



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE  
AMBIENTES AQUÁTICOS CONTINENTAIS

RENATA MAYARA CAMPOS

**Comunicação acústica e aspectos reprodutivos em *Hypsiboas caingua*  
(Carrizo, 1990) (Anura: Hylidae) no sul do Brasil**

Maringá  
2015

RENATA MAYARA CAMPOS

**Comunicação acústica e aspectos reprodutivos em *Hypsiboas caingua*  
(Carrizo, 1990) (Anura: Hylidae) no sul do Brasil**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.  
Área de concentração: Ciências Ambientais

Orientador: Prof. Dr. Rogério Pereira Bastos

Maringá  
2015

"Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)"  
(Biblioteca Setorial - UEM. Nupélia, Maringá, PR, Brasil)

- C198c Campos, Renata Mayara, 1990-  
Comunicação acústica e aspectos reprodutivos em *Hypsiboas caingua* (Carrizo, 1990) (Anura: Hylidae) no sul do Brasil / Renata Mayara Campos. -- Maringá, 2015.  
44 f. : il. (algumas color.).
- Dissertação (mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)--  
Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2015.  
Orientador: Prof. Dr. Rogério Pereira Bastos.
1. *Hypsiboas caingua* (Carrizo, 1990) (Anura: Hylidae) "perereca" - Comunicação acústica - Paraná (Estado). 2. *Hypsiboas caingua* (Carrizo, 1990) (Anura: Hylidae) "perereca" - Comportamento reprodutivo - Paraná (Estado). I. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais.

CDD 23. ed. -597.87821594098162  
NBR/CIP - 12899 AACR/2

RENATA MAYARA CAMPOS

**Comunicação acústica e aspectos reprodutivos em *Hypsiboas caingua*  
(Carrizo, 1990) (Anura: Hylidae) no sul do Brasil**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Rogério Pereira Bastos  
Universidade Federal de Goiás (UFG) (Presidente)

Prof. Dr. Natan Medeiros Maciel  
Universidade Federal de Goiás (UFG)

Prof. Dr. João Carlos Batista da Silva  
Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Aprovada em: 28 de agosto de 2015.

Local de defesa: Anfiteatro do Nupélia, bloco H-90, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

À minha família, razão fundamental do meu ser.

## AGRADECIMENTOS

Início os agradecimentos por meus pais, que sempre primaram pela nossa educação. Mãe Renata, espero não ter herdado somente o nome igual ao teu, mas todas as coisas boas que vejo em ti, inclusive a vontade de lecionar; Pai Marciano, do qual herdei a vontade de fazer as coisas darem certo mesmo frente as incertezas e outras qualidades, obrigada por além de me oferecerem a oportunidade de estudar, sempre estarem presentes. Sou muito feliz por isso e por contar com o apoio de todo o restante da família (Vó Inez, Vó Mara, Vô Alfredo, Tios Ricardo, Heligton, Henrique, Paulinho e Cleverson, tias e primos) e assim, desfrutarmos momentos de alegria juntos.

À minha irmã Melissa (Mê) por todo o convívio, mesmo que não concordamos em muitas coisas, sua ajuda nos últimos tempos foi fundamental, inclusive me ajudando com correção de trabalhos dos alunos para eu poder escrever e que tudo desse certo. Espero que assim como a Biologia foi onde me encontrei, que ela possa ser sua razão de se orgulhar em ter uma carreira. Que nesses teus passos iniciais na Bio, em algum momento eu lhe sirva de inspiração para tentar melhorar sempre. Com certeza não compartilhamos apenas a carreira.

Agradeço ao Prof. Dr. Rogério Pereira Bastos por aceitar a tarefa da orientação, mesmo não podendo ser realizado cada passo como gostaria, muito obrigada por tudo, principalmente em tornar isso possível.

Uma vez iniciados os estudos e, principalmente dentro da Universidade, agradeço aos professores que incentivaram a continuação em realizar e concluir a Pós-graduação. Ana Lucia Olivo Rosas Moreira foi uma dessas pessoas, sempre me induzindo a pensar criticamente. Obrigada.

Agradeço à coordenação, corpo docente e estrutura administrativa do Programa por todo suporte, compreensão e, sobretudo, pela produção de novos conhecimentos e oportunidades proporcionadas.

Aos poucos, mas sempre parceiros colegas de “laboratório/salinha”, Vinícius, Priscilla, Ricardo e Fabrício, sou imensamente grata por toda a ajuda desde os momentos iniciais na área. Obrigada pelos ensinamentos em campo, pela viabilização de materiais, pelos conselhos e momentos de partilha, e todo tipo de ajuda prestada. Agradeço em especial ao Vinícius e ao Ricardo pela colaboração nos sonogramas e audiospectrogramas para o trabalho. Tenho um carinho especial por cada um de vocês, e sinto por nos últimos tempos não podermos conviver tanto.

A todos os meus colegas de turma, obrigada pelas experiências compartilhadas. Em especial, Dan e Zé, com vocês a caminhada se tornou mais leve e nos levou mais longe.

Pela ajuda nas coletas, agradeço ao meu pai, ao Anacreone, ao Luciano e ao Ricardo por me acompanharem e literalmente irem para o brejo comigo em busca dos anfíbios.

Agradeço ao Luciano, que além da ajuda em campo, me auxiliou em todas as análises e escrita da dissertação e, sobretudo, a buscar ser uma pessoa melhor sempre. Sua dedicação e amor à ecologia e a ensinar, além do olhar humano e coração enorme que tem, são os maiores incentivos e apoio, sem os quais muitas coisas não seriam possíveis.

Agradeço ainda ao Anacreone por todos os momentos de partilha, parceria e companheirismo incondicional. Qualquer tentativa de agradecimento seria insuficiente para expressar minha gratidão por tudo.

Aos amigos Monica e Ramon, obrigada pelos ótimos momentos juntos, mesmo que nos últimos tempos tenham sido raros, nem as necessidades e compromissos individuais podem diminuir o sentimento verdadeiro que construímos.

Agradeço às escolas em que leciono por toda a compreensão e ajuda para conciliar todas as atividades nessas etapas finais.

Agradeço a toda estrutura do Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais (PEA) e a instituição Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de fomento e incentivo a pesquisa.

A todos os envolvidos, seja de qualquer forma para que o trabalho acontecesse, desde os primeiros contatos em busca das *Hypsiboas caingua*: Muito obrigada! Sem cada um de vocês nada disso seria possível.

Por fim, agradeço a Deus e à natureza em toda sua imensidão. Seus encantos são a razão desse trabalho e de vida.

“Ao experimentar a solidariedade para com todo universo, libertamo-nos do hábito crônico de pensar que somos apenas fragmentos desconexos”.

(JOHN BRIGGS & F. DAVID PEAT)

## **Comunicação acústica e aspectos reprodutivos em *Hypsiboas caingua* (Carrizo, 1990) (Anura: Hylidae) no sul do Brasil**

### **RESUMO**

A comunicação acústica é a principal estratégia utilizada durante a reprodução pelos anuros, e tem papel importante na atração de fêmeas, na organização social, no recrutamento de indivíduos para o coro, na manutenção do espaçamento entre machos e na defesa do território. Variações nas vocalizações podem ocorrer em função de fatores ambientais, de características morfológicas dos machos, e/ou devido ao contexto social. Investigou-se o repertório vocal de *Hypsiboas caingua* e a influência da temperatura, da umidade relativa, das características morfológicas e da distância entre machos nos seus parâmetros acústicos. Adicionalmente, também fornece informações, ainda não descritas, sobre o comportamento reprodutivo da espécie. As observações foram realizadas durante os meses de dezembro de 2013 a fevereiro de 2014, e outubro de 2014 a março de 2015, em áreas de várzea, no município de Tuneiras do Oeste, noroeste do estado do Paraná. Cantos de 25 indivíduos foram analisados, totalizando 183 gravações. Os machos gravados emitiram duas vocalizações distintas: cantos de anúncio e cantos agressivos. Os parâmetros acústicos dos cantos de anúncio e agressivo diferiam entre si e variaram entre indivíduos. Para o canto de anúncio a frequência dominante e o intervalo entre cantos correlacionaram-se positivamente com a umidade relativa; a massa e o comprimento rostro-cloacal (CRC) dos machos negativamente com o intervalo entre notas; e, o CRC e o tamanho dos indivíduos positivamente com a duração da nota B. No canto agressivo, apenas a massa correlacionou-se negativamente à duração do canto. Os parâmetros espectrais do canto de anúncio variaram menos que os temporais, tanto inter quanto intraindividual, sendo classificados como estáticos ou intermediários e os temporais como dinâmicos. Para o canto agressivo todos os coeficientes de variação entre indivíduos foram classificados como estáticos, enquanto que para o coeficiente intraindividual, apenas a frequência dominante foi estática, e as demais variáveis, dinâmicas. Os parâmetros do canto de anúncio (frequência dominante, duração do canto e intervalo entre cantos), podem contribuir para o reconhecimento específico entre indivíduos do que os parâmetros do canto agressivo, em que apenas a frequência dominante variou mais entre indivíduos do que intraindividualmente.

**Palavras-chave:** Canto de anúncio. Canto agressivo. Frequência dominante. Variações individuais. Grupo *Hypsiboas pulchellus*.

## **Acoustic communication and reproductive aspects in *Hypsiboas caingua* (Carrizo, 1990) (Anura: Hylidae) in southern Brazil**

### ***ABSTRACT***

The acoustic communication is the main strategy used during reproduction by anuran species, and plays an important role in attracting females, social organization, recruiting individuals for the choir, in maintaining the spacing between males and defense of the territory. Changes in vocalizations may occur due to environmental factors, morphological characteristics of males, and/or because of the social context. The study aimed to describe the vocal repertoire of *Hypsiboas caingua* and investigate whether there is influence of temperature, relative humidity, the morphological characteristics and the distance between males in their acoustic parameters. Additionally, it also provides information, not yet described, on the reproductive behavior of the species. Observations were carried out during the months from december 2013 to february 2014 and from october 2014 to march 2015, in swamps areas in the municipality Tuneiras do Oeste, northwest of Parana state. Calls of 25 individuals were analyzed, totaling 183 recordings. Recorded males emitted two distinct vocalizations: advertisement and aggressive calls. The acoustic parameters of the advertisement and aggressive calls differed one each other and varied among individuals. For the advertisement call the dominant frequency and the interval between calls were positively correlated with relative humidity; the mass of males and snout-vent length (SVL) negatively with the interval between notes; and the SVL and the size of the individuals positively with the duration of the note B. To aggressive call, only the mass was negatively correlated to the call duration. The spectral parameters of the advertisement call varied less than the temporal, both inter- and intra-individual and were classified as static or intermediaries, while temporal parameters as dynamics. To aggressive call, all inter-individual coefficients of variation were statics, whereas for intra-individual coefficient, only the dominant frequency was static and other variables, dynamics. The parameters of the advertisement call (dominant frequency, call duration and interval between calls) may perform best for specific recognition between individuals than the aggressive call parameters, where only the dominant frequency varied more among individuals than intra-individually.

**Keywords:** Advertisement call. Aggressive call. Dominant frequency. Individual variations. *Hypsiboas pulchellus* group.

Dissertação elaborada e formatada  
conforme as normas da publicação  
científica *Herpetological Journal*.  
Disponível em: <<http://www.thebhs.org>>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	12
2.1 ESPÉCIE ESTUDADA .....	12
2.2 ÁREA DE ESTUDO .....	13
2.3 PROCEDIMENTOS GERAIS .....	15
2.4 ANÁLISE DOS DADOS.....	17
<b>3 RESULTADOS</b> .....	19
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	29
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	37
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	39

## 1 INTRODUÇÃO

A biologia dos anuros pode ser abordada por meio de estudos do comportamento reprodutivo, da vocalização, da distribuição espacial e sazonal, da defesa de território, da biogeografia e da evolução (Wells, 1977; Duellman & Trueb, 1986). Em relação à reprodução, sabe-se que em regiões tropicais, as espécies comumente apresentam períodos reprodutivos prolongados, gerando agregações coespecíficas para o acasalamento e exploração de recursos, onde os machos disputam entre si, sítios de vocalização, reprodução e oviposição (Wells, 1977; Bastos & Haddad, 2002; Bee & Gerhardt, 2001).

A utilização de diferentes canais acústicos pelos anuros é vista primeiramente como o principal fator de isolamento reprodutivo (Pombal Jr., 1997), garantindo o reconhecimento coespecífico (Duellman & Trueb, 1986; Abrunhosa et al., 2001). Entretanto, a modulação nas propriedades acústicas, juntamente com a utilização diferencial dos recursos parecem ser os principais mecanismos de segregação individual nas agregações reprodutivas (Cardoso et al., 1989). Sendo assim, o uso dos diferentes canais acústicos juntamente com as variações interindividuais do canto são os principais mecanismos de comunicação utilizados durante a reprodução, e tem papel importante na atração de fêmeas, na organização social, no recrutamento de indivíduos para o coro, na manutenção do espaçamento entre machos e na defesa do território (Wells, 1977; Schwartz & Wells, 1983; Murphy & Floyd, 2005).

O canto de anúncio é a vocalização mais comum emitida pelos anuros, o qual permite que as fêmeas se orientem na identificação e escolha de machos coespecíficos, transmitindo informações sobre seu estado fisiológico (Gerhardt, 1994). Os cantos agressivos são outra forma de comunicação entre machos (Murphy & Floyd, 2005), sua emissão geralmente ocorre com a aproximação de outro macho coespecífico, cuja função é manter os competidores afastados e assim assegurar seu território e aumentar a probabilidade de sucesso reprodutivo (Krebs & Davies, 1996). Outras vocalizações menos comuns também podem ser encontradas,

como canto de encontro (e.g., Scroggie & Littlejohn, 2005), agonístico (e.g., Bourne, 1992) e de corte (e.g., Lingnau & Bastos, 2007), constituindo o repertório vocal de uma espécie.

Os sinais acústicos podem ser decompostos em propriedades temporais e espectrais. Os parâmetros temporais são mais facilmente influenciados por fatores ambientais e sociais e são passíveis de modificação direta e ativa pelo indivíduo, enquanto os parâmetros espectrais como a frequência dominante e presença de harmônicos são mais relacionados aos fatores morfológicos, que são geralmente limitados pelo tamanho e estado fisiológico do aparato vocal (Martin, 1972). Em anuros as fêmeas parecem apresentar preferência por cantos mais complexos, com maior número de notas, pulsos ou taxa de repetição (Schwartz & Wells, 1983; Gerhardt, 1991), em detrimento a cantos territoriais (Marshall et al., 2003) que por sua natureza defensiva não primam de função atrativa. Assim, variações interindividuais nas propriedades acústicas são importantes para o reconhecimento coespecífico e a discriminação entre os machos vocalizantes (Bee & Gerhardt 2001; Gasser et al., 2009), permitindo assim que as fêmeas selecionem seus parceiros por meio das informações contidas nas vocalizações.

Variações individuais no canto podem ocorrer em função de fatores ambientais, como temperatura e umidade do ar (Bastos & Haddad, 1995; Lingnau & Bastos, 2007); características morfológicas dos machos, como o tamanho corporal (Guimarães & Bastos, 2003; Silva et al., 2008) e/ou devido ao contexto social, como a densidade de machos e a distância entre machos no coro (Wells, 1988; Bastos et al., 2011). Neste sentido, são comumente esperadas correlações negativas entre o comprimento rostro-cloacal e a frequência dominante (Toledo & Haddad, 2005; Bastos et al., 2011), bem como correlações positivas entre características temporais do canto (e.g., taxa de repetição, número de pulsos e duração dos cantos) e a temperatura e umidade do ar (Pröhl, 2003; Lingnau & Bastos, 2007). Ademais, em resposta à aproximação de outros machos competidores, os machos podem aumentar a intensidade do canto (Bastos et al., 2011), ou mesmo mudar suas propriedades

acústicas, diminuindo a frequência dominante e/ou a taxa de repetição de pulsos (Wells & Schwartz, 1984), já que isso pode omitir informações sobre seu estado físico, as quais gerariam vantagens ao serem utilizadas pelos machos intrusos para a emissão direcional de seus sinais (Wells, 2007).

*Hypsiboas caingua* é um hilídeo neotropical, com preferência por habitats de florestas tropicais ou subtropicais e áreas abertas, em várzeas de pequenos riachos (Scott et al., 2015) e apresenta similaridades acústicas e comportamentais com outros membros da família Hylidae, especificamente do grupo de *H. pulchellus* ao qual pertence (Carrizo, 1990). Entretanto, essa espécie teve as propriedades acústicas de seu canto, descrita, apenas recentemente (Batista et al., no prelo), baseado na amostragem de sete indivíduos, sem a caracterização de suas variações individuais. Neste sentido, o objetivo do trabalho foi descrever o repertório vocal de *H. caingua* e verificar a modulação de seus sinais acústicos de acordo com as condições ambientais, morfológicas e do contexto social, em que os indivíduos estão inseridos. Adicionalmente, fornecer informações, ainda não descritas, sobre o comportamento reprodutivo da espécie e testar as relações entre as variáveis preditoras e as propriedades do canto para responder às seguintes perguntas: i) os parâmetros acústicos dos cantos de anúncio e agressivo diferem entre si e variam entre indivíduos? ii) as características morfológicas, a temperatura, a umidade do ar e a distância entre machos influenciam os parâmetros acústicos? iii) a variação nos parâmetros acústicos é maior intra ou interindividualmente?

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. ESPÉCIE ESTUDADA

*Hypsiboas caingua* (Fig. 1) é uma espécie da família Hylidae cujos *habitats* naturais são florestas tropicais ou subtropicais, mas devido à fragmentação ambiental, principalmente em virtude da agricultura e pecuária, têm sido mais comumente encontrada em áreas abertas. Sua reprodução ocorre em áreas alagadas ou sazonalmente úmidas ou inundadas como várzeas de pastagens e riachos presentes no interior das florestas e áreas de campos (Scott et al., 2015). Foi descrita por Carrizo (1990), a partir de exemplares considerados até aquele momento, como indivíduos de *Hypsiboas politaenius* (Cope, 1987). O holótipo da espécie foi registrado para a província de Misiones, com registros posteriores para Corrientes no nordeste da Argentina (Langone, 1993; Lavilla & Cei, 2001). Sua distribuição foi ampliada para o leste do Paraguai (Brusquetti & Lavilla, 2006), e sudeste, sul e centro-oeste do Brasil. A espécie não é considerada ameaçada, apesar de ocorrer em populações fragmentadas e, no Brasil, há registros de sua ocorrência para o Rio Grande do Sul (Garcia & Vinciprova, 1998); São Paulo (Melo et al., 2007; Condez et al., 2009; Brassaloti et al., 2010; Araújo & Almeida-Santos, 2011); Mato Grosso do Sul (Souza-Filho & Lima, 2012); Paraná (Batista et al., 2013); e, recentemente, Santa Catarina (Rocha Jr. & Giasson, 2014). No Brasil, a distribuição conhecida de *H. caingua* está dentro dos biomas Cerrado, Mata Atlântica e Pampa.

A espécie pertence ao grupo de *Hypsiboas pulchellus* que abrange 37 espécies (Faivovich et al., 2005). Este grupo é caracterizado por apresentarem corpo moderadamente robusto, focinho curto e arredondado com a parte superior da cabeça plana. Machos possuem músculos hipertrofiados no antebraço e prepólex desenvolvido. As espécies do grupo também são caracterizadas por ter uma linha de cor clara acima do lábio e uma linha de coloração escura dorsolateral (Duellman et al., 1997).

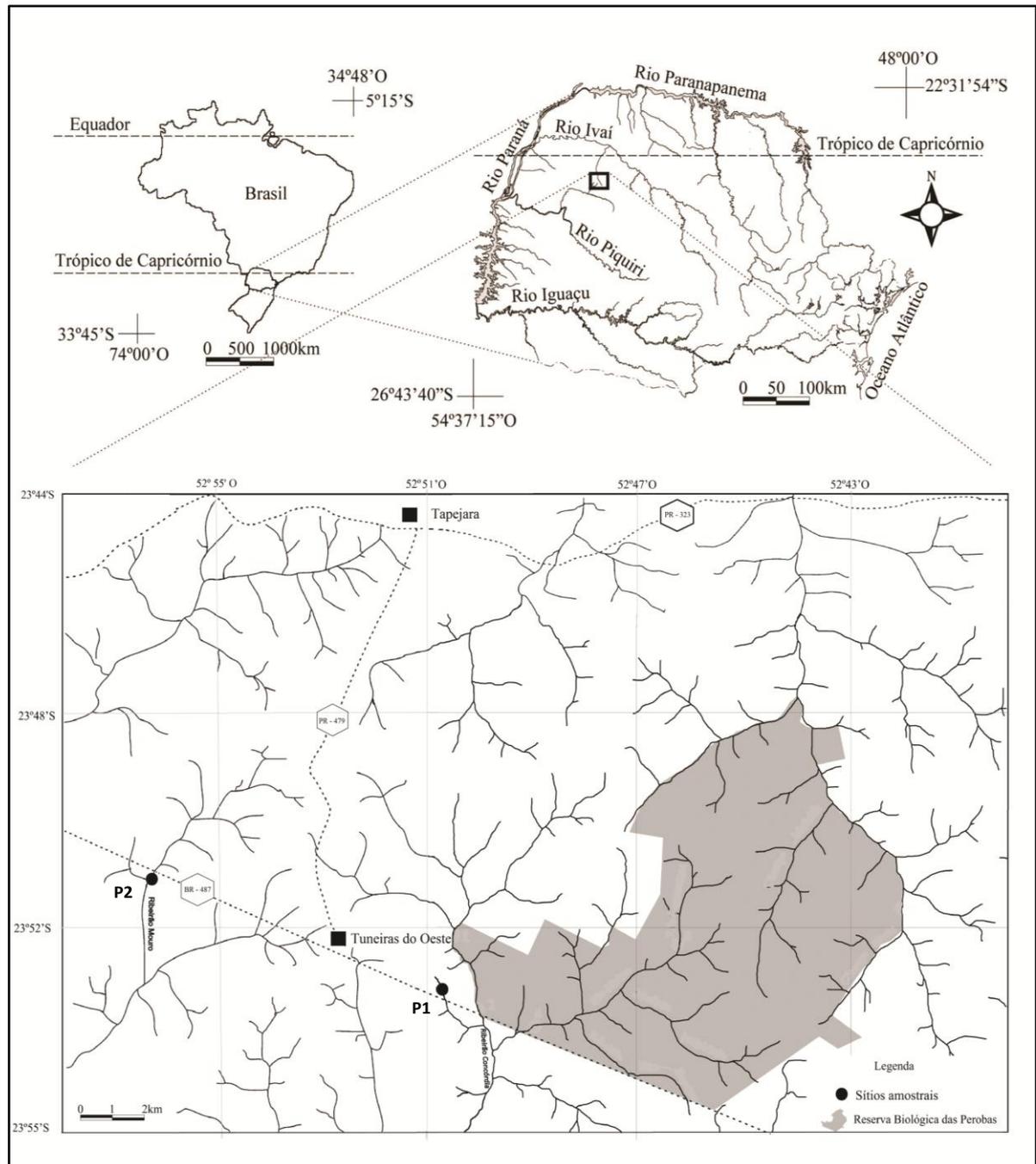


**Fig. 1.** Macho de *Hypsiboas caingua* em poleiro localizado em área de várzea no município de Tuneiras do Oeste, estado do Paraná. Fonte: do autor, 2015.

## 2.2. ÁREA DE ESTUDO

As observações de campo de *Hypsiboas caingua* foram realizadas em duas áreas de várzea, adjacentes a BR-487, no município de Tuneiras do Oeste, região noroeste do estado do Paraná, sul do Brasil (Fig. 2). Para as análises da bioacústica os dados foram adquiridos no ponto 1 (coordenadas 23°52'45"S e 52°50'34'O), o qual caracteriza-se por ser uma pequena área de várzea (~1ha) drenada por um riacho de primeira ordem, afluente direto do ribeirão Concórdia, bacia hidrográfica do rio Piquiri (Fig. 2). Embora este ponto se localize próximo de uma das maiores unidades de conservação do estado (Reserva Biológica das Perobas), seu entorno é caracterizado pela intensa atividade agropecuária, especialmente, o cultivo de soja e a criação de gado. Na área úmida adjacente ao riacho, onde se concentraram as amostragens, há predomínio de vegetação arbustiva/herbácea, adaptada a inundações periódicas, como algumas espécies de Ciperáceas, *Ludwigia* sp., *Eichhornia* sp., além da acentuada abundância da gramínea *Brachiaria* sp. Por outro lado, o ponto 2 (coordenadas 23°50'42"S e 52°56'12'O), onde os dados de comportamento reprodutivo foram observados, caracteriza-se por ser uma área ampla de várzea (~5ha), drenada por um riacho de terceira ordem, conhecido como ribeirão Mouro, que assim como no ponto 1, pertence a bacia hidrográfica do rio Piquiri

(Fig. 2). Seu perímetro também é rodeado por cultivos sazonais (e.g., soja, milho), entretanto, a várzea propriamente, é dominada por espécies nativas de capim, como o rabo-de-burro (*Andropogon* sp.), o barba-de-bode (*Aristida* sp.) e o capim Sapê (*Imperata* sp.), além de uma vegetação arbustiva composta por Asteraceae, Cecropiaceae e Onagraceae.



**Fig. 2.** Localização dos pontos amostrais situados em duas áreas de várzea, próximas a cidade de Tuneiras do Oeste, noroeste do Paraná, sul do Brasil. P1 = ponto amostral das análises bioacústicas; P2 = ponto amostral das observações do comportamento reprodutivo. Fonte: do autor, 2015.

A região noroeste do estado do Paraná encontra-se inserida no Bioma Mata Atlântica e na região fitoecológica da Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 2012). O clima local é considerado subtropical úmido, classificado como tipo Cfa, no sistema de Köppen-Geiger (Paula & Rodrigues, 2002), com verões chuvosos e invernos secos. A precipitação média anual varia entre 1400 e 1800 mm, e a temperatura média é de 22°C nos meses mais quentes, e, inferior a 18°C nos meses mais frios (Maack, 2012; Marques, 2004).

### 2.3. PROCEDIMENTOS DE CAMPO

As observações foram realizadas na estação reprodutiva, que coincide com o período de chuvas e a necessidade dos anfíbios por maiores taxas de umidade, durante os meses de dezembro de 2013 a fevereiro de 2014, e outubro de 2014 a março de 2015, iniciando após as 18h00min ou com o início das vocalizações. Para a realização das observações comportamentais foram utilizados os métodos animal focal e registro de todas as ocorrências (Lehner, 1979). Para cada registro, a amostragem teve um período de aproximadamente cinco minutos ou até que determinada atividade se finalizasse, registrando os tipos de comportamentos, vocalizações e o contexto social em que ocorreram. Para diminuir a interferência no comportamento dos indivíduos durante as observações e gravações, filtros vermelhos foram utilizados para iluminação.

Para avaliar o turno de vocalização, realizou-se rondas de hora em hora em toda a extensão das áreas de várzea. Casais em amplexo e fêmeas solteiras foram registrados sempre que avistados. As vocalizações foram gravadas com um gravador Marantz PMD 660 acoplado a um microfone Senheiser ME66 posicionado a 50 cm do macho vocalizante e, posteriormente, transferidas para computador com frequência de entrada de 44 kHz e resolução de 16 bits. A intensidade dos cantos foi aferida utilizando decibímetro a uma

distância de 50 centímetros. Para cada gravação foi tomada a distância para o macho em atividade de vocalização mais próximo, data e horário. A temperatura e a umidade relativa do ar foram aferidas com termohigrômetro, após cada gravação nos seus respectivos sítios de vocalização.

Foram amostrados 25 machos vocalizantes e analisados seis cantos de cada tipo por indivíduo (e.g., de anúncio e agressivo), quando possível. A massa e o comprimento rostro-cloacal (CRC) foram mensurados utilizando balança eletrônica de precisão 0,01 g e paquímetro (precisão 0,02 mm), respectivamente. Posteriormente a tomada destes dados, os espécimes foram fotografados para aplicação do método de captura-recaptura de indivíduos utilizando fotoidentificação. Esta técnica recorre a características corporais naturais na identificação, como marcas físicas ou colorações, para distinguir indivíduos coespecíficos de forma não invasiva, duradoura e econômica, associada ou não a recursos digitais, como softwares para análise de imagens (Frisch & Hobbs, 2007).

Os seguintes parâmetros acústicos foram analisados: duração total do canto (s), o número de notas por canto, duração das notas (s), intervalo entre notas (s), número de pulsos, duração dos pulsos (s); intervalo entre pulsos (s), a taxa de repetição de cantos (cantos/minuto), intensidade, frequência dominante, frequência máxima e mínima, número de harmônicos, frequência de cada harmônico. Os parâmetros acústicos foram analisados no programa Raven Pro 64 1.4 para Windows (Cornell Lab of Ornithology Research Program Bioacoustics Workstation) a 44.1 kHz e no programa Cool Edit Pro 2.1; o audioespectograma foi produzido com uma transformação por Fast Fourier Transform (FFT) de 1024 pontos, overlap de 50% e Hamming window. Os termos relativos à análise bioacústica seguem Wells (2007). Espécimes testemunho serão depositados na Coleção Zoológica da Universidade Federal de Goiás (ZUFG).

## 2.4. ANÁLISE DOS DADOS

Para cada macho, foi obtida uma média dos valores de cada um dos parâmetros acústicos entre os seis cantos analisados e todos os dados foram testados para normalidade e homocedasticidade, seguindo os pressupostos das análises paramétricas, conforme Zar (1999), mas não atingiram tais pressupostos, recorrendo-se a testes não-paramétricos.

Para verificar possíveis diferenças dos parâmetros acústicos entre os cantos de anúncio e agressivo de *H. caingua*, inicialmente foi realizada uma análise de componentes principais (ACP), aplicada sobre a matriz de correlação das variáveis acústicas que foram comuns aos dois cantos (e.g., frequência dominante, duração do canto, taxa de repetição do canto e intervalo entre cantos). O critério adotado para a retenção dos eixos (componentes principais) seguiu o método de aleatorização de *Broken-Stick*, no qual se interpretam somente aqueles eixos que apresentam autovalores maiores do que os gerados ao acaso (Jackson, 1993). Posteriormente, os escores da CPI, significativo, foram testados através de um teste não paramétrico, o teste *U* de Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ), para verificar de forma geral, diferenças nas propriedades acústicas entre os dois cantos.

Para testar a influência das variáveis preditoras, aqui consideradas, as temporais (e.g., temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) e umidade relativa do ar (%)), as das condições corporais (e.g., comprimento rostro-cloacal – CRC, massa corporal e tamanho corporal, esta última, obtida pela multiplicação das duas primeiras) e as do contexto social (e.g., distância do macho mais próximo) sobre os parâmetros acústicos dos cantos de anúncio e agressivo, foram realizadas correlações não paramétricas de Spearman, uma vez que os dados não apresentaram distribuição normal e homogeneidade das suas variâncias.

Para avaliar a variação intra e interindividual, foram calculados os coeficientes de variação para cada parâmetro acústico dos cantos de anúncio e agressivo. Os coeficientes de

variação intraindividuais ( $CV_{INTRA}$ ) foram calculados para cada macho a partir das médias e desvios padrões de seis cantos, determinados aleatoriamente. Os coeficientes interindividuais ( $CV_{INTER}$ ) foram calculados a partir das médias e desvios padrões gerais dos cantos dos indivíduos analisados. Depois de calculados, os coeficientes foram classificados de acordo com Gerhardt (1991) em estáticos ( $CV < 4\%$ ), intermediários ( $4\% < CV < 12\%$ ) ou dinâmicos ( $CV > 12\%$ ). Para localizar onde ocorre a maior variação dos parâmetros acústicos, se é intra ou interindividual, foi calculada a razão entre  $CV_{INTER}$  e  $CV_{INTRA}$  ( $CV_{INTER}/CV_{INTRA}$ ). Se  $CV_{INTER}/CV_{INTRA} > 1$ , então a variação de um determinado parâmetro acústico é maior entre indivíduos do que a variação dentro do indivíduo. Assim, a razão entre  $CV_{INTER}$  e  $CV_{INTRA}$  pode indicar os parâmetros acústicos que possuem a função de reconhecimento específico (Robisson et al., 1993).

A análise de componentes principais foi realizada no aplicativo PAST (*Paleontological Statistic Software*) versão 3.07, sendo os gráficos de dispersão e de barras e o teste  $U$  de Mann-Whitney implementados no programa Statistica (vers. 7.0, Statsoft; [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)), utilizando nível de significância de  $p=0,05$ .

### 3 RESULTADOS

Os machos de *Hypsiboas caingua* iniciaram a atividade de vocalização por volta das 20 horas e 21 horas (e.g., durante horário brasileiro de verão), cerca de uma hora após o pôr-do-sol. De início, as vocalizações foram dispersas com alguns poucos machos emitindo cantos de anúncio ocasionais, entretanto, o pico de atividade, com a maior concentração de machos vocalizando ocorreu sempre por volta da meia noite, decrescendo até por volta das 03 horas, onde os cantos já não eram mais emitidos.

Os machos de *H. caingua* utilizaram como sítios de vocalização, predominantemente, gramíneas (e.g., *Brachiaria* sp.), seguido de outras plantas herbáceas, arbustos e galhos de árvores. A altura média do poleiro esteve entre 50 e 100 cm, com altura mínima de 20 e máxima de 150 cm. Nenhum indivíduo foi encontrado vocalizando afastado do banhado, mas sempre em proximidade ao corpo d'água, na maioria das vezes em poleiros expostos e alguns embrenhados.

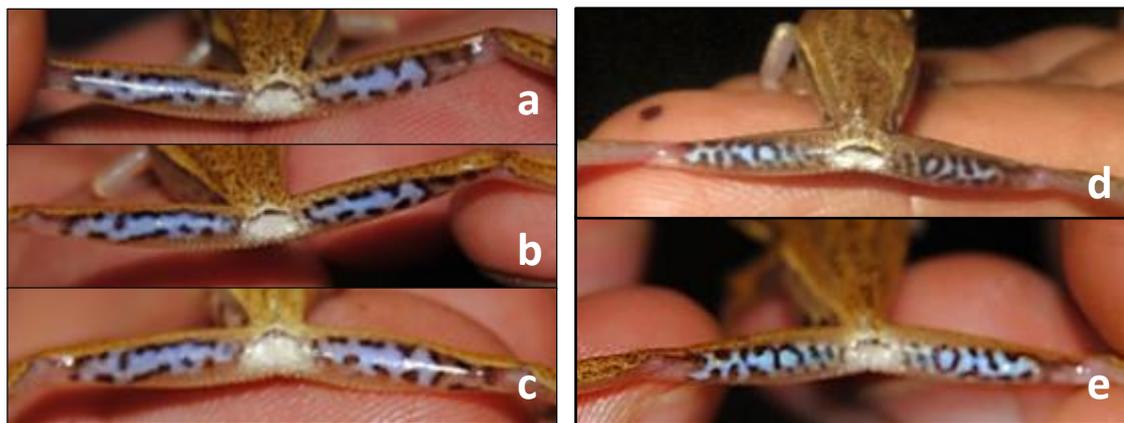
O comprimento rostro-cloacal (CRC) médio dos machos gravados foi de 36,40 mm  $\pm$  2,13 (intervalo: 32,95 – 39,78) e a massa média foi de 1,48 g  $\pm$  0,20 (intervalo: 1,20 – 1,96). Fêmeas e casais em amplexo foram avistados apenas em dias de chuva. Somente duas fêmeas solteiras foram observadas, com massa igual a 3,23 g e 3,63 g e CRC igual a 43,66 mm e 44,68 mm, respectivamente.

As fotografias permitiram a diferenciação dos 25 machos gravados. Destes, apenas dois indivíduos foram recapturados, sendo o primeiro, três vezes e o segundo duas vezes. Os dados de recaptura desses indivíduos, como tamanho, massa corporal e variáveis abióticas estão na tabela 1. Para a análise bioacústica, foi considerada apenas a gravação correspondente à primeira captura.

**Tabela 1.** Variações intraindividuais entre as recapturas de indivíduos de *Hypsiboas. caingua*.

Indivíduo	Recaptura	CRC	Massa	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Distância do macho mais próximo (cm)
1	1	35,26	1,32	22	41	300
1	2	35,95	1,28	25	42	200
1	3	35,21	1,29	24	69	100
2	1	35,52	1,41	23,5	78	100
2	2	35,26	1,32	24	53	120

De acordo com as recapturas foi possível contrastar as imagens obtidas do mesmo indivíduo, verificando as semelhanças e a conservação dos caracteres corporais (Fig. 3), o que permitiu a distinção individual dos demais machos analisados.

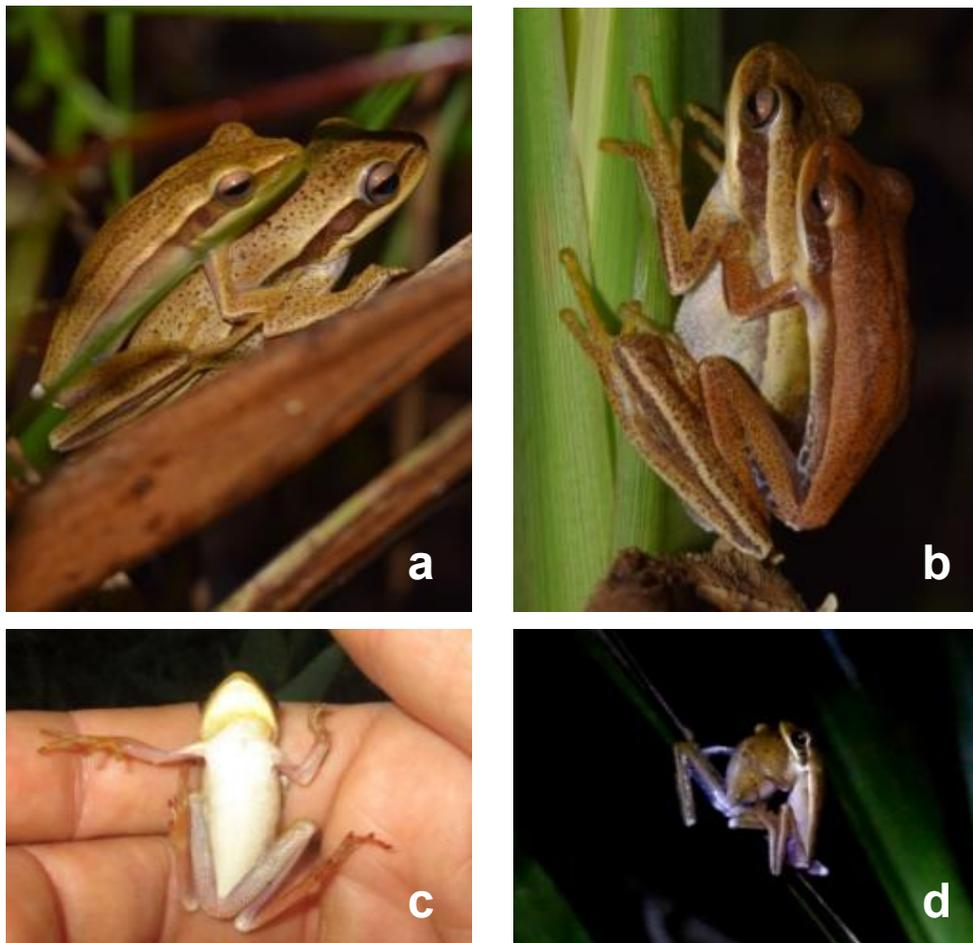


**Fig. 3.** Conservação dos caracteres corporais no indivíduo 1, capturado em três momentos distintos (a, b, c) e no indivíduo 2, capturado em dois momentos distintos (d, e). Fonte: do autor, 2015.

Em relação ao comportamento reprodutivo de *H. caingua* foram observados dois eventos de amplexo. Em um deles havia pelo menos cinco machos no coro, vocalizando na presença de duas fêmeas (avistadas) por mais de uma hora, emitindo cantos de anúncio sempre com mais de uma nota e a intervalos curtos. Um dos machos cantou por vários minutos, em poleiro próximo a água, e de costas para uma das fêmeas que alternou de poleiro algumas vezes em direção a ele, que se virou e continuou cantando na direção dela. A fêmea trocou de poleiro mais duas vezes, se agarrando em uma gramínea em posição vertical e

permitindo a aproximação do macho, que, logo em seguida, tentou amplexo pulando sobre o dorso da fêmea. Então juntos mudaram de local, cada vez mais próximos à água, com o macho vocalizando algumas vezes, em amplexo (Fig. 4a e 4b) e exibindo movimentos dos membros sobre a fêmea.

Comportamentos de tanatose e combate físico também foram observados, uma única vez cada (Fig. 4c e 4d). A tanatose ocorreu no momento de manipulação do indivíduo para mensuração de suas características morfológicas. O indivíduo fingiu-se de morto com o ventre para cima e membros afastados do corpo durante alguns segundos.



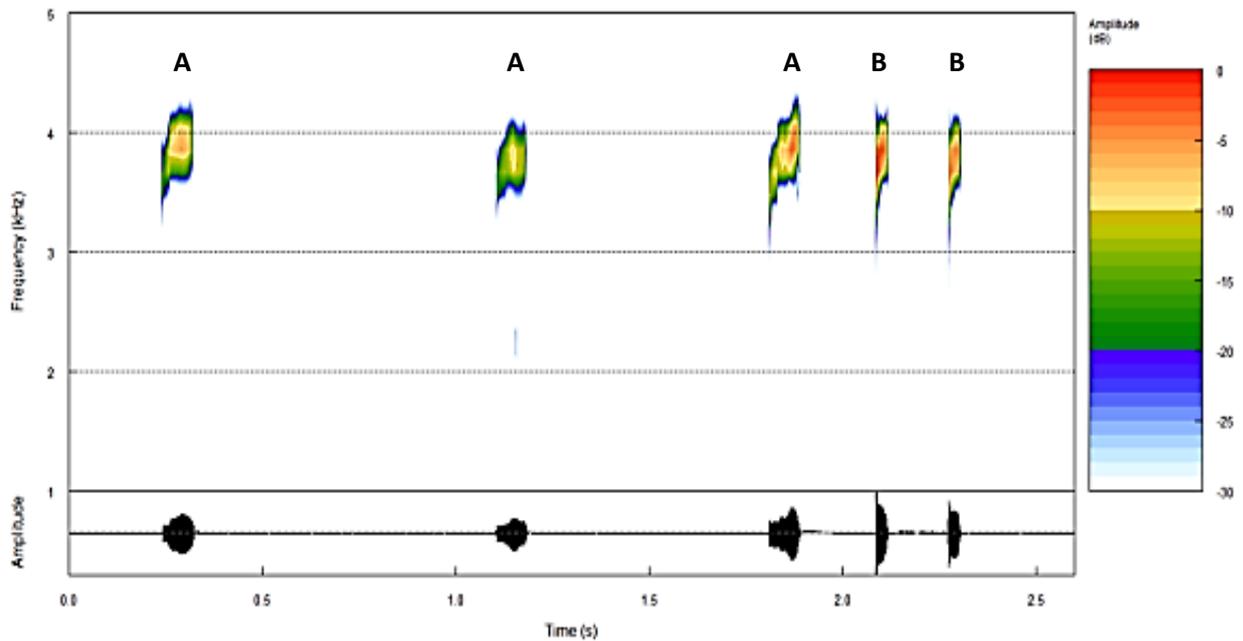
**Fig. 4.** Amplexo de *Hypsiboas caingua*. Os dois casais (a e b) foram registrados em dias diferentes, sobre a vegetação. (c) Indivíduo de *H. caingua* exibindo comportamento de tanatose após ser capturado para mensuração de características morfológicas. (d) Dois machos de *H. caingua* observados em combate físico. Fonte: do autor, 2015.

No combate, dois machos que vocalizavam próximos cerca de 50 cm, trocaram uma série de golpes, à medida que, um dos oponentes realizava várias tentativas de subir no dorso do outro abraçando a região cefálica e, principalmente, a região axilar. Após os contatos físicos, que ocorreram em aproximadamente cinco minutos, os machos alteraram algumas vezes o poleiro, com saltos curtos, até que um deles permaneceu no local e o outro se afastou. Não houve emissão de cantos de anúncio ou agressivo tanto durante quanto após o confronto. Apenas uma vocalização distinta e breve foi emitida, provavelmente se tratava de um canto de soltura, porém não registrado.

Foram registradas duas vocalizações para *H. caingua*: canto de anúncio e canto agressivo (Tabelas 2 e 3). O canto de anúncio composto pelas notas A e B (Fig. 5 e Tabela 2) foi o mais frequente, sendo emitido por todos os machos, com taxa de repetição média de 4,13 cantos por minuto e duração média de 189,2 ms. Os cantos apresentaram de uma a quatro notas e estrutura harmônica, com seis harmônicos. A frequência fundamental coincide com a frequência dominante e varia de 3375,0 a 3937,5 Hz. A temperatura atmosférica média na ocasião das gravações foi de  $24,21\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,44$  (21,7–28,5) e a umidade relativa do ar foi de  $61,52\% \pm 12,04$  (42,0–80,0).

**Tabela 2.** Valores dos parâmetros acústicos do canto de anúncio de *Hypsiboas caingua*.

PARÂMETRO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍNIMO-MÁXIMO
Duração do canto (ms)	189,2	128,8	44,0 – 545,0
Intervalo entre cantos (ms)	14618,0	16148,1	342,0 – 122934,0
Duração da nota A (ms)	89,0	25,0	4,0 – 190,0
Duração da nota B (ms)	42,6	49,8	12,0 – 285,0
Intervalo entre notas (ms)	177,0	106,1	0 – 418,0
Frequência dominante (Hz)	3692,1	130,6	3375,0 – 3937,5
Frequência mínima (Hz)	3592,5	139,9	3375,0 – 3750,0
Frequência máxima (Hz)	3757,5	114,6	3562,5 – 3937,5
Amplitude de frequência (Hz)	165,0	82,4	0 – 375,0
Intensidade (dB)	77,9	3,0	70,8 – 82,8
Taxa de repetição (cantos/min)	4,1	1,9	1,0 – 9,4
Número de harmônicos	6	-	6

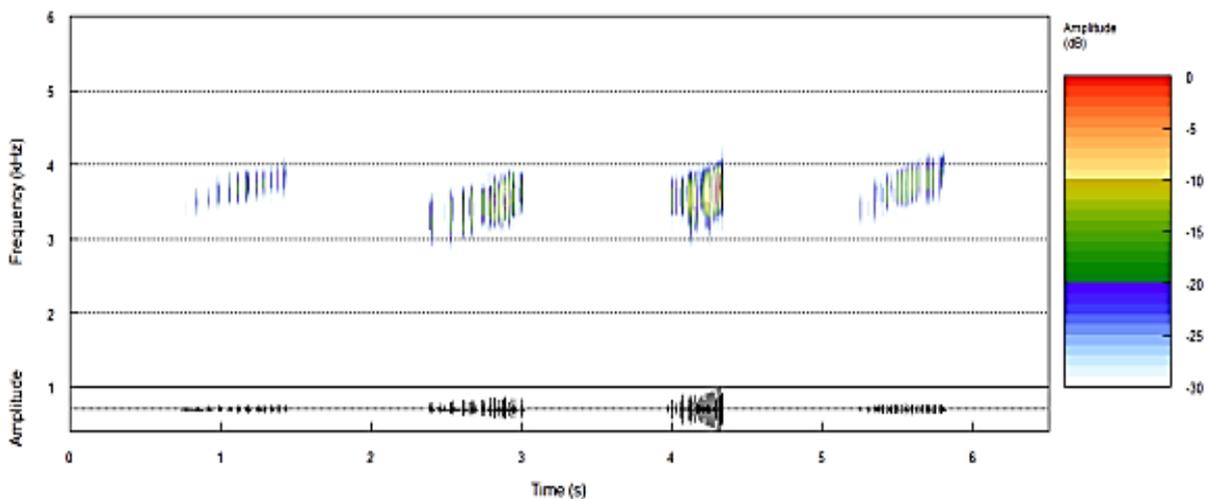


**Fig. 5.** Espectrograma e oscilograma do canto de anúncio de *Hypsiboas caingua*, São mostrados dois cantos de anúncio compostos por apenas uma nota A e um canto composto por uma nota A e uma nota B.

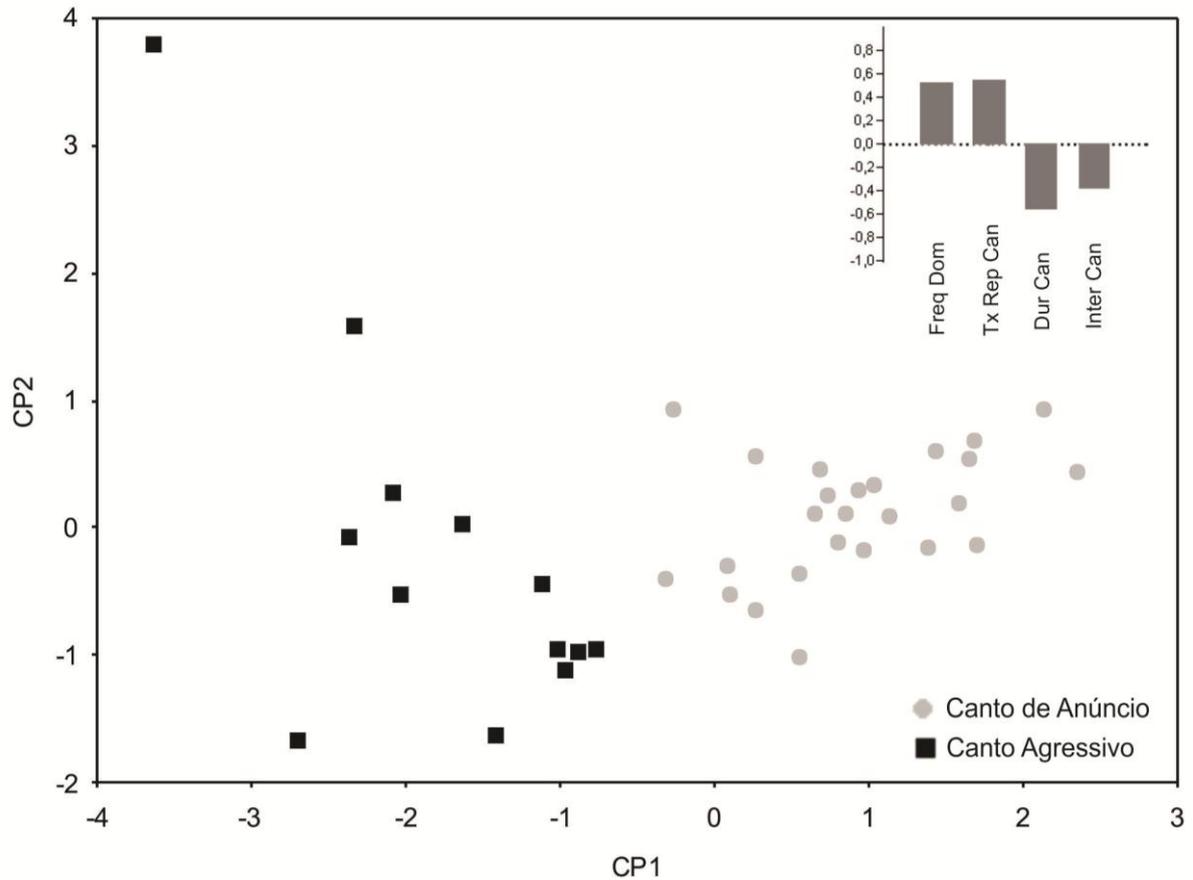
O canto agressivo foi registrado em gravações de 13 machos (Fig. 6 e Tabela 3) e também apresenta estrutura harmônica, variando entre quatro e seis harmônicos. A frequência fundamental e a frequência dominante são iguais, variando de 3187,5 a 3562,5. Trata-se de um canto mais longo do que o canto de anúncio com duração média de 487,1 ms, apresentando uma única nota composta de 4 a 29 pulsos em pequenos intervalos de tempo ( $26,5 \text{ ms} \pm 14,7$ ; 0 – 153). A temperatura atmosférica média na ocasião das gravações foi de  $24,42 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1,94$  (21,7-28,5) e a umidade relativa do ar foi de  $61,15\% \pm 11,58$  (42,0-78,0). O CRC dos machos que emitiram cantos agressivos variou de 32,95 a 39,59 mm ( $36,71 \pm 2,30$ ) e a massa de 1,25 a 1,82g ( $1,45 \pm 0,17$ ).

**Tabela 3.** Valores dos parâmetros acústicos do canto agressivo de *Hypsiboas caingua*.

PARÂMETRO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	AMPLITUDE
Duração do canto (ms)	487,1	147,1	168,0 – 752,0
Intervalo entre cantos (ms)	42120,0	50980,0	558,0 – 164583,0
Número de pulsos	17,5	6,9	4,0 – 29,0
Duração do pulso (ms)	7,2	2,8	0 – 34,0
Intervalo entre pulsos (ms)	26,5	14,7	0 – 153,0
Frequência dominante (Hz)	3494,3	102,9	3187,5 – 3562,5
Frequência mínima (Hz)	3272,7	124,8	3000,0 – 3562,5
Frequência máxima (Hz)	3590,9	149,1	3187,5 – 3937,5
Amplitude de frequência (Hz)	338,7	140,5	187,5 – 562,5
Taxa de repetição (cantos/min)	0,3	0,4	0 – 1,2
Número de harmônicos	6	-	6

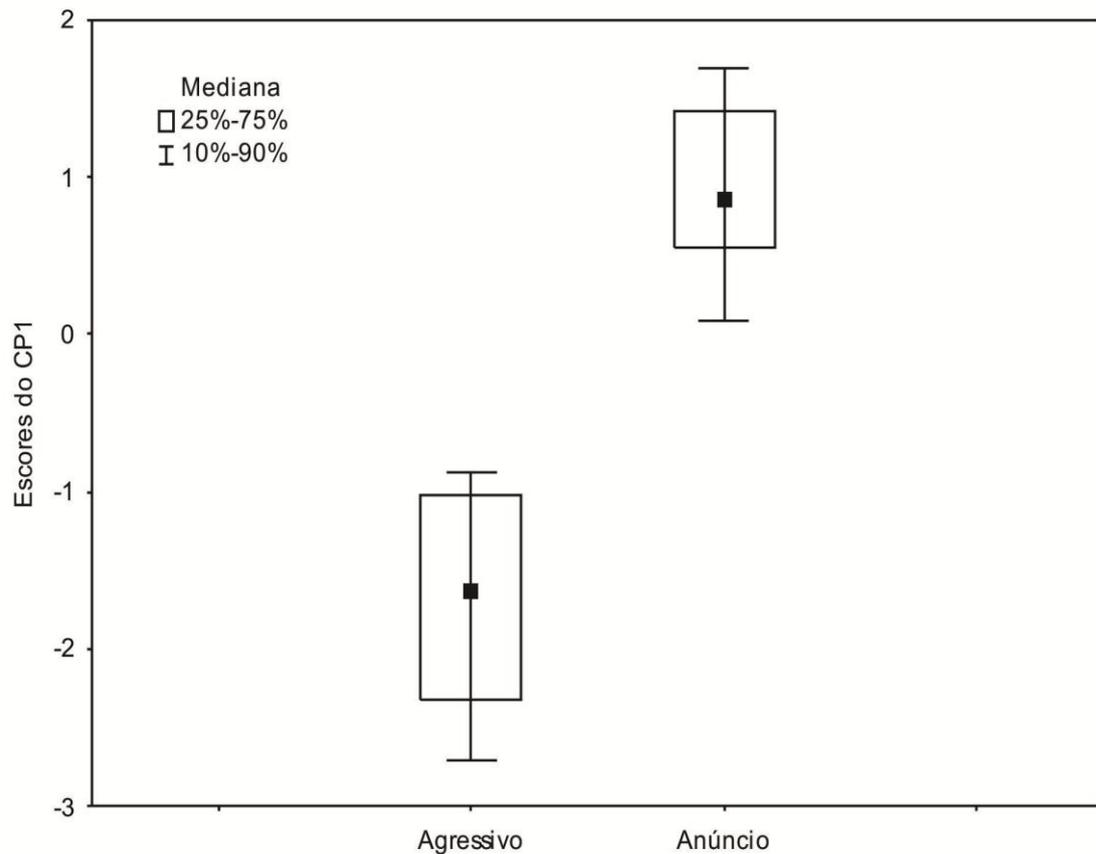
**Fig. 6.** Espectrograma e oscilograma do canto agressivo de *Hypsiboas caingua*. São mostrados 4 cantos, evidenciando sua única nota formada por vários pulsos.

O primeiro eixo da análise de componentes principais (ACP; autovalor 2,22), retido para interpretação pelo critério de *Broken-Stick*, explicou 55,5% da variabilidade total dos dados acústicos (i.e., para aqueles parâmetros acústicos comuns aos dois tipos de canto). O CP1 segregou claramente os parâmetros acústicos do canto de anúncio, com escores positivos, que apresentaram frequência dominante e taxa de repetição do canto maiores, dos parâmetros do canto agressivo, com escores negativos, e duração e intervalo entre cantos maiores (Fig. 7).



**Fig. 7.** Ordenação dos cantos de anúncio e agressivo de *H. caingua* ao longo do gradiente dos parâmetros acústicos produzido pelos dois primeiros eixos da análise de componentes principais (CP1 e CP2), aplicada sobre a matriz de correlação das variáveis do canto. Figura interior mostra correlações de Pearson das variáveis com o CP1. Freq Dom = frequência dominante; Tx Rep Can. = taxa de repetição do canto; Dur Can = duração do canto e Inter Can = intervalo entre cantos.

Através do teste não paramétrico  $U$  de Mann-Whitney, verificou-se diferença significativa entre as medianas dos escores da CP1 ( $U=0,0000006$ ;  $p<0,05$ ; Fig. 8), indicando que as propriedades acústicas do canto de *H. caingua* diferem entre os cantos de anúncio e agressivo.



**Fig. 8.** Mediana e quartis dos valores dos escores do CP1 (componente principal 1) dos parâmetros acústicos do canto de Anúncio e agressivo de *H. caingua*. Quadrado interior indica o 50th percentil (mediana), a caixa abrange 50% dos dados, do 25th ao 75th percentil, e a linha vertical estende para os valores inclusos entre o 10th e o 90th percentil.

Foram verificadas algumas correlações baixas, porém significativas entre as variáveis preditoras e os parâmetros acústicos do canto de anúncio de *H. caingua* (Tabela 4). A frequência dominante e o intervalo entre cantos aumentaram significativamente com o aumento da umidade relativa, enquanto que o intervalo entre notas diminuiu em relação ao aumento da massa e do CRC. Por outro lado, a duração da nota B correlacionou-se positivamente com o CRC e o tamanho dos indivíduos. Destaca-se ainda, que a frequência dominante foi marginalmente significativa e inversamente relacionada com a distância do indivíduo mais próximo (Tabela 4).

**Tabela 4.** Coeficientes de correlação de Spearman ( $r_s$ ) entre as variáveis preditoras do contexto social, temporais e das condições corporais de *H. caingua* e os valores das variáveis relacionadas as propriedades do canto de anúncio. As correlações significativas ( $p < 0,05$ ) estão em negrito. N = 25.

	Ind. Mais Próximo (cm)		Umidade (%)		Temperatura (°C)		CRC (mm)		Massa (g)		Tamanho	
	$r_s$	P	$r_s$	P	$r_s$	P	$r_s$	P	$r_s$	P	$r_s$	P
Freq. dom	-0,39	0,05	<b>0,48</b>	0,01	-0,36	0,07	0,03	0,8	-0,12	0,5	-0,10	0,6
Intensidade	0,07	0,7	0,14	0,5	-0,13	0,5	0,23	0,2	0,28	0,2	0,28	0,2
Tx. repetição	0,24	0,2	-0,23	0,2	0,06	0,8	-0,23	0,3	-0,23	0,3	-0,25	0,2
Dur. canto	-0,12	0,6	-0,31	0,1	0,05	0,8	-0,36	0,07	-0,12	0,6	-0,25	0,2
Dur. nota A	-0,38	0,06	0,27	0,2	-0,15	0,5	-0,08	0,7	0,03	0,9	-0,06	0,7
Dur. nota B	0,07	0,7	0,19	0,4	-0,34	0,1	<b>0,45</b>	0,04	0,38	0,9	<b>0,51</b>	0,01
Inter. notas	-0,34	0,1	-0,08	0,7	0,11	0,6	<b>-0,45</b>	0,04	0,16	0,4	-0,36	0,1
Inter. cantos	-0,05	0,8	<b>0,40</b>	0,04	-0,18	0,4	0,28	0,2	0,34	0,09	0,34	0,09
Média n° notas	0,0	0,9	-0,04	0,8	0,05	0,8	0,12	0,6	0,03	0,9	0,10	0,7

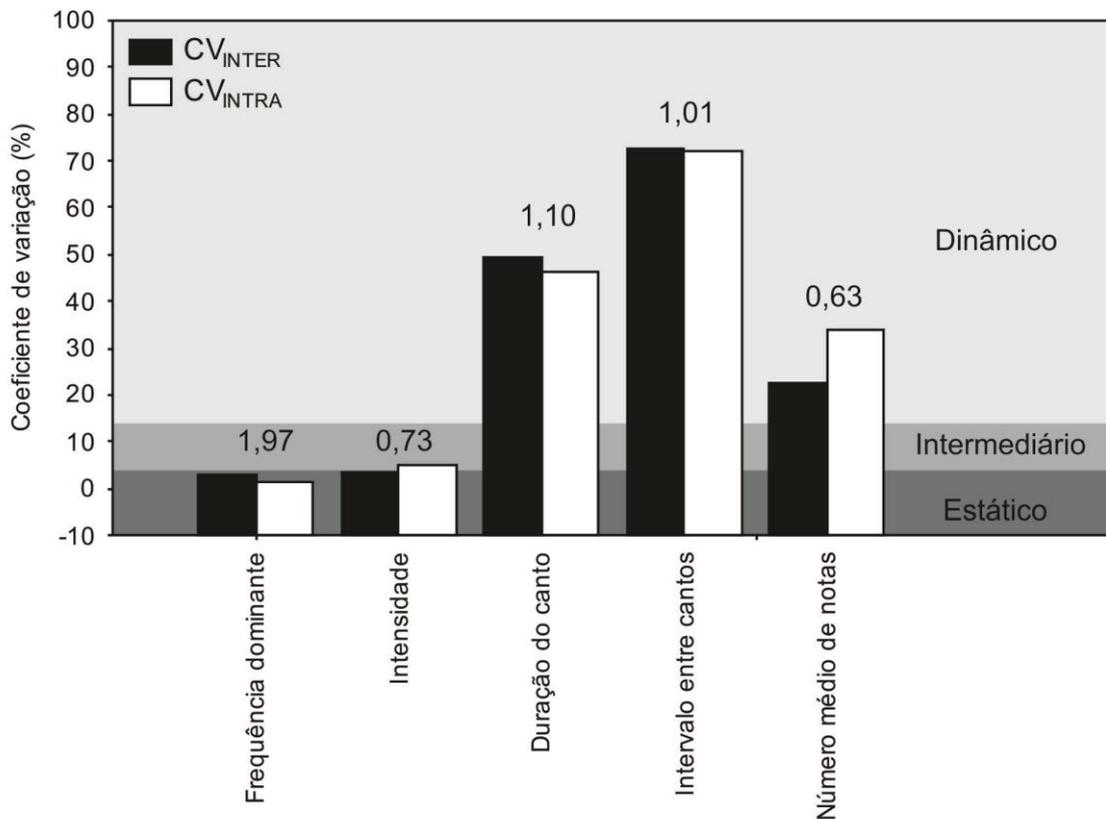
Por outro lado, em relação às correlações das variáveis preditoras com as propriedades acústicas do canto agressivo, apenas a duração do canto diminuiu de forma significativa com o aumento da massa corporal (Tabela 4). Vale ressaltar, que o intervalo entre cantos apresentou elevada correlação negativa ( $>0,5$ ) com a umidade e o tamanho corporal, porém marginalmente significativas (Tabela 4).

**Tabela 4.** Coeficientes de correlação de Spearman ( $r_s$ ) entre as variáveis preditoras do contexto social, temporais e das condições corporais de *H. caingua* e os valores das variáveis relacionadas as propriedades do canto agressivo. As correlações significativas ( $p < 0,05$ ) estão em negrito. N = 13.

	Ind. Mais Próximo (cm)		Umidade (%)		Temperatura (°C)		CRC (mm)		Massa (g)		Tamanho	
	$r_s$	P	$r_s$	P	$r_s$	P	$r_s$	P	$r_s$	P	$r_s$	P
Freq. dom	-0,26	0,4	-0,16	0,6	0,07	0,8	-0,40	0,2	-0,13	0,7	-0,28	0,4
Tx. repetição	-0,31	0,3	0,26	0,4	-0,38	0,2	0,07	0,8	0,39	0,2	0,18	0,6
Dur. canto	0,23	0,5	-0,43	0,4	0,40	0,2	-0,14	0,6	<b>-0,57</b>	0,04	-0,44	0,1
Inter. cantos	0,05	0,9	-0,60	0,08	0,28	0,5	-0,40	0,3	-0,46	0,2	-0,53	0,1
N° pulsos	0,03	0,9	-0,27	0,4	0,27	0,4	0,05	0,9	-0,23	0,4	-0,14	0,7
Dur. pulso	-0,26	0,4	0,07	0,9	0,07	0,8	-0,48	0,09	0,02	0,9	-0,25	0,4
Inter. pulso	-0,12	0,4	0,24	0,4	-0,30	0,3	0,24	0,4	0,08	0,8	0,14	0,7

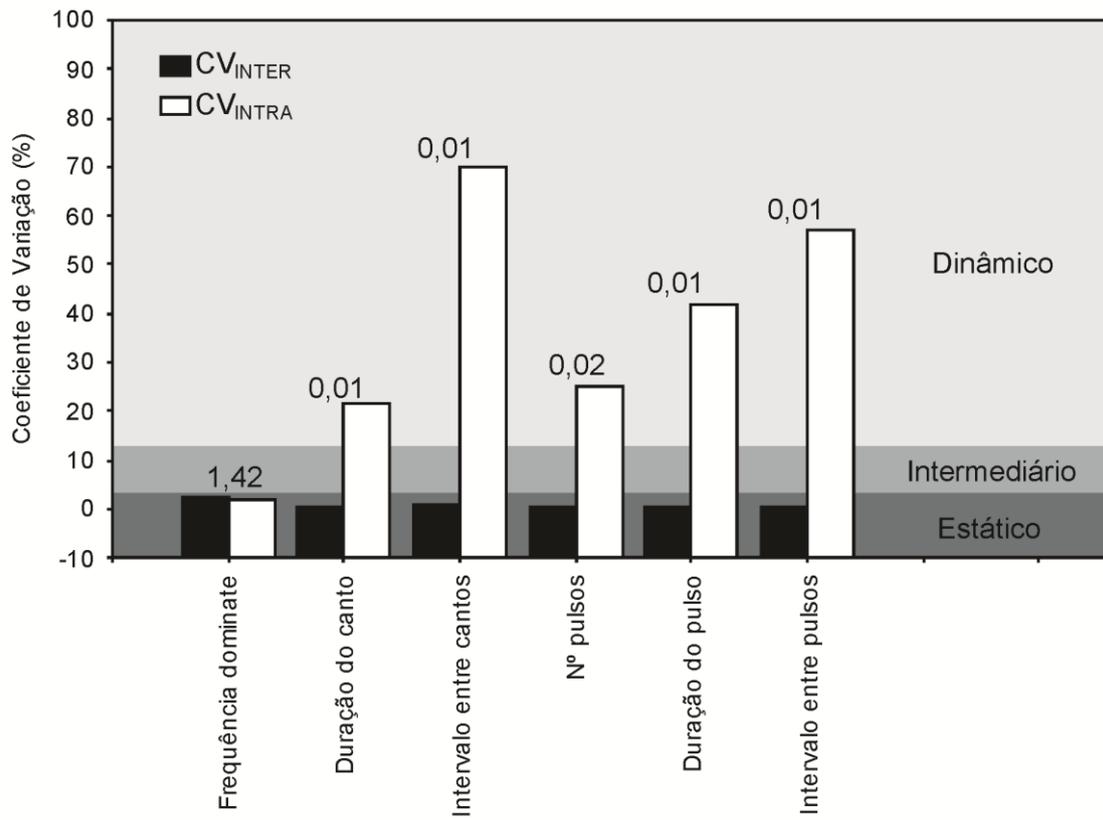
Para os coeficientes de variação entre indivíduos ( $CV_{INTER}$ ) dos parâmetros do canto de anúncio, somente a frequência dominante e a intensidade foram classificados como estáticos, enquanto que as demais variáveis se enquadraram em parâmetros dinâmicos (Fig. 8). Similarmente, o coeficiente intraindividual ( $CV_{INTRA}$ ) foi estático apenas para a frequência

dominante, enquanto que intensidade foi intermediário e os demais parâmetros dinâmicos (Fig. 9). Frequência dominante, duração do canto e intervalo entre cantos foram parâmetros que variaram mais entre indivíduos do que intraindividualmente ( $CV_{INTER}/CV_{INTRA} > 1$ ), e, portanto, podem ser utilizados como potenciais parâmetros de reconhecimento específico entre indivíduos (Fig. 9).



**Fig. 9.** Coeficientes de variação interindividual ( $CV_{INTER}$ ) e intraindividual ( $CV_{INTRA}$ ) para os parâmetros acústicos do canto de anúncio de *H. caingua*. Valores acima das barras referem-se ao quociente  $CV_{INTER}/CV_{INTRA}$ .

Por outro lado, todos os coeficientes de variação entre indivíduos ( $CV_{INTER}$ ) dos parâmetros do canto agressivo foram classificados como estáticos (Fig. 10) enquanto que para o coeficiente intraindividual ( $CV_{INTRA}$ ), apenas a frequência dominante foi estática, as demais variáveis foram todas classificadas como dinâmicas (Fig. 10). Apenas a frequência dominante variou mais entre indivíduos do que intraindividualmente ( $CV_{INTER}/CV_{INTRA} > 1$ ), sendo o único parâmetro do canto agressivo potencial para o reconhecimento específico (Fig. 10).



**Fig. 10.** Coeficientes de variação interindividual ( $CV_{INTER}$ ) e intraindividual ( $CV_{INTRA}$ ) para os parâmetros acústicos do canto agressivo de *H. caingua*. Valores nas barras referem-se ao quociente  $CV_{INTER}/CV_{INTRA}$ .

## 4 DISCUSSÃO

Machos de *H. caingua* iniciaram a atividade de vocalização sempre por volta de uma hora após o entardecer. O padrão geral de início das vocalizações para os hilídeos tem sido recorrentemente registrado para logo após o anoitecer (Bastos & Haddad, 2002; Morais et al., 2012) ou mesmo antes propriamente ao pôr do sol (Guimarães & Bastos, 2003). Isso indica que *H. caingua* é sensível aos fatores ambientais e adaptada à temperaturas mais baixas (Melo et al., 2007), necessitando maior umidade relativa e menor temperatura à medida que a noite avança, como prováveis estímulos para o início e aumento da sua atividade vocal.

Assim como verificado para *Dendropsophus minutus* em Morais et al., (2012), *H. caingua* também utilizou gramíneas e herbáceas hidrófilas como sítios de vocalização. Entretanto, estas duas espécies diferem em relação à altura do poleiro, pois *D. minutus* vocaliza numa altura entre 0,2 e 0,5 m (Morais et al., 2012), enquanto que *H. caingua* utilizou um estrato ligeiramente superior entre 0,5 e 1,50 m. Como normalmente essas duas espécies coocorrem é possível que essas diferenças na ocupação do *habitat* afetem a transmissão dos sinais (Krebs & Davies, 1996), e possibilitem a segregação acústica entre estas duas espécies e mesmo de *H. caingua* com outras espécies das taxocenoses locais (Melo et al., 2007).

Por outro lado, a distribuição vertical pode variar em função da temperatura (Melo et al., 2007), provavelmente porque próximo ao solo ou ao corpo d'água a temperatura é ligeiramente mais alta. Neste sentido, espécies de menor porte (e.g., com maior área superficial), tendem perder mais calor e água por evaporação caso vocalizem em estratos mais altos (Duellman & Trueb 1994). Pelo fato de *H. caingua* apresentar tamanho relativamente maior (CRC médio para machos = 36,40mm), e equiparado com outras espécies do gênero, é possível que esta espécie conserve de forma mais eficaz o calor metabólico e possa assim como outras espécies do “grupo *Hypsiboas pulchellus*” (Faivovich et al., 2004; 2005), distribuir-se em estratos herbáceos mais altos.

Neste estudo o repertório vocal de *H. caingua* é descrito com maiores detalhes, além do número maior de machos vocalizantes gravados, o presente, traz informações adicionais sobre o tempo de duração de notas do canto de anúncio (e.g., notas A e B) e da sua intensidade, que variou entorno de 78 decibéis. Foi possível também quantificar o longo intervalo de tempo entre uma e outra emissão do canto agressivo, possivelmente indicando que essa espécie não defende efetivamente território, mas mantém certo espaçamento entre seus vizinhos (Wells, 2007). Em relação ao número de harmônicos do canto agressivo, o estudo amplia informações sobre sua natureza harmônica, mas se diferencia da descrição anterior por ter sido observado cantos com até seis harmônicos, em vez de somente quatro. Tal discrepância talvez se deva ao fato de que tais cantos apresentam menos energia, dificultando a caracterização.

Comumente demonstrado para os hilídeos (Forti & Bertoluci, 2015), o canto de anúncio foi a vocalização mais frequente emitida por *H. caingua*. Este canto é primeiramente importante para o reconhecimento coespecífico e atração de fêmeas (Haddad, 1995; Narins & Feng, 2007), sendo também para a espécie em questão, a vocalização possivelmente mais efetiva no processo de delimitação territorial (Haddad, 1995). Considerando que *H. caingua* está inserida num complexo de espécies similares genética e morfologicamente (e.g., “grupo *Hypsiboas pulchellus*”; Faivovich et al., 2004; 2005), seu repertório vocal refletiu similaridades com outras espécies deste grupo, especialmente na irregularidade temporal da emissão dos cantos de anúncio, bem como da sua composição, elaborada em séries de notas (Batista et al., no prelo). Entretanto, outras propriedades espectrais, como a frequência dominante, que embora coincida com os valores de algumas outras poucas espécies do grupo (Batista et al., no prelo), além da elevada duração do seu canto, parecem reforçar sua distinção específica dentro do grupo *H. pulchellus* (Márquez et al. 2005).

Os resultados da análise de componentes principais e subsequente teste de seu primeiro eixo revelaram total diferença acústica para os parâmetros comuns entre os cantos de anúncio e agressivo de *H. caingua*. Em linhas gerais, a frequência dominante e a taxa de repetição foram maiores no primeiro, e a duração e o intervalos entre cantos foram maiores no canto agressivo, além deste último ser emitido como uma simples nota. O canto agressivo pode ser emitido quando muitos machos estão vocalizando em um coro ou quando os machos estão muito próximos uns dos outros (Bastos & Haddad, 2002; Toledo & Haddad, 2005). Sendo assim, dado a sua considerável diferenciação, os elementos de codificação deste sinal, provavelmente revertem a significados distintos da função do canto de anúncio, e que parece ser um aviso emitido em menores taxas para a manutenção do distanciamento entre machos competidores de *H. caingua*.

Assim como constatado em outros estudos (Morais et al., 2012; Gambale & Bastos, 2014), ocorreram poucas correlações significativas par a par entre as variáveis preditoras do contexto social, temporais e das condições corporais com os parâmetros acústicos, tanto do canto de anúncio quanto do canto agressivo de *H. caingua*. Uma possível explicação para a inexistência de correlações entre os parâmetros acústicos e a distância do indivíduo mais próximo, seria uma não modularidade ou variação sonora por parte do macho territorial (e.g., aquele tendo seu canto gravado), sobretudo para a frequência dominante. Isso omitiria informações sobre seu tamanho e/ou agressividade, já que estas poderiam ser utilizadas por outros machos intrusos para a emissão direcional de seus sinais acústicos (Wells, 2007). Como salientado por Wells (2007), machos vizinhos podem usar a frequência de outros machos para acessar seus tamanhos corporais, não sendo surpreendente, portanto, a manutenção ou até mesmo a redução da frequência dominante em resposta à vocalizações de machos intrusos.

Por outro lado, a baixa correlação do canto com as variáveis temporais, ou seja, umidade e temperatura podem estar relacionadas ao período de estudo, o qual foi estendido apenas durante o verão, com baixas oscilações diárias, sobretudo da temperatura. Outros autores têm verificado correlações mais consistentes quando os estudos foram realizados ao longo de períodos maiores ou anuais (Guimarães & Bastos, 2003; Rodríguez et al., 2010), o que reforça a considerável influência das variações sazonais em detrimento as variações diárias destas variáveis sobre o canto. Ademais, Wong et al., (2004) argumentam que a temperatura pode influenciar de forma interativa com o contexto social sobre as taxas de vocalização. Neste sentido, os autores acima citados encorajam maiores considerações sobre como variáveis físicas e biológicas podem interagir para influenciar o desempenho acústico. Entretanto, a correlação significativa e positiva entre a frequência dominante e a umidade do ar para o canto de anúncio de *H. caingua*, sugere uma possível compensação acústica (e.g., aumento da frequência) associada com a maior atenuação dos sinais devido a absorção atmosférica (Wells, 2007). Já o aumento significativo do intervalo entre cantos de anúncio com a umidade, parece ser contra intuitivo, já que só poderia ser explicada por um aumento concomitante de outras variáveis como a intensidade do canto.

Diversos trabalhos, principalmente aqueles que realizaram comparações interespecíficas dos parâmetros acústicos (Duellman & Pyles, 1983; Haddad, 1995; Silva et al., 2008), revelam a previsível diminuição da frequência sonora com o aumento do tamanho corporal das espécies. Isso tem sido observado não apenas entre os anuros, mas também em outros grupos taxonômicos (Matthews et al., 1999), gerando no caso dos grandes organismos, sons de baixa frequência, muitas vezes imperceptíveis a audição humana. No caso de comparações intraespecíficas é possível que a pequena escala de variação corporal entre machos de uma mesma espécie não seja capaz de produzir variações significativas na

frequência dominante, como foi observado nesse estudo e no trabalho de Gambale & Bastos (2014).

Entretanto, a influência significativa das condições corporais (e.g., CRC e tamanho) de *H. caingua* sobre o aumento da duração da nota B e também sobre a diminuição do intervalo entre notas pode estar refletindo uma estratégia alternativa de anúncio dos machos, dimensionando assim, seus vigos físicos através das vocalizações, que permitiriam a codificação e avaliação por parte das fêmeas no processo de seleção sexual (Ryan, 1983). A mesma estratégia parece não ter sido adotada para o canto agressivo, pois a duração deste canto diminuiu com o aumento da massa, indicando uma provável redução no investimento energético para a produção deste canto, possivelmente já compensado por outras propriedades acústicas. De qualquer forma, a baixa correlação das condições corporais com a acústica dos cantos pode também retratar a baixa variabilidade morfológica da população estudada, que por ser pequena, possivelmente implica em machos oriundos todos de mesma coorte.

Em acordo com outros estudos (Smith & Hunter, 2005; Gambale & Bastos, 2014; Forti et al., 2015), a variação dentro e entre machos (CVs) dos parâmetros acústicos do canto de anúncio de *H. caingua*, estenderam-se ao longo de um contínuo de estáticos (frequência dominante), passando por intermediário (intensidade -  $CV_{intra}$ ) a dinâmicos (duração do canto, intervalo entre cantos e número médio de notas). É sabidamente conhecido que os parâmetros acústicos espectrais como a frequência e a intensidade tendem a ser mais conservativos para a espécie, variando pouco entre os machos (Gerhardt, 1991), uma vez que essas variáveis estão intrinsecamente relacionadas à morfologia corporal (Wells, 2007). Por sua vez, as demais variáveis analisadas são tidas como variáveis temporais e/ou do contexto social, e que, portanto, podem sofrer consideráveis variações dependendo das singularidades de cada micro-habitat e da proximidade de outros machos coespecíficos (Wong et al., 2004). Entretanto, a tendência destes parâmetros serem mais ou menos variáveis, também pode estar

relacionada à pressão de seleção sexual imposta pelas fêmeas, a qual favorece a seleção estabilizadora sobre as variáveis estáticas e a seleção direcional sobre as variáveis dinâmicas (Gerhardt & Huber, 2002).

Adicionalmente, embora o quociente entre os coeficientes de variação ( $CV_{\text{INTER}}/CV_{\text{INTRA}}$ ) tenham indicado maiores variações entre indivíduos do que intraindividualmente para os parâmetros frequência dominante, duração do canto e intervalo entre cantos, estes foram apenas ligeiramente superiores a 1, o que não contribui efetivamente para distinção específica entre os indivíduos. Ao contrário destes resultados, outros autores (Gambale & Bastos, 2014; Forti et al., 2015) têm verificado variações interindividuais maiores nas propriedades do canto, sugerindo que a população aqui estudada é mais homogênea na utilização das faixas acústicas entre os seus indivíduos (e.g., maior sobreposição individual no nicho acústico). Esse argumento ganha consistência, pois corrobora com a baixa correlação entre as variáveis acústicas e as variáveis ambientais e corporais de *H. caingua*. De qualquer forma, permanece oculto o entendimento dos processos ou variáveis subjacentes que possibilitam o reconhecimento individual em *H. caingua*, já que a variação nos parâmetros do canto agressivo também variaram menos interindividualmente, abrindo-se assim uma perspectiva para novos estudos no intuito de avaliar quais são os fatores utilizados pelas fêmeas para distinção e seleção sexual dos diferentes machos?

Em relação ao comportamento reprodutivo, a presença de vários machos, formando um coro na proximidade das duas fêmeas de *H. caingua* avistadas (e.g., logo anterior ao amplexo), provavelmente resulta da emissão de cantos de anúncio, pois este atua *a priori* na atração de fêmeas coespecíficas, mas, entretanto, podem também atrair machos de longas distâncias para compor o coro reprodutivo (Wells, 2007). A atividade de vocalização, mesmo sendo realizada em coro, favorece mais a percepção coespecífica das fêmeas pelos machos do que a percepção entre machos, e é por isso que Toledo et al., (2014), têm interpretado o canto

de anúncio como um tipo especial de vocalização reprodutiva. Isso significa que embora o canto de anúncio de *H. caingua* possa transmitir informações físicas sobre seus emissores, é mais provável estar relacionado com a seleção sexual.

Quanto ao comportamento de amplexagem e de combate entre machos, as observações de *H. caingua* demonstraram ser similares a outros hilídeos (Menin et al., 2004; Venâncio & Melo-Sampaio, 2010). Por outro lado, o que chama a atenção é que essa espécie também apresentou canto de soltura (e.g., durante os embates físicos entre machos; Nali & Prado, 2014), que embora não tenha sido possível de analisa-lo, aparentemente representa variações do padrão acústico do canto de anúncio, reportado para interações agonísticas. Trata-se, portanto, do primeiro registro deste tipo de vocalização para *H. caingua*, que somado com toda a descrição mais detalhada do seu repertório acústico, bem como das influências das variáveis ambientais, corporais e do contexto social sobre o canto, contribuem para o conhecimento da auto-biologia e preservação desta espécie.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os trabalhos sobre as vocalizações dos anuros e seus contextos sociais são necessários, pois fornecem dados importantes sobre história natural, flexibilidade de comportamento em diferentes populações e mecanismos de competição sexual. Em síntese, os seguintes resultados aqui verificados respondem as perguntas endereçadas e contribuem para o conhecimento da comunicação acústica e do comportamento social e reprodutivo de *H. caingua*:

1. No repertório vocal foi identificado dois tipos de vocalizações emitidas em contextos sociais distintos e com diferenciação nos parâmetros acústicos: canto de anúncio, composto por dois tipos de notas; e canto agressivo, composto por uma nota multipulsionada;

2. As características abióticas e/ou morfológicas, bem como o contexto social dos indivíduos influenciam as alterações individuais dos parâmetros acústicos;

3. A umidade relativa foi correlacionada positivamente com a frequência dominante e o intervalo entre cantos do canto de anúncio;

4. A massa e o CRC dos machos foram correlacionados negativamente com o intervalo entre notas; e, o CRC e o tamanho dos indivíduos positivamente com a duração da nota B;

5. A distância do indivíduo mais próximo apresentou correlação com a frequência dominante;

6. No canto agressivo, apenas massa foi correlacionada negativamente à duração do canto. O tamanho corporal e a umidade apresentaram elevada correlação negativa, porém marginalmente significativa com o intervalo entre cantos.

7. Os parâmetros espectrais do canto de anúncio apresentaram os menores coeficientes de variação tanto inter quanto intraindividual, sendo classificados como estáticos ou

intermediários. Para o canto agressivo todos os coeficientes de variação entre indivíduos foram classificados como estáticos, enquanto que para o coeficiente intraindividual, apenas a frequência dominante foi estática, e as demais variáveis, dinâmicas.

8. Os parâmetros do canto de anúncio (frequência dominante, duração do canto e intervalo entre cantos), podem funcionar melhor para o reconhecimento específico entre indivíduos do que os parâmetros do canto agressivo, em que apenas a frequência dominante variou mais entre indivíduos do que intraindividualmente.

9. O comportamento reprodutivo e agonístico, este último representando o embate físico direto entre machos, apresentou semelhanças com outras espécies de hilídeos, com o primeiro registro para *H. caingua* de um canto de combate.

## REFERÊNCIAS

- Abrunhosa, P.A., Wogel, H. & Pombal Jr., J.P. (2001). Vocalização de quatro espécies de anuros do Estado do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil (Amphibia, Hylidae, Leptodactylidae). *Boletim do Museu Nacional* 472, 1-12.
- Araujo, C.O. & Almeida-Santos, S.M. (2011). Herpetofauna in a cerrado remnant in the state of São Paulo, Southeastern Brazil. *Biota Neotropica* 11, 47-62.
- Bastos, R.P., Alcantara, M.B., Morais, A.R., Lingnau, R. & Signorelli, L. (2011). Vocal behavior and conspecific call response in *Scinax centralis* (Anura: Hylidae). *Herpetological Journal* 21, 43–50.
- Bastos, R.P. & Haddad, C.F.B. (1995). Vocalizações e interações acústicas em *Hyla elegans* (Anura, Hylidae) durante a atividade reprodutiva. *Naturalia* 20, 165-176.
- Bastos, R.P. & Haddad, C.F.B. (2002). Acoustic and aggressive interactions in *Scinax rizibilis* (Anura: Hylidae) during the reproductive activity in southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 23, 97-104.
- Batista, V.G., Affonso, I.P. & Oda, F.H. (2013). *Hypsiboas caingua*. Geographic distribution. *Herpetological Review* 44, 270.
- Batista, V.G., Gambale, P.G, Lourenço-de-Moraes, R., Campos, R.M. & Bastos, R.P. (no prelo). Vocalizations of two species of the *Hypsiboas pulchellus* group (Anura: Hylidae) with comments on this species group. *North-Western Journal of Zoology*
- Bee, M.A. & Gerhardt, H.C. (2001). Individual voice recognition in a territorial frog (*Rana catesbeiana*). *Proceedings of Royal Society of London B* 269, 1443–1448.
- Bourne, G.R. (1992). Lekking behavior in the Neotropical frog *Oloolygon rubra*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 31, 173–180.
- Brassaloti, R.A., Rossa-Feres, D.C. & Bertoluci, J. (2010). Anuran fauna of the Semi-deciduous Forest of the Estação Ecológica dos Caetetus, Southeastern Brazil. *Biota Neotropica* 10, 275-292.
- Brusquetti, F. & Lavilla, E.O. (2006). Lista comentada de los anfibios de Paraguay. *Cuadernos de Herpetologia* 20, 3-79.
- Cardoso, A.J., Andrade, G.V. & Haddad, C.F.B. (1989). Distribuição espacial em comunidades de anfíbios (Anura) no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* 49, 241-249.

- Carrizo, G.R., (1990). Sobre los hilidos de Misiones, Argentina, com la descripcion de una nueva especie, *Hyla caingua n.sp.* (Anura, Hylidae). *Cuadernos de Herpetologia* 5, 32-39.
- Condez, T.H., Sawaya, R.J. & Dixo, M. (2009). Herpetofauna of the Atlantic Forest remnants of Tapiraí and Piedade region, São Paulo state, southeastern Brazil. *Biota Neotropica* 9, 157-185.
- Delatore, M., Vasconcelos, T.S., Cunha, N.L. Martins, F.I. Oda, F.H. Aoki, C. & Landgraf-Filho, P. (2014). Implementing new northernmost records to modelling the distribution of *Hypsiboas caingua* (Anura : Hylidae) in South America. *Brazilian Journal of Biology* 74, 854–860.
- Duellman, W.E. & Pyles, R.A. (1983). Acoustic resource partitioning in anuran communities. *Copeia* 3, 639-649.
- Duellman, W.E., De La Riva, I. & Wild, E.R. (1997). Frogs of the *Hyla armata* and *Hyla pulchella* groups in the Andes of South America, with definitions and analyses of phylogenetics relationships of Andean groups of *Hyla*. *Scientific Papers of the Museum of Natural History - The University of Kansas* 3, 1-41.
- Duellman, W.E. & Trueb, L. (1994). *Biology of Amphibians*. Baltimore, The Johns Hopkins University Press.
- Faivovich J., Garcia, P.C.A., Ananias, F., Lanari, L., Basso, N.G. & Wheeler, W.C. (2004). A molecular perspective on the phylogeny of the *Hyla pulchella* species group (Anura, Hylidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 32, 938-950.
- Faivovich, J., Haddad, C.F.B., Garcia, P.C.A., Frost, D.R., Campbell, J.A. & Wheeler W.C. (2005). Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hylineae: phylogenetic analysis and taxonomic revision. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 294, 1-240.
- Forti, L.R., Márquez, R. & Bertoluci, J. (2015). Advertisement call of *Dendropsophus microps* (Anura : Hylidae) from two populations from southeastern Brazil, *Zoologia* 32, 187–194.
- Frisch, A.J. & Hobbs, J.P.A. (2007). Photographic identification based on unique, polymorphic colour patterns: A novel method for tracking a marine crustacean. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 351, 294-299.
- Gasser, H., Amézquita, A. & Hodl, W. (2009). Who is calling? Intraspecific call variation in the aromobatid frog *Allobates femoralis*. *Ethology* 115, 596-607.

- Gambale, P.G. & Bastos, R.P. (2014). Vocal repertoire and bioacoustic analyses in *Physalaemus cuvieri* (Anura, Leptodactylidae) in southern Brazil. *Herpetological Journal* 24, 31-39.
- Garcia, P.C.A. & Vinciprova, G. (1998). Range extensions of some anuran species for Santa Catarina and Rio Grande do Sul states, Brazil. *Herpetological Review* 29, 117–118.
- Gerhardt, H.C. (1991). Female mate choice in treefrogs: static and dynamic acoustic criteria. *Animal Behaviour* 42, 615-635.
- Gerhardt, H.C. (1994). The evolution of vocalization in frogs and toads. *Annual Review of Ecology and Systematic* 25, 293-324.
- Gerhardt, H.C. & Huber, F. (2002) *Acoustic communication in insects and anurans: common problems and diverse solutions*. Chicago, The University of Chicago Press.
- Guimarães, L.D. & Bastos, R.P. (2003). Vocalizações e interações acústicas em *Hyla raniceps* (Anura, Hylidae) durante a atividade reprodutiva. *Iheringia Série Zoologia*, 93, 149-158.
- Haddad, C.F.B. (1995). Comunicação em anuros (Amphibia). *Anais de etologia Pirassununga-SP, Brasil* 13, 116-132.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2012). *Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos*. 2ª ed., Rio de Janeiro, 275p.
- Jackson, D.A. (1993). Stopping rules in principal components analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches. *Ecology* 74, 2204-2214.
- Krebs, J.R. & Davies, N.B. (1996). *Introdução à Ecologia Comportamental*. São Paulo, Atheneu Editora.
- Langone, J.A. (1993). Ampliación de la distribución geográfica de *Hyla caingua* Carrizo, 1990 (Amphibia, Anura, Hylidae). *Boletín de la Asociación Herpetológica Argentina* 9, 8.
- Lavilla, E.O. & Cei, J.M. (2001). Amphibians of Argentina. A second update, 1987-2000. *Monografie dei Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino* 28, 1-78.
- Lehner, P.N. (1979). *Handbook of ethological methods*. New York: Garland STPm.

- Lingnau, R. & Bastos, R.P. (2007). Vocalizations of the Brazilian torrent frog *Hylodes heyeri* (Anura: Hylodidae): Repertoire and influence of air temperature on advertisement call variation. *Journal of Natural History* 41, 1227–1235.
- Maack, R. (2012). *Geografia física do estado do Paraná*. Rio de Janeiro: J. Olympio.
- Márquez, R., Moreira, C., Amaral, J.P.S., Pargana, J.M. & Crespo, E.G. (2005). Sound pressure level of advertisement calls of *Hyla meridionales* and *Hyla arborea*. *Amphibia–Reptilia* 26, 391-395
- Marques, A.J. (2004). Mapeamento de fragmentos de mata no Município de Maringá, PR: uma abordagem da ecologia da paisagem. Dissertação, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista.
- Marshall, V.T., Humfeld, S.C. & Bee, M.A. (2003). Plasticity of aggressive signalling and its evolution in male springpeepers, *Pseudacris crucifer*. *Animal Behaviour* 65, 1223-1234.
- Martin, W.F. (1972). Evolution of vocalization in the genus *Bufo*. In *Evolution in the genus Bufo*, 280-309. Blair, W.F., (ed). Texas: University of Texas Press.
- Matthews J.N., Rendell, L.E., Gordon, J.C.D. & Maxdonald, D.W. (1999). A review of frequency and time parameters of cetacean tonal calls. *Bioacoustics* 10, 47-71.
- Menin, M., Silva, R.A. & Giaretta, A.A. (2004). Reproductive biology of *Hyla goiana* (Anura , Hylidae ). *Iheringia Série Zoologia*, 94, 49–52.
- Melo, G.V., Rossa-Feres, D.C. & Jim, J. (2007). Temporal variation in calling site use in a community of anurans in Botucatu, São Paulo State, Brazil. *Biota Neotropica* 7, 93-102.
- Morais, A.R, Batista, V.G., Gambale, P.G., Signorelli, L. & Bastos, R.P. (2012). Acoustic communication in a Neotropical frog (*Dendropsophus minutus*): vocal repertoire, variability and individual discrimination. *Herpetological Journal* 22, 249-257.
- Murphy, C.G. & Floyd, S.B. (2005). The effect of call amplitude on male spacing in choruses of barking treefrogs, *Hyla gratiosa*. *Animal Behaviour* 69, 419-426.
- Nali, R.C. & Prado, C.P.A. (2014). The fight call of *Bokermannohyla ibitiguara* (Anura : Hylidae ): first record for the genus. *Salamandra* 50, 181–184.
- Paula, A.S. & Rodrigues, E. (2002). Degradação da paisagem norte-paranaense: um estudo de fragmentos florestais. *Semina-Ciências Agrárias* 3, 229-238.

- Pombal Jr., J.P. (1997). Distribuição espacial e temporal de anuros (Amphibia) em uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* 57, 583-594.
- Pröhl, H. (2003). Variation in male calling behavior and relation to male mating success in the strawberry poison frog (*Dendrobates pumilio*). *Ethology* 109, 273–290.
- Ryan, M.J. (1983). Sexual selection and communication in a neotropical frog, *Physalaemus pustulosus*. *Evolution* 37, 261–272.
- Robisson, P., Aubin, T. & Bremond, J.C. (1993). Individuality in the voice of the emperor penguin *Aptenodytes fosteri*: adaptation to a noisy environment. *Ethology* 94, 279-290.
- Rocha-Jr, J.C. & Giasson, L.O.M. (2014). *Hypsiboas caingua* Carrizo, 1990 (Anura: Hylidae): First record for the State of Santa Catarina, Brazil. *Check List*, 10, 583–584.
- Rodríguez, A., Nuez, D. & Alonso, R. (2010). Intraspecific variation in the advertisement call of the cloud-forest frog *Eleutherodactylus glamyrus* (Anura: Eleutherodactylidae). *Journal of Herpetology* 44, 457-466.
- Schwartz, J.J. & Wells, K.D. (1983). An experimental study of acoustic interference between two species of neotropical treefrogs. *Animal Behaviour* 31, 181-190.
- Scott, N., Aquino, L., Kwet, A., Pavan, D., Lavilla, E. & Baldo, D. (2015). *Hypsiboas caingua*. In International Union for Conservation of Nature. *IUCN Red List of Threatened Species*. Available in: <[www.iucnredlist.org/](http://www.iucnredlist.org/)>. Access in: 02 Ago. 2015.
- Scroggie, M.P. & Littlejohn, M.J. (2005). Territorial vocal behavior in hybrid smooth froglets, *Geocrinia laevis* complex (Anura: Myobatrachidae). *Behavioral Ecology Sociobiology* 58, 72–79.
- Silva, R.A., Martins I.A & Rossa-Feres, D.C. (2008). Bioacústica e sítio de vocalização em taxocenoses de anuros de área aberta no noroeste paulista. *Biota Neotropica* 8, 123-134.
- Smith, M.J. & Hunter, D. (2005). Temporal and geographic variation in the advertisement call of the booroolong frog (*Litoria booroolongensis*: Anura: Hylidae). *Ethology* 111, 1103–1115.
- Souza-Filho, G.A. & Lima, A.M.X. (2012). *Hypsiboas caingua* (Carrizo, 1990) (Amphibia: Anura: Hylidae): Geographic distribution with a new state record in Brazil. *Check List* 8, 800–801.

- Toledo, L.F. & Haddad, C.F.B. (2005). Acoustic repertoire and calling site of *Scinax fuscomarginatus* (Anura, Hylidae). *Journal of Herpetology* 39, 455-464.
- Toledo, L.F., Martins, I.A., Bruschi, D.P., Passos, M.A., Alexandre, C. & Haddad, C.F.B. (2014). The anuran calling repertoire in the light of social context. *Acta Ethologica* 18, 87-99.
- Venâncio, N.M. & Melo-Sampaio, P.R. (2010). Reproductive behavior of the giant leaf frog *Phyllomedusa bicolor* (Anura: Hylidae) in the western Amazon. *Phyllomedusa* 9, 63–67.
- Wells, K.D. (1977). The social behaviour of anuran amphibians. *Animal Behaviour* 25, 666-693.
- Wells, K.D. (1988). The effect of social interactions on anurans vocal behavior. In *The evolution of the amphibian auditory system*, 433-454. Fritszch B, Ryan M.J, Wilczynski W., Hetherington T. & Walkowiak, W. (Eds.). New York: John Wiley and Sons.
- Wells K.D. (2007) *The ecology and behavior of amphibians*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Wells, K.D. & Schwartz, J.J. (1984). Vocal communication in a neotropical treefrog, *Hyla ebraccata*: advertisement calls. *Animal Behavior* 32, 405–420.
- Wong, B.B.M., Cowling, A.N.N., Cunningham, R.B., Donnelly, C.F. & Cooper, P.D. (2004) Do temperature and social environment interact to affect call rate in frogs (*Crinia signifera*)? *Austral Ecology* 29, 209-214.
- Zar, J. H. (1999). *Biostatistical analysis*. New Jersey: Prentice-Hall.