10 Hz ( $2003,40 \pm 116,41$ )

A Análise Multidimensional Escalonada (MDS), gerada pelo modelo *Random Forest*, acertou 100% das classificações, separando com precisão todos os indivíduos de *Boana buriti* dos indivíduos de *Boana stenocephala* (Figura 21), sem sobreposições. As variáveis mais importantes para a separação das espécies foram os parâmetros temporais duração do canto e taxa de canto, ambos com *Mean Decrease Gini* = a 1,3 (Figura 22), seguidos pelos parâmetros espectrais frequência dominante e frequência mínima, ambos com valores de *Mean Decrease Gini* = 1,2.

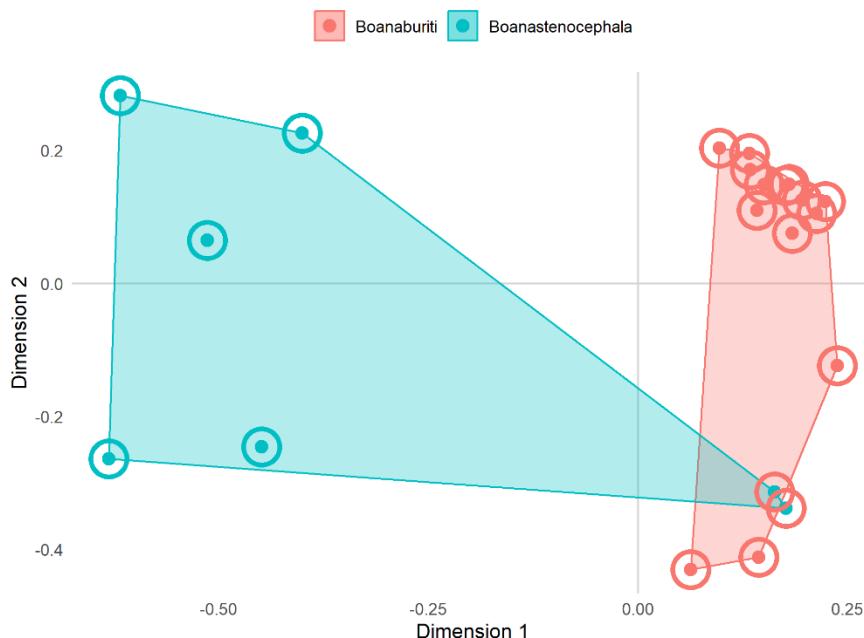


**Figura 21:** Análise Multidimensional Escalonada (MDS), do Modelo *Random Forest*, vermelho=*Boana buriti*, azul=*Boana stenocephala*.

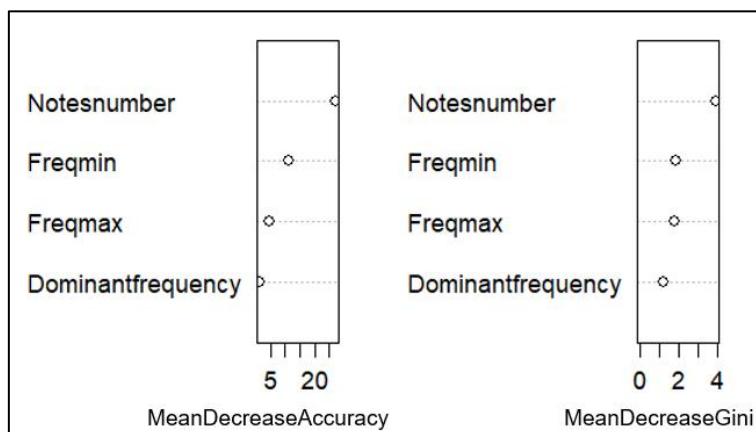


**Figura 22:** Importância das variáveis acústicas no modelo *Random Forest* das populações de *Boana buriti* e de *Boana stenocephala*.

Em uma segunda Análise Multidimensional Escalonada (MDS), gerada pelo modelo *Random Forest*, utilizando parâmetros espetrais e o número de notas , o acertou reduziu para 90,47% das classificações, em que dois indivíduos de *Boana stenocephala* foram classificados como *Boana buriti* (Figura 23). As variáveis mais importantes para a separação das espécies foram o número de notas e a frequência mínima, com valores de *Mean Decrease Gini* =3,9 e 1,9 respectivamente e *Mean Decrease Gini* =24,7 e 9,1 respectivamente (Figura 24).



**Figura 23:** Análise Multidimensional Escalonada (MDS), do Modelo *Random Forest*, vermelho=*Boana buriti*, azul=*Boana stenocephala*.

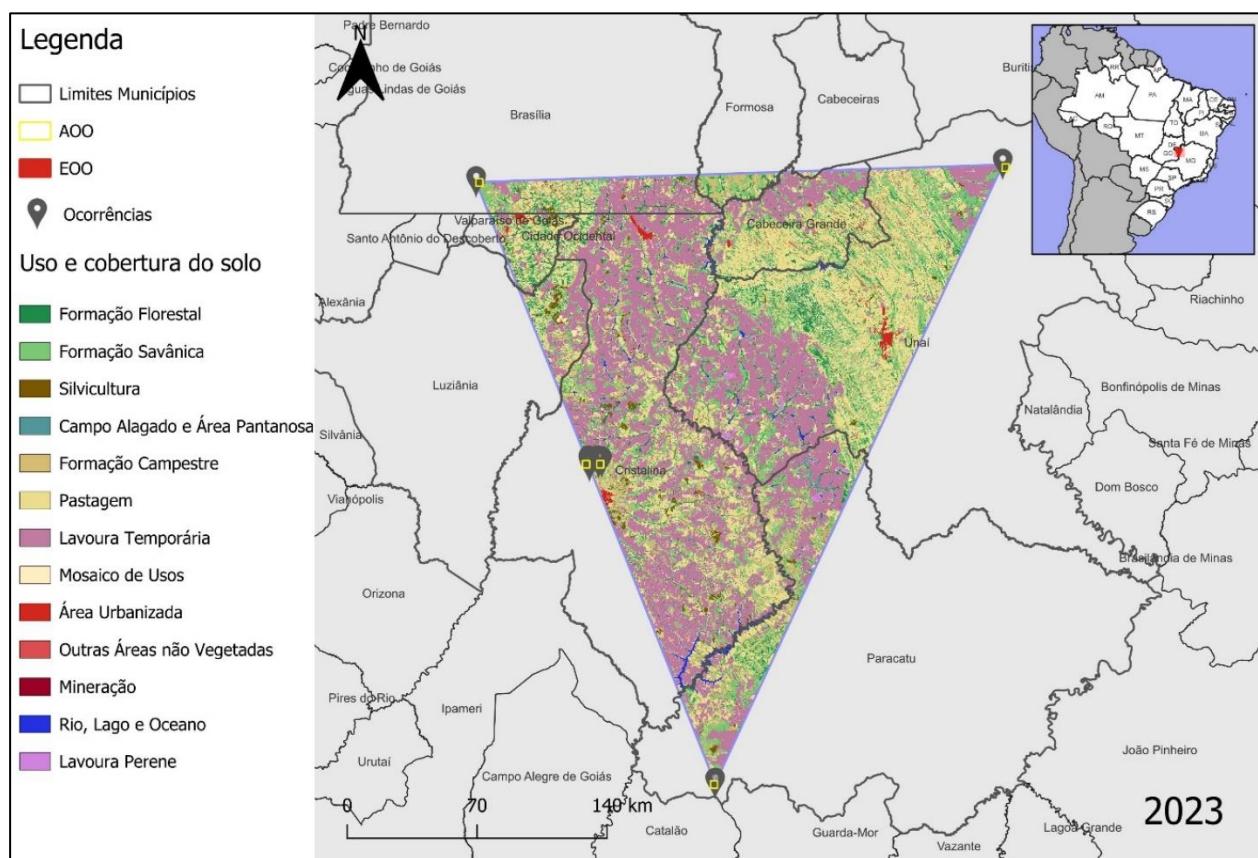


**Figura 24:** Importância das variáveis acústicas no modelo *Random Forest* das populações de *Boana buriti* e de *Boana stenocephala*.

## 5.2 Extensão de Ocorrência e Área de Ocupação

A EOO recalculada para a espécie é de 12.160 km<sup>2</sup> (Figura 25 e Tabela 14), cobrindo uma região que apresenta uso do solo heterogêneo (IBGE, 2023). No entanto, os remanescentes naturais representam apenas 34,06% da área de EOO, reduzindo drasticamente os ambientes disponíveis para a sobrevivência de *B. buriti*.

Cerca de 65,94% da EOO está ocupada por ambientes antropizados, principalmente por lavouras, que ocupam 34,58% da área, seguida pelas áreas de pastagem, que ocupam 22,65% da EOO. Já a AOO recalculada foi de 20 km<sup>2</sup> (Figura 26). O ponto de ocorrência em Brasília e Unaí estão inseridos em importantes remanescentes de vegetação, entretanto os pontos de ocorrência em Paracatu e Cristalina estão em locais que apresentam alto grau de antropização, e poucos remanescentes de vegetação.

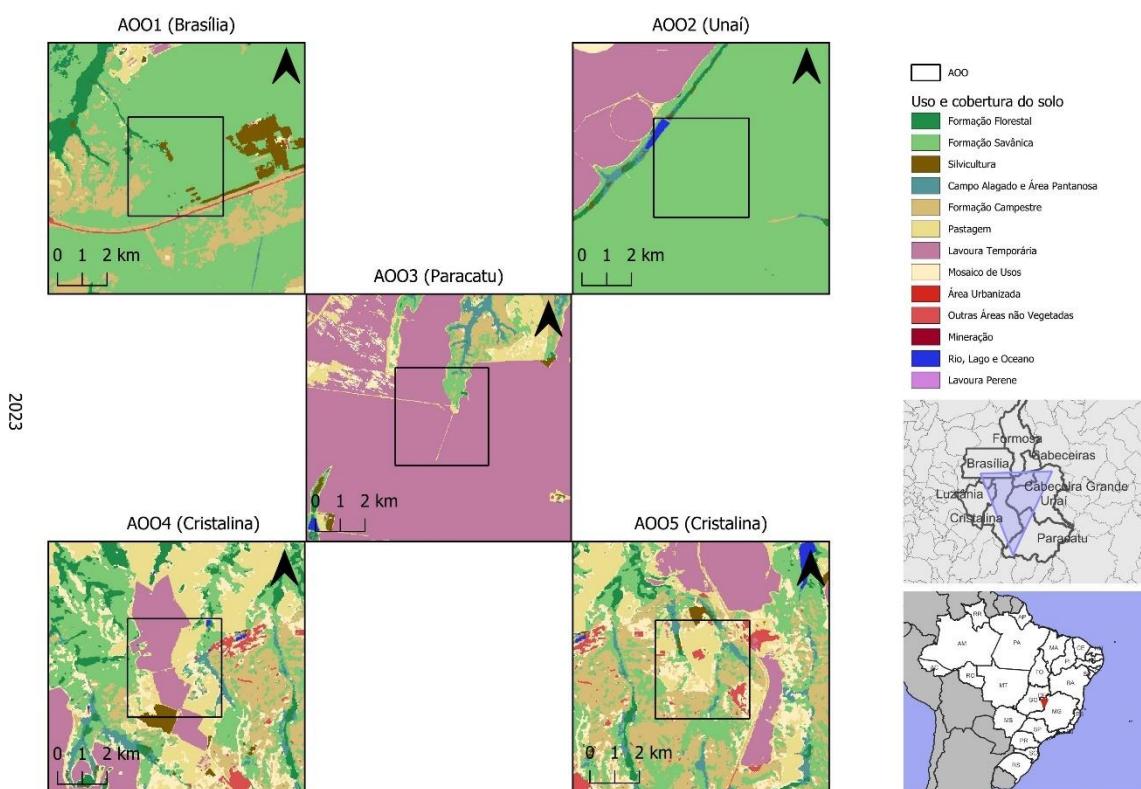


**Figura 25:** Uso do solo dentro da Extensão de Ocorrência-EOO, de *Boana buriti*.

**Tabela 14:** Valores em hectares e percentuais do uso e ocupação solo dentro da Extensão de Ocorrência - EOO de *Boana buriti*.

Variável	Km <sup>2</sup>	Percentual (%)
Formação Florestal	80.492,60	6,66
Formação Savânica	199.307,00	16,48
Silvicultura	15.445,50	1,28
Campo Alagado e Área Pantanosa	25.964,60	2,15
Formação Campestre	89.665,50	7,41
Pastagem	273.944,00	22,65

Variável	Km <sup>2</sup>	Percentual (%)
Lavoura Temporária	415.347,00	34,34
Mosaico de Usos	74.708,70	6,18
Área Urbanizada	5.515,60	0,46
Outras Áreas não-Vegetadas	9.654,50	0,80
Mineração	15,59	0,00
Rio, Lago e Oceano	16.445,50	1,36
Lavoura Perene	2.856,48	0,24
Formação Florestal	80.492,60	6,66

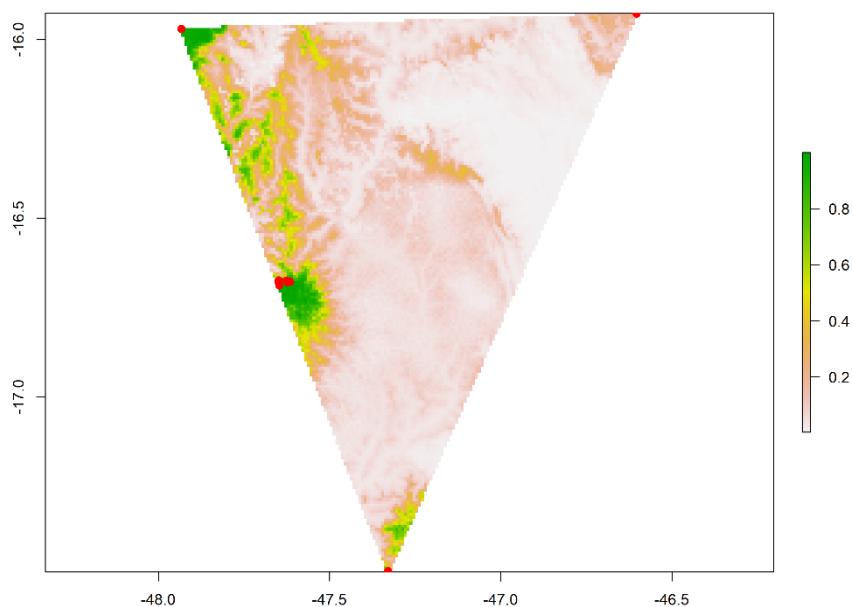


**Figura 26:** Uso do solo dentro das Áreas de Ocupação - AOO, nos pontos de ocorrência de *Boana buriti*.

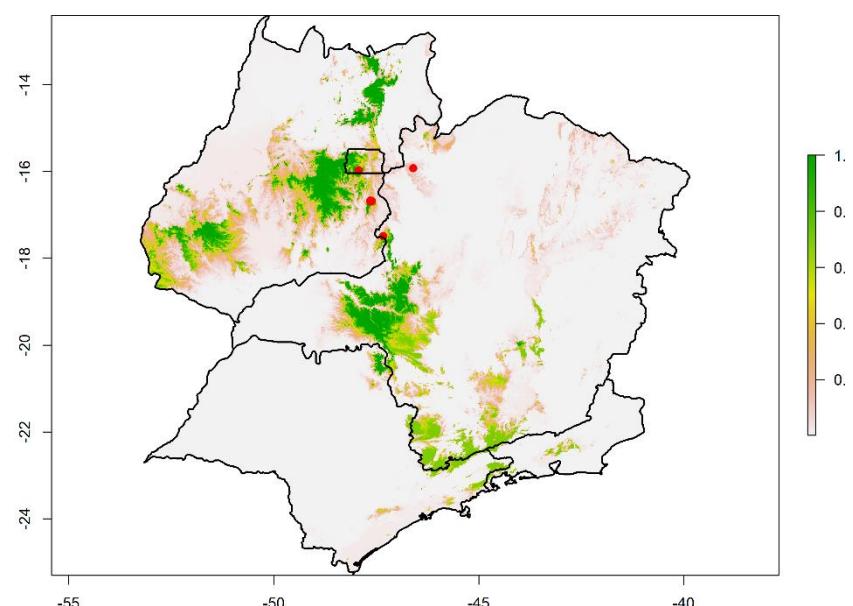
### 5.3 Modelagem de distribuição potencial

O modelo com os dados de teste apresentou desempenho satisfatório ( $AUC=0,87$ ;  $TSS=0,85$ ). As variáveis mais importantes para o modelo foram a precipitação anual ( $AUC= 18,1\%$ ;  $COR= 56,6\%$ ) e a elevação ( $AUC= 22,7\%$ ;  $COR= 45,6\%$ ) (Tabela 15).

O modelo preditivo apontou poucas áreas de adequabilidade dentro da EOO de *B. buriti* (Figura 27). As áreas de alta adequabilidade previstas foram na região dos pontos de ocorrência já conhecidos, exceto para a localidade-tipo (Unaí-MG), que apresentou baixa adequabilidade. Também foram previstas altas áreas de adequabilidade para as regiões serranas do triângulo de Minas, Serra da Canastra e Serra da Mantiqueira, localizadas na região sudoeste e sul do estado, o que extrapola as áreas esperadas para *B. buriti* e sobrepõe às áreas de *B. stenocephala*. Outras áreas de alta adequabilidade foram previstas no sudoeste goiano, centro e entorno do Distrito Federal (Figura 28).



**Figura 27:** Projeção das áreas de adequabilidade previstas para *Boana buriti* dentro da Extensão de Ocorrência.



**Figura 28:** Projeção das áreas de adequabilidade previstas para *Boana buriti* nos estados de ocorrência conhecida da espécie e nos estados de ocorrência de *B. stenocephala*.

**Tabela 15:** Importância das variáveis para o modelo preditivo de áreas de adequabilidade para a ocorrência de *Boana buriti*.

Variável	Descrição	Importância (COR)	Importância (AUC)
<b>bio_6</b>	Temperatura mínima do mês mais frio	7,0%	3,2%
<b>bio_12</b>	Precipitação anual	56,6%	18,1%
<b>bio_14</b>	Precipitação do mês mais seco	8,6%	2,8%
<b>topográfica</b>	Elevação	45,6%	22,7%

## 6. DISCUSSÃO

### 6.1 Vocalização

Observamos que os machos de *Boana buriti* apresentam repertório vocal complexo, composto por quatro tipos de vocalizações. Os cantos emitidos são classificados como do tipo “a” que consiste em uma sequência de notas pulsadas e curtas (canto de anúncio, canto agressivo curto e canto agressivo longo), característica da maioria das espécies do grupo *B. pulchella* (BATISTA *et al.*, 2015) e o canto tipo “b” (canto trinado) consiste em uma sequência de notas não pulsadas emitidas rapidamente (MARTINS *et al.*, 2016).

Os cantos de anúncio são emitidos para o reconhecimento da espécie e localização dos machos pelas fêmeas, sendo primordiais na reprodução (WELLS, 1977). Já os cantos agressivos e o canto trinado são emitidos pelos machos em defesa do seu território e locais de chamada, sendo emitidos em interação entre machos (WELLS, 2007; TOLEDO *et al.*, 2015).

Esse contexto de mudança no comportamento vocal, já observado para a espécie, indica que a presença de machos vizinhos estimula os indivíduos a mudarem suas vocalizações em resposta aos seus congêneres, emitindo outros tipos de canto (CARVALHO com. pess.) e foi novamente observado no presente estudo. Repertórios vocais complexos também são encontrados em outras espécies do clado, como *B. polytaenia* (PINHEIRO *et al.*, 2012), *B. beckeri* e *B. stenocephala* (MARTINS *et al.*, 2016), *B. jaguariaivensis* (GUERRA *et al.*, 2017), *B. cipoensis* (MARTINS *et al.*, 2018), *B. leptolineata* (CAORSI *et al.*, 2018) e *B. guaranimirim* (MARINHO *et al.*, 2022).

O número de notas do canto de anúncio e canto agressivo curto foi idêntico nas duas localidades com três notas e cinco notas, respectivamente, e não houve diferença notável entre as localidades. Entretanto, o canto agressivo longo apresentou maior quantidade de notas em

Brasília, logo maior duração. O canto trinado não apresentou diferença significativa no número de notas e duração do canto, apesar deste canto apresentar muitas notas, estas são emitidas de forma não pulsada em curta duração.

A maior duração do canto agressivo longo em Brasília pode estar relacionada ao tamanho dos indivíduos. Machos maiores podem armazenar maiores volumes de ar em seus pulmões (BERNAL *et al.*, 2005), o que tende a produzir correlações positivas com a taxa de canto, duração do canto, número de pulsos e taxa de pulso (FRIEDL & KLUMP, 2002; CASTELLANO & ROSSO, 2006).

Os parâmetros espectrais em Cristalina obtiveram média superior em relação a Brasília para praticamente todos os quatro tipos de cantos emitidos (exceto frequência mínima no canto agressivo curto) e foram responsáveis pela maior variação do canto entre as populações.

Desta forma, encontramos diferenças nos parâmetros frequência dominante, frequência máxima e tamanho do corpo entre as populações de Brasília e Cristalina. Com isso, os indivíduos de Brasília, por serem maiores, vocalizam em frequências mais baixas, enquanto os indivíduos de Cristalina, que são menores, e vocalizam em frequências mais altas.

O efeito do tamanho corporal sobre as características do canto de anúncio, especialmente aquelas relacionadas à frequência, já foi encontrado em outros estudos (RYAN, 1988; WELLS, 2007). Indivíduos maiores geralmente tem frequências menores de canto em resposta à correlação entre tamanho do indivíduo com a massa e ressonância da laringe (MCCELLAND *et al.*, 1996).

A diferença entre tamanho corporal e parâmetros espectrais não foi significativo nas duas populações. Alguns estudos com espécies do mesmo clado de *Boana buriti* indicaram que o tamanho corporal não influenciou os parâmetros acústicos do canto de anúncio dos machos (SIGNORELLI *et al.*, 2016; GUERRA, 2017).

Entretanto, a relação entre as variáveis desconsiderando a localidade, considerando todos os indivíduos como uma amostra, encontramos um resultado diferente, mostrando que a relação entre o CRC e os parâmetros espectrais, frequência máxima e frequência dominante tem efeito negativo e significativo, corroborando os resultados mencionados anteriormente (RYAN, 1988; WELLS, 2007; MCCELLAND *et al.*, 1996).

Diante disso acreditamos que a ausência de uma relação estatisticamente significativa entre o CRC e os parâmetros espectrais considerando a localidade, pode estar associada à baixa

variação dessa variável dentro das populações analisadas. No entanto, quando consideramos um conjunto de dados maior, com diferenças significativas no CRC e parâmetros espetrais, observa-se uma influência significativa dessa variável sobre os parâmetros espetrais, sugerindo que a relação entre essas variáveis torna-se evidente apenas quando a variabilidade amostral é suficiente para capturar essa tendência.

A relação entre a condição corporal e os parâmetros espetrais não foi significativa em nenhuma das análises. Alguns estudos apontam que a condição corporal está mais relacionada às variações nos parâmetros temporais do canto e os parâmetros espetrais ao tamanho corporal (MORAIS *et al.*, 2012).

O canto “tipo b” ou canto trinado foi obtido apenas uma vez, tanto nas gravações de Brasília, quanto em Cristalina. Esse tipo de canto foi relatado para a espécie críptica *B. stenocephala* e outras espécies do clado como *B. bandeirantes*, *B. jaguariaivensis*, *B. polytaenia*, *B. cipoensis* e *B. guarinimim* (MARTINS *et al.*, 2016; Martins et al., 2018; GUERRA, 2017; MARINHO *et al.*, 2022). No entanto, esse tipo de canto foi raro no repertório de *B. stenocephala* (MARTINS et al., 2016; MARTINS *et al.*, 2018).

O CVIntra para as duas localidades indicou como estáticos os parâmetros espetrais frequência dominante e frequência máxima. Os parâmetros temporais do canto de anúncio foram considerados como dinâmicos ou intermediários. Esse padrão é um achado comum para anuros (GERHARDT ,1991; RODRÍGUEZ *et al.*, 2010; MORAIS *et al.*, 2012), já relatado para outras espécies do clado (SIGNORELLI, 2016; GUERRA, 2017) e indicam que a frequência dominante e a frequência máxima são importantes no reconhecimento coespecífico de *B. buriti*.

Os parâmetros espetrais do canto são eventualmente melhores para o reconhecimento da espécie e geralmente apresentam baixa variabilidade (SILVA, 2010). Os parâmetros estáticos podem codificar o reconhecimento da espécie no nível interindividual, enquanto propriedades mais dinâmicas podem transmitir informações sobre a qualidade do parceiro (GERHARDT,1991).

Os resultados da razão CVinter/CVintra de ambas as populações sugerem que tanto os parâmetros espetrais quanto temporais são importantes para a distinção individual do canto, e que há maior variação dos parâmetros acústicos entre indivíduos do que dentro do mesmo indivíduo. A maior variabilidade acústica entre indivíduos, em relação àquela dentro de indivíduos da mesma espécie, é importante para permitir a distinção do sinal individual por machos coespecíficos (BEECHER, 1989; GERHARDT, 1991). Mais estudos são necessários

para entender como se comportam o CV intra e CV inter da espécie, pois esses dados fornecem informações sobre como os indivíduos identificam seus coespecíficos (GERHARDT, 1991; RODRÍGUEZ *et al.*, 2010) e permitir o sucesso reprodutivo da espécie.

O canto de *Boana buriti* e *B. stenocephala* possuem estruturas muito semelhantes. Ambas apresentam notas pulsadas e apresentaram três tipos de variação de cantos durante as gravações, com forma de onda semelhantes. *B. stenocephala* apresentou variação no número de notas, enquanto o número de notas do canto de *B. buriti* foi igual mesmo entre populações.

Apesar das semelhanças estruturais, as espécies apresentam características acústicas suficientes para sua distinção. O canto de *B. stenocephala* é mais longo, enquanto a taxa de canto é bem reduzida. Esses parâmetros são variáveis importantes para a separação das espécies seguidos pelos parâmetros espectrais frequência dominante e frequência mínima.

Nossos resultados apontam que os cantos de *Boana buriti* e *B. stenocephala*, assim como as demais espécies do grupo *Boana polytaenia*, apresentam padrões estruturais característicos e destacam a importância da bioacústica como ferramenta taxonômica (BATISTA *et al.*, 2015), sendo ferramentas essenciais para o estudo da taxonomia de espécies proximamente relacionadas no grupo.

## 6.2 Extensão de Ocorrência-EOO e Área de Ocupação-AOO

De acordo com os valores atualizados de EOO e AOO, utilizando o critério B, distribuição geográfica restrita e apresentando fragmentação, declínios ou flutuações (IUCN, 2001), o status de ameaça de *Boana buriti* pode ser classificado como Vulnerável (VU) para o critério B1(EOO < 20.000 km<sup>2</sup>), como Em Perigo (EN) para o critério B2 (AOO< 500 km<sup>2</sup>), considerando que esteja sob risco alto de extinção na natureza. Ressaltamos que a não detecção da espécie nas localidades de Unaí e Paracatu em Minas Gerais devem ser investigadas para verificar o real *status* de conservação dessas populações e seu significado para a espécie.

Em Unaí, apesar de ainda possuir uma considerável área remanescente de vegetação, dentro da AOO, os pequenos reservatórios formados pelo barramento da vereda do córrego Bebedouro foram convertidos em extensos reservatórios, que subsidiam a ampla cultura irrigada subjacente ao ponto de ocorrência e, consequentemente, inundaram os ambientes

ocupados pela espécie. Tal aspecto só ressalta que nem todo tipo de corpo de água é adequado para a reprodução de anfíbios do Cerrado (BRANDÃO & ARAUJO, 2008).

Verificamos que o ponto de ocorrência de *Boana buriti* em Paracatu sofreu profundas modificações desde o registro original devido à forte exploração agrícola. O ambiente de registro da espécie está assoreado e com presença resíduos de *bags*, proveniente das atividades agrícolas. Mais expedições serão necessárias para avaliar se as populações ainda persistem nas localidades de Minas Gerais. No entanto, nossas observações indicam que a atual condição do ambiente não favorece a conservação da espécie.

### 6.3 Modelagem de distribuição de espécies

O modelo de distribuição potencial para *Boana buriti* apontou alta adequabilidade no entorno dos pontos de ocorrência da espécie, exceto para a localidade-tipo (Unaí-MG) que apresentou baixa adequabilidade ambiental. As áreas de alta adequabilidade também extrapolaram para as regiões serranas do triângulo de Minas, Serra da Canastra e Serra da Mantiqueira localizadas na região sudoeste e sul do estado, onde se distribui a espécie críptica *Boana stenocephala* (CARAMASCHI 1998; SANTOS *et al.*, 2009; FAIVOVICH *et al.* 2021).

Entretanto o SDM estima o nicho ecológico fundamental da espécie, definido como o conjunto de condições nas quais uma população pode persistir (GRINNELL, 1917; HUTCHINSON, 1957), e leva em consideração apenas se as condições ambientais são favoráveis para desenvolvimento e manutenção das populações ou não.

O nicho ecológico disponível para uma espécie é diferente no nicho realizado, pois ela não pode ocupar todo o nicho disponível devido às limitações ecológicas, como capacidade de dispersão, interações com outras espécies (HUTCHINSON, 1957), barreiras geográficas naturais, modificações antrópicas no uso do solo que podem isolar populações, dentre outros. O algoritmo desconsidera essas limitações, que são fatores que impedem a ocorrência de *Boana buriti* nas áreas previstas como adequadas para sua ocorrência.

As áreas adequadas previstas também se sobreponem às áreas de ocorrência de *Boana polytaenia* no sul de minas, com *B. cipoensis* na região central na Serra do Cipó e com *B. guarinimirim* na porção sul da Serra do Espinhaço. Os dados disponíveis na literatura sobre a biologia do Clado *B. polytaenia* indicam que as espécies de ocorrência no Cerrado e da Mata

Atlântica utilizam de habitats reprodutivos semelhantes (LUTZ, 1973; MENIN *et al.*, 2004; TOLLEDO).

A seleção de nichos semelhantes pode ser explicada pelo Conservadorismo de Nicho Filogenético (HARVEY & PAGEL, 1991), definido pela tendência de linhagens reterem características ecológicas ancestrais (RICKLEFS & LATHAM, 1992; PETERSON, et al., 1999; WIENS & GRAHAM, 2005), restringindo a expansão de espécies intimamente relacionadas para novos nichos (LOSOS, 2008). Com isso, não é raro que espécies similares tenham requerimentos ambientais semelhantes (BANDEIRA *et al.*, 2021)

*Boana stenocephala* por exemplo, foi registrada em ambientes similares aos locais de ocorrência de *B. buriti*, vocalizando nas margens de lagoas artificiais em campos abertos de altitude, nos municípios de Rio Paranaíba, Sacramento, Pratinha, Nova Ponte e Poços de Caldas, no estado de Minas Gerais (SANTOS *et al.*, 2009; observação pessoal, Feio RN comunicação pessoal), esses ambientes são incomuns nos habitats onde as espécie ocorrem, formados por modificações antrópicas e ambas fizeram a seleção desses ambientes como sítios reprodutivos.

Entretanto, *B. stenocephala* também se reproduz ao longo de riachos dentro de áreas úmidas áreas preservadas e antropizadas (SANTOS *et al.*, 2009, observação pessoal). A ocorrência de *B. buriti* nesses ambientes era desconhecida até o registro na localidade de Cristalina, onde em um dos pontos foi registrada em atividade de vocalização nas margens de riachos de leito rochoso, em contraste com todas as áreas de ocorrência conhecidas anteriormente.

Dante disso, nossos resultados, obtidos através da previsão de áreas de adequabilidade, são úteis para direcionar esforços amostrais em busca de novos registros de ocorrência de *B. buriti*. Além disso, também fornecem informações sobre áreas de maior adequabilidade dentro da Extensão de Ocorrência (EOO) e Área de Ocupação (AOO) da espécie, que são critérios para a classificação do *status* de ameaça da espécie.

Entretanto, dentro das poligonais de AOO e EOO, existem áreas que não correspondem ao nicho fundamental da espécie e áreas onde o nicho fundamental está comprometido devido à intensa modificação antrópica, o que restringe as áreas disponíveis para *B. buriti*. Mesmo assim, as áreas de adequabilidade previstas podem ser úteis para direcionar futuras expedições de campo e para revisões do status de ameaça da espécie, diante do registro de novas localidades de ocorrência

O modelo preditivo de distribuição potencial não foi capaz de fornecer informações sobre os limites de distribuição com sua espécie críptica *B. stenocephala*. Esse resultado pode ser interpretado pelo nicho conservado entre espécies do clado. No entanto, novos estudos precisam ser conduzidos para confirmar essa informação.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASTOS, R. P. et al. *Boana buriti* (Caramaschi & Cruz, 1999). Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade - SALVE, 2023. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br>. DOI: 10.37002/salve.ficha.19110. Acesso em: 18 mar. 2025.
- BANDEIRA, L. N.; VILLALOBOS, F.; WERNECK, F. P.; PETERSON, A. T.; ANCIÃES, M. Different elevational environments dictate contrasting patterns of niche evolution in Neotropical Pithecopus treefrog species. *Biotropica*, v. 53, n. 4, p. 1042-1051, 2021.
- BLAIR, W. Frank. Mating call in the speciation of anuran amphibians. *The American Naturalist*, v. 92, n. 862, p. 27-51, 1958.
- BRAGA, L. R. A.; BRANDÃO, R. A.; COLLI, G. R. Amphibia, Anura, Hylidae, *Hysiboas buriti* (Caramaschi & Cruz, 1999). Distribution update and map. *Check List: A Journal of Species Lists and Distribution*, v. 6, p. 232-233, 2010.
- BRANDÃO, R. A.; ARAÚJO, A. F. Changes in anuran species richness and abundance resulting from hydroelectric dam flooding in Central Brazil. *Biotropica*, v. 40, n. 2, p. 263-266, 2008.
- BARAQUET, M. et al. Geographic variation in the advertisement call of *Hypsiboas cordobae* (Anura, Hylidae). *Acta Ethologica*, v. 18, p. 79-86, 2015.
- BATISTA, V. G.; GAMBALE, P. G.; LOURENÇO-DE-MORAES, R.; CAMPOS, R. M.; BASTOS, R. P. Vocalizations of two species of the *Hypsiboas pulchellus* group (Anura: Hylidae) with comments on this species group. *North-Western Journal of Zoology*, v. 11, p. 253-261, 2015.
- BERNAL, M. H.; GUARNIDO, C.; LÜDDECKE, H. Geographic variation in advertisement call and genetic structure of *Colostethus palmatus* (Anura, Dendrobatidae) from the Colombian Andes. *Herpetologica*, v. 61, n. 4, p. 395-408, 2005.
- CAORSI, V. Z. et al. Correction: Effects of traffic noise on the calling behavior of two Neotropical hylid frogs. *PLOS ONE*, v. 13, n. 5, p. e0197632, 2018.
- CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. A. G. Duas espécies novas do grupo de *Hyla polytaenia* Cope, 1870 do Estado de Minas Gerais, Brasil (Amphibia, Anura, Hylidae). *Boletim do Museu Nacional, Série Zoologia*, n. 403, p. 1-10, 1999.
- CARVALO, T. R.; GIARETTA, A. A. Bioacustics reveals two new syntopic species of *Adenomera Steindachneri* (Anura: Leptodactylidae: Leptodactylinae) in the Cerrado of central Brazil. *Zootaxa*, v. 3731, p. 533-551, 2013.

COCROFT, R. B.; RYAN, M. J. Patterns of advertisement call evolution in toads and chorus frogs. *Animal Behaviour*, v. 49, p. 283-303, 1995.

DEL PRETTE, A. C. H. et al. Combining predictive distribution methods and life history to reduce geographic distribution shortfalls for two rocky Cerrado endemic leaf frogs. *Journal for Nature Conservation*, v. 82, p. 126731, 2024.

DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. *Biology of Amphibians*. New York: McGraw-Hill, 1986. 670 p.

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

FAIVOVICH, J. et al. Phylogenetic relationships of the *Boana pulchella* Group (Anura: Hylidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 155, p. 106981, 2021.

FORTI, L. R. et al. Can treefrog phylogeographical clades and species phylogenetic topologies be recovered by bioacoustical analyses? *PLOS ONE*, v. 12, n. 2, 2017.

FORTI, L. R.; LINGNAU, R.; BERTOLUCI, J. Acoustic variation in the advertisement call of the Lime treefrog *Sphaenorhynchus caramaschii* (Anura: Hylidae). *Vertebrate Zoology*, v. 67, n. 2, p. 197-205, 2017.

GAMBALE, P.; SIGNORELLI, L.; BASTOS, R. Individual variation in the advertisement calls of a Neotropical treefrog (*Scinax constrictus*). *Amphibia-Reptilia*, v. 35, p. 271-283, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1163/15685381-00002949>.

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

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

IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2024-2. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 18 mar. 2025.

ZAR, J. H. *Biostatistical Analysis*. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999.