



CAMPUS DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO

Repertório vocal de *Dendropsophus microps* (Peters, 1872)
(Anura, Hylidae)

Maysa Hernandes Ricardo Toledo

MESTRADO

PÓS GRADUAÇÃO
EM BIOLOGIA ANIMAL



Biologia
Estrutural



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de São José do Rio Preto

Maysa Hernandes Ricardo Toledo

Repertório vocal de *Dendropsophus microps* (Peters, 1872) (Anura,
Hylidae)

São José do Rio Preto
2018

Maysa Hernandes Ricardo Toledo

Repertório vocal de *Dendropsophus microps* (Peters, 1872) (Anura,
Hylidae)

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biologia Animal junto ao Programa de Pós-graduação em Biologia Animal do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES

Orientador: Prof. Dr. Itamar Alves Martins

São José do Rio Preto
2018

Toledo, Maysa Hernandes Ricardo.

Repertório vocal de *Dendropsophus microps* (Peters, 1872) (Anura, Hylidae) / Maysa Hernandes Ricardo Toledo. -- São José do Rio Preto, 2018

83 f., 23 il., 5 tabs.

Orientador: Itamar Alves Martin

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Ecologia animal. 2. Anuro - Mata Atlântica. 3. Anuro – Vocalização. 4. Animais – Comunicação. 5. Bioacústica. I. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. II. Título.

CDU – 591.5

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IBILCE

UNESP - Câmpus de São José do Rio Preto

Maysa Hernandes Ricardo Toledo

Repertório vocal de *Dendropsophus microps* (Peters, 1872) (Anura,
Hylidae)

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biologia Animal junto ao Programa de Pós-graduação em Biologia Animal do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Itamar Alves Martins
UNITAU – Taubaté
Orientador

Profa. Dra. Sarah Mângia Barros
UFMS – Campo Grande

Prof. Dr. Diego José Santana Silva
UFMS – Campo Grande

São José do Rio Preto
15 de março de 2018

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente ao Universo, por me permitir estar aqui presente neste momento, realizando o que amo e me proporcionando as melhores experiências e aprendizados.

Ao meu orientador, Professor Dr. Itamar Alves Martins, por me receber em seu laboratório, me apresentar ao mundo da Bioacústica, pelos ensinamentos éticos e acadêmicos, pela paciência e por sempre estar presente me auxiliando na realização deste trabalho.

À minha família, meus pais Lucilene e Paulo (*in memoriam*), por me formarem um ser humano de valores nobres, com propósitos e ambições. À minha mãe, pelas inúmeras conversas e auxílios maternos e acadêmicos ao longo destes dois anos. À minha irmã Carmem, pelas conversas e todo o apoio durante esse período. Ao meu padraсто Eduardo, por sempre estar presente e me apoiar nesta caminhada.

Aos meus colegas de laboratório, Paulo, Lucas Borges, Lucas Santos, Leonardo, Guilherme, Nicolas, Vitor, Thiago, Juliano, Aline e Henrique, por sempre me auxiliarem nos campos, nas discussões de trabalho, pelas paçocas divididas, pela paciência de sempre e por me proporcionarem inúmeras risadas durante as tardes na UNITAU.

Aos Técnicos do Laboratório de Zoologia da UNITAU, Luciana e Felipe, por sempre serem prestativos, auxiliarem na organização do espaço, pelas conversas diárias e trocas de experiências.

Aos meus amigos de Pindamonhangaba, Botucatu e Rio de Janeiro, pelo apoio dentro e fora dos espaços acadêmicos, por sempre me apoiarem nas minhas escolhas, pelas inúmeras conversas, por comemorarem todas as minhas conquistas comigo, pelo suporte nos momentos mais difíceis, pela arte que expressamos juntos, por me apresentarem ao Yoga, pelo crescimento que me foi proporcionado como ser humano acima de tudo.

Ao Programa de Pós-Graduação de São José do Rio Preto, por aceitarem meu projeto e permitirem que este trabalho fosse realizado.

A Seção de Pós-Graduação de São José do Rio Preto por sempre estar à disposição e prontidão realizando um excelente trabalho.

A Capes pelo auxílio financeiro, bolsa de estudo.

A FAPESP pelo auxílio financeiro que forneceu todo o material para realização das gravações.

A Universidade de Taubaté, UNITAU, Instituto Básico de Biociências, Departamento de Biologia e Laboratório de Zoologia pelo espaço físico e apoio logístico.

Ao SISBio (nº 54691-2) e ao Instituto Florestal/ COTEC (Processo SMA nº 260108 – 007.643/2016) pelas licenças de coleta. Aos gestores do Parque Estadual de Campos do Jordão em 2016 e 2017, pela disponibilidade e auxílio para a realização dos trabalhos de campo. Aos funcionários e vigias do Parque por sempre serem educados e prestativos durante as coletas.

“O ser humano vivencia a si mesmo, seus pensamentos, como algo separado do resto do Universo – numa espécie de ilusão de ótica de sua consciência. (...) Nossa principal tarefa é nos livrarmos dessa prisão, ampliando o nosso círculo de compaixão, para que ele abranja todos os seres vivos e toda a natureza em sua beleza. Ninguém conseguirá alcançar completamente esse objetivo, mas lutar pela sua realização já é por si só parte de nossa liberação e o alicerce de nossa segurança interior. ”

Albert Einstein

Resumo

Os anuros apresentam diferentes tipos de canto, com diferentes funções no contexto social, classificadas por observações de campo e experimentos de playback. No presente estudo descrevemos as vocalizações emitidas por *Dendropsophus microps* presentes na Serra da Mantiqueira, em Campos do Jordão, São Paulo, Brasil e avaliamos suas funções no contexto social destes anuros por meio de experimentos de playback. Entre outubro a dezembro de 2016 foram gravados 15 indivíduos machos de *D. microps* (CRC: 21,2 mm – 27,6 mm; Peso: 0,6 g – 1,1 g). Foram analisados 605 cantos e verificada a existência de 3 diferentes tipos: “A”; canto tipo “A fusionado (Af); cantos tipo “B”. Os cantos encontrados formaram 5 tipos de composições: canto simples “A normal”; canto composto “Af”; canto “A” mais curto + “A” mais longo; cantos “A + Af”; canto simples “B”; demonstrando a presença de canto composto na estrutura de vocalização. Com estes cantos foram construídos 5 estímulos de *playback*. Entre setembro a novembro de 2017 foram gravados 2.009 cantos. A fase do estímulo reuniu 51,4% dos cantos emitidos, sendo o canto “B” o mais emitido. Os estímulos “A”, “Af”, “AA” e “AAf” geraram uma decaída na porcentagem de emissão de cantos “B” e um aumento na quantidade de emissão de cantos “A”, “Af”, “AA” e “AAf”, também ocasionou resposta comportamental de sinalização visual. Foram registrados cinco casos formação de amplexo, oito machos realizando sinalização visual e três combates físicos entre machos de *D. microps*. Foi registrado série de 4 a 5 cantos “A” durante interações agonísticas. Estudos bioacústicos anteriores com *D. microps* demonstraram semelhanças nos valores dos parâmetros espectrais do canto de anúncio quando comparados aos indivíduos de Campos do Jordão, porém algumas desatualizações na nomenclatura. Aqui identificamos o canto “B” como canto de anúncio e os cantos “A”, “Af”, “AA” e “AAf” como cantos agressivos. Também foi constatado a presença de comunicação visual adicionalmente a comunicação acústica destes indivíduos. Os resultados encontrados aumentam o conhecimento acerca do canto dessa espécie, podendo ser usados futuramente em outros estudos comportamentais e taxonômicos.

Palavras-chave: Anuros, Hilídeos, experimento de *playback*, Bioacústica, Serra da Mantiqueira.

Abstract

*Anurans present different types of calls, with different functions in the social context, classified by field observations and playback experiments. The aim of this study was to describe the vocalizations emitted by *Dendropsophus microps* present in the Serra da Mantiqueira, Campos do Jordão, Brazil, and evaluated calls functions in the social context by playback experiments in natural conditions. Between october and december 2016, fifteen males of *D. microps* (CRC: 21.2 mm - 27.6 mm; Weight: 0.6 g - 1.1 g) were recorded. We analyzed 605 calls and verified the existence of three different types: "A" ; "A fused" (AF); "B". These calls are organized in 5 different compositions: simple call "A"; compoused call "AF"; call "A" shorter + "A" longer; call "A + AF"; simple call "B", showing the presence of a composed call in the vocalization structure. We built 5 playback stimuli using this compositions. Between september and november 2017, 2,009 calls were recorded. The stimulus stage represented 51.4% of all calls issued, call "B" was the most emitted. The "A", "Af", "AA" and "AAf" stimuli generated a decrease in the percentage of calls "B" issuing and an increase in the issuance of "A", "Af", "AA", "AAf", and also caused behavioral response such as toe troembling visual signaling. Five cases of embracing were recorded, eight males performing visual signaling and three physical combats among males of *D. microps*. A call series composed by four to five short calls "A" were recorded during agonistic interactions. Previous bioacoustic studies performed with this species showed similarities between spectral parameters values in comparison of Campos do Jordão individuals, but there is some outdated nomenclatures. Other species on studies with playback methodology showed similar behavior such as *D. microps* in response to coespecific signals. Here we identify the call "B" as the advertisement call and "A", "Af"; "AA", "AAf" calls as aggressive call. It was also verified the presence of visual communication in addition to acoustic communication of these individuals. The results founded here increase the knowledge about the vocalization of this species and can be used in the future in other behavioral and taxonomic studies.*

Keywords: *Anurans, Tree frogs, playback methodology, Bioacoustic, Serra da Mantiqueira.*

Lista de Ilustrações

Figura 1. Macho de <i>Dendropsophus microps</i> em atividade de vocalização no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP.....	17
Figura 2. Extensão do Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ) entre as divisas do estado de São Paulo e Minas Gerais (área de estudo).....	24
Figura 3. Locais de estudo no PECJ, Campos do Jordão, SP. (A) Lagoa 1; (B) Lagoa 2.....	25
Figura 4. Canto “A normal” de <i>Dendropsophus microps</i> do Parque Estadual de Campos do Jordão, Campos do Jordão, São Paulo. (A) Oscilograma (B) Espectograma. Verifica-se a presença de “side bands” acima de 7000 Hz. Indivíduo CCLZU 3389 (CRC: 23,71 Peso: 0,92). Temperatura no momento da gravação: 17° C.....	29
Figura 5. Canto “AF” de <i>Dendropsophus microps</i> do Parque Estadual de Campos do Jordão, Campos do Jordão, São Paulo. (A) Oscilograma (B) Espectograma. Verifica-se a presença de “side bands” acima de 7000 Hz. Indivíduo CCLZU 3384 (CRC: 27,62 Peso: 0,98). Temperatura no momento da gravação: 17° C.....	29
Figura 6. Canto “B” de <i>Dendropsophus microps</i> do Parque Estadual de Campos do Jordão, Campos do Jordão, São Paulo. (A) Oscilograma (B) Espectograma. Verifica-se a presença de “side bands” acima de 7000 Hz. Indivíduo CCLZU 3373 (CRC: 24,23 Peso: 0,93). Temperatura no momento da gravação: 17° C.....	30
Figura 7. Série “AA” de <i>Dendropsophus microps</i> do Parque Estadual de Campos do Jordão, Campos do Jordão, São Paulo. (A) Oscilograma (B) Espectograma. Verifica-se a presença de “side bands” acima de 7000 Hz. Indivíduo CCLZU 3377 (CRC: 24,87 Peso: 0,98). Temperatura no momento da gravação: 16° C.....	32

Figura 8. Série “AAf” de <i>Dendropsophus microps</i> do Parque Estadual de Campos do Jordão, Campos do Jordão, São Paulo. (A) Oscilograma (B) Espectograma. Verifica-se a presença de “side bands” acima de 7000 Hz. Indivíduo CCLZU 3377 (CRC: 24,87 Peso: 0,98). Temperatura no momento da gravação: 16° C.....	33
Figura 9. Correlação linear referente a nota “A” do canto “A normal” de <i>Dendropsophus microps</i> (95% de intervalo de confiança). Relação entre comprimento rostro cloacal (CRC) e frequência dominante.....	34
Figura 10. Correlação linear referente a nota “A” do canto “Af” de <i>Dendropsophus microps</i> (95% de intervalo de confiança). Relação entre comprimento rostro cloacal (CRC) e frequência dominante.....	34
Figura 11. Correlação linear referente a nota “f” do canto “Af” de <i>Dendropsophus microps</i> (95% de intervalo de confiança). Relação entre comprimento rostro cloacal (CRC) e frequência dominante.....	35
Figura 12. Correlação linear referente ao canto “B” de <i>Dendropsophus microps</i> (95% de intervalo de confiança). Relação entre comprimento rostro cloacal (CRC) e frequência dominante.....	35
Figura 13. Extensão do Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ) entre as divisas do estado de São Paulo e Minas Gerais (área de estudo).....	51
Figura 14. Local de estudo (Lagoa 2) localizado no Parque Estadual de Campos do Jordão, Campos do Jordão, SP.....	52
Figura 15. Cantos selecionados para a construção dos trechos de playback. I – Canto “A; II – Canto “A fusionado”; III – Canto “B”; IV – Série “AA”; V – Série “AAf”. (A) Oscilograma (B) Espectograma. Verifica-se a presença de “side bands” acima de 7000 Hz.....	53
Figura 16. Relação de porcentagem de cantos emitidos durante o playback por tipo de canto.....	59

Figura 17. Relação das porcentagens de cantos emitidos durante as três fases do experimento de playback com estímulo A.....	60
Figura 18. Relação das porcentagens de cantos emitidos durante as três fases do experimento de playback com estímulo A fusionado (Af).....	60
Figura 19. Relação das porcentagens de notas emitidas durante as três fases do experimento de playback com estímulo B.....	61
Figura 20. Relação dos cantos emitidos durante as três fases do experimento de playback com estímulo AA.....	61
Figura 21. Relação dos cantos emitidos durante as três fases do experimento de playback com estímulo AA fusionado (AAf).....	62
Figura 22. Indivíduo de <i>Dendropsophus microps</i> realizando o comportamento de sinalização visual, levantando um dos membros anteriores, em resposta à aproximação de outro macho (“toe trembling”; sensu HÖDL & AMÉZQUITA, 2001), durante interação agressiva no Parque Estadual de Campos do Jordão, Campos do Jordão, SP.....	64
Figura 23. Série emitida pelo macho residente de <i>Dendropsophus microps</i> em resposta a presença de um macho invasor no Parque Estadual de Campos do Jordão, Campos do Jordão, São Paulo. (A) Oscilograma (B) Espectograma. Verifica-se a presença de “side bands” acima de 7000 Hz.....	65

Lista de Tabelas

Tabela I. Características bioacústicas dos cantos de *Dendropsophus microps*. Os dados são expressos em: média, desvio-padrão e amplitude. (Hz) Hertz; (ms) milissegundos; (nota/min) nota por minuto; (pulso/seg) pulsos por segundo.....27

Tabela II. Características bioacústicas dos cantos que compõem as séries AA e AAf. Os dados são expressos em: média, desvio-padrão e amplitude. (ms) milissegundos; (canto/min) cantos emitidos em um minuto.....31

Tabela III. Propriedades acústicas dos cantos de anúncio das espécies do grupo *Dendropsophus parviceps*. Com acréscimo dos resultados encontrados no presente estudo. Hertz (Hz), Segundos (s), Pulsos por segundos (pul/s).....39

Tabela IV. Características bioacústicas dos cantos de *Dendropsophus microps* utilizadas para a construção do *playback*. Os dados são expressos em: média, desvio-padrão e amplitude. (Hz) Hertz; (ms) milissegundos; (nota/min) nota por minuto; (pulso/seg) pulsos por segundo.....54

Tabela V. Características bioacústicas dos cantos que compõem as séries AA e AAf que foram utilizados na construção dos trechos de *playback*. Os dados são expressos em: média, desvio-padrão e amplitude. (ms) milissegundos; (canto/min) cantos emitidos em um minuto.....55

Sumário

Introdução Geral	14
Espécie alvo do estudo	15
 Capítulo 1 – Descrição do canto de anúncio de <i>Dendropsophus microps</i> do Parque Estadual de Campos do Jordão (Peters, 1872) (Anura, Hylidae)	 18
Resumo	19
Abstract	20
Introdução	21
Material e Métodos	23
Resultados	26
Discussão	36
Referências Bibliográficas	41
 Capítulo 2 – Análise da função dos cantos de <i>Dendropsophus microps</i> (Peters, 1872) (Anura, Hylidae)	 46
Resumo	47
Abstract	48
Introdução	49
Material e Métodos	51
Resultados	58
Discussão	65
Referências Bibliográficas	68
 Considerações finais	 75
Referências Bibliográficas	76

Introdução Geral

Dentre todos os aspectos do comportamento de anfíbios anuros, a comunicação acústica se destaca pela sua importância na biologia reprodutiva e no contexto social deste grupo, é uma característica que surgiu cedo em sua história evolutiva (WELLS, 1977, GERHARDT, 1992). Os anuros possuem um rico repertório vocal, pode um único sinal sonoro significar uma ou múltiplas mensagens (WELLS, 1977; DUELLMAN & TRUEB, 1986; GERHARDT, 1992), estas mensagens podem ser classificadas de acordo com a função destes sinais sonoros no seu contexto social (GERHARDT, 1994, WELLS, 2007, TOLEDO, et al. 2014).

O canto de anúncio (“*advertisement call*”, WELLS, 1977) é a vocalização mais emitida e, conseqüentemente a mais estudada entre os anuros (WELLS 1977, 2007; DUELLMAN & TRUEB, 1994; RYAN, 2001; NARINS et al. 2007). Este canto pode ser simples, representado por uma nota ou formado por uma série de notas idênticas, ou composto por uma complexa combinação de notas diferentes (DUELLMAN, 1970). É emitido por machos principalmente para atrair fêmeas coespecíficas, apresentando características espectrais e temporais fundamentais para o reconhecimento específico (WELLS, 2007). Além disso, o canto de anúncio é capaz de fornecer informações sobre o tamanho do corpo dos machos, promover espaçamento entre machos vizinhos e expressar outros comportamentos agressivos para defesa de território, sítios de vocalização e oviposição (WELLS, 1977, GERHARDT, 1994, GIASSON & HADDAD, 2006, WELLS, 2007).

Os machos de anuros apresentam uma série de ações comportamentais para defender recursos em seu território, como o sítio de vocalização, oviposição e forrageamento (MARTINS & HADDAD, 1988; TOLEDO & HADDAD, 2005a, b; WELLS, 2007). Estabelecido estes territórios, os machos o defendem de intrusos por meio de cantos de anúncio, agressivos (BOGERT, 1960) e ocasionalmente, com combates físicos (WELLS, 1988, 2007). Algumas espécies de anuros adicionam graus de flexibilidade em seus sistemas de comunicação, usando uma gradação nos cantos para emitir funções territoriais/agressivas (SCHWARTZ, 1989). Os machos têm a capacidade de alterar a frequência das notas, aumentar taxa de repetição das notas e pulsos, a duração do canto, bem como alterar a estrutura física das notas a fim de emitir um sinal agressivo, assim o canto agressivo pode ser tanto uma alteração do canto de anúncio, como também pode ser expressado por uma nota diferente (WELLS, 2001; TOLEDO & HADDAD,

2009; TOLEDO et al. 2014). Este ajuste vocal ligado a mudanças nos parâmetros espectrais e temporais durante a competição intraespecífica e a função deste sinal na atração das fêmeas, é geralmente verificada por meio de experimentos de *playback* (GERDHART & HUBER, 2002).

Os experimentos de *playback* auxiliam em estudos bioacústicos comportamentais, determina a ocorrência de respostas distintas em um mesmo tipo de vocalização, o que possibilita a análise e interpretação de respostas acústicas e comportamentais de machos emissores (GIASSON & HADDAD, 2006; WELLS, 2007). Nestes experimentos, preferências da fêmea, atração pelo canto (ARAK, 1988; POOLE & MURPHY 2007) e defesa de território pelos machos (GIVEN 1999; BEE & BOWLING 2002; HUMFELD et al. 2009) podem ser avaliados, demonstrando as funções primárias dos cantos de anúncio de diversas espécies de anuros, e estas, primeiramente, a atração de fêmeas coespecíficas (GERDHARDT, 1982), seguidas de defesa de território (WELLS, 2007). Apesar da maioria dos estudos experimentais utilizarem a metodologia de *playback*, estes foram estudos realizados em laboratório (RYAN, 2001). Bee (2001) e Lüddecke (2002) recomendam que esses experimentos, entre outros experimentos comportamentais, sejam realizados em condições naturais *in situ*.

Espécie alvo do estudo

A família Hylidae (RAFINESQUE, 1815), atualmente é composta por 710 espécies (FROST, 2018), das quais 345 ocorrem no Brasil (SEGALLA et al., 2016). As espécies desta família possuem alta variação morfológica, modos reprodutivos diversificados e ampla distribuição geográfica (POMBAL & HADDAD, 2007; FAIVOVICH et al. 2005, BERNARDE, 2012; HADDAD et al. 2013), o que as torna bons modelos para estudos comportamentais e sociais. Esta variedade de características pode causar o desconhecimento de detalhes básicos da história natural e biologia destas espécies (DUELLMAN & TRUEB, 1986, FAIVOVICH et al. 2005).

O gênero *Dendropsophus* (FITZINGER, 1843), pertence à família Hylidae, composta por 706 espécies divididas em 7 subfamílias, está inserido na subfamília Dendropsophinae e atualmente apresenta 105 espécies, das quais 63 ocorrem no Brasil (SEGALLA & CARAMASCHI, 2016; FROST, 2018). É diferenciado dos demais gêneros por apresentar como características principais 30 cromossomos no seu material genético e redução extrema do osso quadrado-jugal (FAIVOVICH et al., 2005; FROST,

2018). É composto por nove grupos com espécies distribuídas desde o norte da Argentina, norte do Uruguai, na região tropical da América do Sul e América Central até o sul do México (FROST, 2018).

Dendropsophus microps (PETERS, 1872) (Figura 1), pertence ao grupo *D. parviceps* (*sensu* FAIVOVICH et al. 2005). É composto por 15 espécies: *D. bokermanni* (GOIN, 1960), *D. brevifrons* (DUELLMAN & CRUMP, 1974), *D. counani* (FOUQUET et al. 2015), *D. frosti* (MOTTA et al. 2012), *D. giesleri* (MERTENS, 1950), *D. grandisonae* (GOIN, 1966), *D. koechlini* (DUELLMAN & TRUEB, 1989), *D. luteocellatus* (ROUX, 1927), *D. kamagarini* (Rivadeneira et al. 2018), *D. kubrichi* (Rivadaneira et al. 2018), *D. microps*, *D. parviceps* (BOULENGER, 1882), *D. pauiniensis* (HEYER, 1977), *D. ruschii* (WEYGOLDT & PEIXOTO, 1987), *D. schubarti* (BOKERMANN, 1963), *D. subocularis* (DUNN, 1934), *D. timbeba* (MARTINS & CARDOSO, 1987); (FAIVOVICH et al. 2005; FROST, 2018, RIVADANEIRA et al. 2018). Esta espécie apresenta pequeno porte (comprimento rostro cloacal: 22,5 mm para machos, 29,3 mm para as fêmeas), apresenta cabeça estreita com focinho curto, discos adesivos com sulcos circunferenciais, membranas interdigitais nas mãos e pés, membrana axilar de cor preta, área vermelha/alaranjada na superfície posterior da coxa e área branca sob o olho e abaixo do tímpano, coloração dorsal marrom, com alguns pontos avermelhados (HEYER et al. 1990).



Figura 1: Macho de *Dendropsophus microps* em atividade de vocalização no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP.

Dendropsophus microps possui o canto de anúncio já descrito na literatura (HEYER et al. 1990; FORTI et al. 2015), porém foi escolhida como espécie alvo deste estudo por não apresentar seu repertório vocal descrito, o que pode causar uma possível redescritção deste canto. A espécie apresenta período reprodutivo prolongado, durante toda a estação chuvosa (POMBAL & HADDAD, 2005). Na localidade escolhida para a realização deste estudo, os machos de *D. microps* apresentam sítios de canto de fácil localização e de fácil acesso (obs. pessoal), formando agregados reprodutivos abundantes (POMBAL & HADDAD, 2005, 2007), ocasionando um maior número de interações comportamentais (WELLS, 2007). Além disso, enquanto no grupo *D. parviceps* a maioria das espécies está localizada na região Amazônica, *D. microps*, juntamente com *D. giesleri* e *D. ruschii*, está localizada fora desse bioma, apresentando distribuição nas áreas de Floresta Atlântica e Cerrado adjacente, desde o sul da Bahia até o norte do Rio Grande do Sul, concentrada na região sudeste (MAFFEI et al. 2009; FROST, 2018).

No presente estudo descrevemos as vocalizações emitidas por *Dendropsophus microps* presentes na Serra da Mantiqueira, em Campos do Jordão, São Paulo, Brasil e avaliamos suas funções no contexto social destes anuros por meio de experimentos de playback.

Capítulo 1

Descrição do canto de anúncio de *Dendropsophus microps* do Parque Estadual de Campos do Jordão (Peters, 1872) (Anura, Hylidae)

Maysa Hernandes Ricardo Toledo & Itamar Alves Martins

São José do Rio Preto

2018

Resumo

O canto de anúncio em anuros desempenham papel fundamental na discriminação de indivíduos coespecíficos, no comportamento social, reprodutivo e territorial. O objetivo desse estudo foi descrever o canto de anúncio de *Dendropsophus microps* no Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ), Campos do Jordão, SP. Entre outubro a dezembro de 2016 foram gravados 15 indivíduos machos de *D. microps* (CRC: 21,2 mm – 27,6 mm; Peso: 0,6 g – 1,1 g). Foram analisados 605 cantos e verificada a existência de 3 diferentes tipos: “A” com duração entre 28 ms – 417 ms (206 ± 88), taxa de repetição do canto 4,5 – 66,4 ($25,5 \pm 13,0$) cantos por minuto, frequência dominante variando de 4240 Hz – 5171 Hz (4600 ± 192) e faixa de frequência 3857 Hz – 5463 Hz; canto tipo “A fusionado (Af) com a nota “A” tem duração entre 100 – 667 ($206 \pm 61,8$), taxa de repetição da nota de 6,1 – 90,7 ($32,2 \pm 20,4$) notas por minuto, frequência dominante entre 4240 Hz – 4975 Hz (4595 ± 146) e faixa de frequência 3869 Hz - 5544 Hz, e nota “f” com duração de 5 ms – 20 ms ($13 \pm 3,8$), taxa de repetição da nota de 6,3 – 95,3 ($35,3 \pm 26,4$) notas por minuto, frequência dominante entre 4231 Hz – 4976 Hz ($4598 \pm 186,9$) e faixa de frequência entre 3918 Hz – 5156 Hz; cantos tipo “B” com duração entre 308 ms – 1172 ms ($738,8 \pm 138,6$), taxa de repetição da nota 31,7 – 96,1 ($50,4 \pm 11,6$) notas por minuto, frequência dominante entre 4134 Hz – 5171 Hz (4639 ± 183) e faixa de frequência 3816 Hz - 5523 Hz. Os cantos encontrados formaram 5 tipos de composições: canto simples “A normal”; canto composto “Af”; canto “A” mais curto + “A” mais longo; cantos “A + Af”; canto simples “B”; demonstrando a presença de canto composto na estrutura de vocalização. Estudos bioacústicos anteriores realizados com esta espécie demonstraram semelhanças nos valores dos parâmetros espectrais do canto de anúncio quando comparados aos indivíduos de Campos do Jordão, porém algumas desatualizações na nomenclatura. Os resultados encontrados aumentam o conhecimento acerca do canto dessa espécie, podendo ser usados futuramente em outros estudos comportamentais e taxonômicos.

Palavras-chave: Anuros, Neotropical, Bioacústica, Vocalização, Serra da Mantiqueira.

Abstract

*The advertisement call in anurans plays a fundamental role in the discrimination of co-specific individuals, social interactions, reproductive and territorial behavior. The aim of this study was to describe the advertisement call of *Dendropsophus microps* in Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ), Campos do Jordão, SP. Between october and december 2016, fifteen males of *D. microps* (CRC: 21.2 mm - 27.6 mm; Weight: 0.6 g - 1.1 g) were recorded. We analyzed 605 calls and verified the existence of three different types: "A" with duration between 28 ms - 417 ms (206 ± 88), call repetition rate of 4,5 - 66,4 ($25,5 \pm 13,0$) calls per minute, dominant frequency ranging from 4240 Hz - 5171 Hz (4600 ± 192) and frequency range 3857 Hz - 5463 Hz; "A fused" (AF), note "A" with duration between 100 - 667 ($206 \pm 61,8$), note repetition rate of 6,1 - 90,7 ($32,2 \pm 20,4$) notes per minute, dominant frequency between 4240 Hz - 4975 Hz (4595 ± 146) and frequency range of 3869 Hz - 5544 Hz, note "f" with duration between 5 ms - 20 ms ($13 \pm 3,8$), note repetition rate of 6,3 - 95,3 ($35,3 \pm 26,4$) notes per minute, dominant frequency ranging from 4231 Hz - 4976 Hz ($4598 \pm 186,9$) and frequency range of 3918 Hz - 5156 Hz; "B" with duration between 308 ms - 1172 ms (738.8 ± 138.6), call repetition rate of 31.7 - 96.1 (50.4 ± 11.6) calls per minute, dominant frequency ranging from 4134 Hz - 5171 Hz (4639 ± 183) and frequency range of 3816 Hz - 5523 Hz. These calls are organized in 5 different compositions: simple call "A"; compoused call "AF"; call "A" shorter + "A" longer; call "A + AF"; simple call "B", showing the presence of a composed call in the vocalization structure. Previous bioacoustic studies performed with this species showed similarities between spectral parameters values in comparison of Campos do Jordão individuals, but there is some outdated nomenclatures. The results founded here increase the knowledge about the vocalization of this species and can be used in the future in other behavioral and taxonomic studies.*

Keywords: Anurans, Neotropical, Bioacoustic, Vocalization, Serra da Mantiqueira.

Introdução

A reunião de informações descritivas acerca das vocalizações de espécies de anfíbios é fundamental para realização de trabalhos com comportamento, sistemática, taxonomia e ecologia (WELLS, 2007). A comunicação acústica é o aspecto mais estudado dentro do comportamento de anfíbios, surgiu cedo na história evolutiva do grupo e é também um mecanismo de isolamento reprodutivo pré-zigótico e seleção sexual (WELLS, 1977; GERHARDT, 1994).

O canto de anúncio (“*advertisement call*” WELLS, 1977), é o canto mais emitido pelos anuros e são os mais descritos na literatura (TOLEDO et al. 2014). Pode ser simples, quando formado por uma nota ou uma série de notas idênticas, ou composto, quando formado por uma combinação complexa de notas com estruturas acústicas diferentes (KÖHLER et al. 2017). É emitido principalmente por machos para atrair fêmeas para reprodução, apresenta características espectrais e temporais únicas e fundamentais para o reconhecimento específico (WELLS, 1977). Este canto é capaz de ao mesmo tempo atrair machos distantes para se juntar ao coro, como também é capaz de espacá-los dentro do grupo anunciando a posição do macho vocalizante (GERHARDT et al. 1989; TOLEDO & HADDAD, 2005).

Uma espécie pode apresentar repertórios de cantos com funções diferentes no comportamento (WELLS, 2007). Parâmetros acústicos são influenciados pelo tamanho corporal do indivíduo, por meio das vocalizações seus coespecíficos no coro são capazes de identificar posição e tamanho do macho vocalizante (RYAN, 2001, RODRÍGUEZ et al. 2015, KÖHLER et al. 2017). Essa capacidade de identificar o tamanho dos machos vizinhos e possíveis intrusos pode prevenir ou promover confrontos, também pode ser usado para estabelecer territórios entre coespecíficos e outras espécies (GERHARDT et al. 1989; NARINS et al. 2007), além de ser fundamental para a seleção de machos pelas fêmeas (WELLS, 2007; NARINS et al. 2007).

A família Hylidae é constituída por um grupo de 710 espécies divididas em 7 subfamílias (FAIVOVICH et al. 2005; DUELLMAN et al. 2016). Esta família apresenta grande diversidade de espécies, caracterizando-se também pela variedade morfológica dos indivíduos, modos reprodutivos variados e ampla distribuição geográfica (POMBAL & HADDAD, 2007; FAIVOVICH et al. 2005, BERNARDE, 2012; HADDAD et al. 2013), acarretando em lacunas nas informações e detalhes básicos referentes a biologia de muitas destas espécies, fazendo com que se tornem bons modelos para estudos

comportamentais, história natural e evolutiva (DUELLMAN & TRUEB, 1986, FAIVOVICH et al. 2005).

O gênero *Dendropsophus* pertence à família Hylidae e a subfamília Dendropsophinae, tem espécies distribuídas desde o norte da Argentina, norte do Uruguai, na região tropical da América do Sul e América Central até o sul do México (FROST, 2018). Atualmente o gênero apresenta 107 espécies, das quais 63 ocorrem no Brasil (SEGALLA et al. 2016), estando atualmente organizadas em nove grupos: *D. columbianus*, *D. garagoensis*, *D. labialis*, *D. leucophyllatus*, *D. marmoratus*, *D. microcephalus*, *D. minimus*, *D. minutus* e *D. parviceps*, sendo a característica diferencial deste gênero a presença de 30 cromossomos em seu material genético e redução extrema do osso quadrado-jugal (FAIVOVICH et al. 2005; FROST, 2018).

Dendropsophus microps é a espécie alvo deste estudo, foi descrita por Peters, 1872 em Nova Friburgo no estado do Rio de Janeiro, pertence ao grupo *D. parviceps*, que é composto por 17 espécies: *D. bokermanni* (GOIN, 1960), *D. brevifrons* (DUELLMAN & CRUMP, 1974), *D. counani* (FOUQUET et al. 2015), *D. frosti* (MOTTA et al. 2012), *D. giesleri* (MERTENS, 1950), *D. grandisonae* (GOIN, 1966), *D. koechlini* (DUELLMAN & TRUEB, 1989), *D. luteocellatus* (ROUX, 1927), *D. kamagarini* (Rivadeneira et al. 2018), *D. kubrichi* (Rivadaneira et al. 2018) *D. microps*, *D. parviceps* (BOULENGER, 1882), *D. pauiniensis* (HEYER, 1977), *D. ruschii* (WEYGOLDT & PEIXOTO, 1987), *D. schubarti* (BOKERMANN, 1963), *D. subocularis* (DUNN, 1934), *D. timbeba* (MARTINS & CARDOSO, 1987) (FAIVOVICH et al. 2005; FROST, 2018, RIVADANEIRA et al. 2018). Enquanto a maioria das espécies do grupo estão distribuídas na região Amazônica, *D. microps* é uma das 3 espécies que não ocorrem nesse bioma, está distribuída desde o sul da Bahia até o norte do Rio Grande do Sul, concentrada na região sudeste, ocupando áreas de Floresta Atlântica e Cerrado adjacente (MAFFEI et al. 2009; FROST, 2018).

Dendropsophus microps é uma espécie de pequeno porte (comprimento rostro cloacal: 22,5 mm para machos, 29,3 mm para as fêmeas), apresenta cabeça estreita com focinho curto, discos adesivos com sulcos circunferenciais, membranas interdigitais nas mãos e pés, membrana axilar de cor preta, área vermelha/alaranjada na superfície posterior da coxa e área branca sob o olho e abaixo do tímpano, coloração dorsal marrom, com alguns pontos avermelhados (HEYER et al. 1990).

O canto de anúncio de *D. microps* foi descrito previamente com um único macho por Heyer et al. 1990, o que limitava a utilização destas informações para outras

populações. Uma redescrição então foi realizada por Forti et al. 2015, com um grupo amostral maior e com duas populações diferentes. Apesar do canto de anúncio desta espécie já ter sido descrito, redescrções baseadas em grupos amostrais grandes, de uma população diferente e com localidades distantes entre si são importantes para melhorar o conhecimento sobre o sistema de comunicação acústica da espécie estudada (GERHARDT, 2012). Além disso, a localidade escolhida para este estudo, Campos do Jordão, está a 470 km de distância da localidade tipo e apresenta diferença de gradiente altitudinal entre as localidades onde estas outras populações de *D. microps* tiveram seu canto descrito, 847 metros de altitude em Boracéia (HEYER et al. 1990; FORTI et al. 2015) em comparação com 1540 metros de altitude em Campos do Jordão. O gradiente altitudinal tem influência nos parâmetros acústicos e poderia causar uma variação entre os cantos destas populações (NARINS, 1986).

Neste estudo, descrevemos as vocalizações emitidas por *Dendropsophus microps* localizadas na Serra da Mantiqueira, em Campos do Jordão, São Paulo, Brasil bem como compará-las com as vocalizações de populações já descritas na literatura registrando e descrevendo as variações interpopulacionais.

Material e Métodos

Área de estudo

Este estudo foi desenvolvido em duas poças permanentes presentes no Parque Estadual de Campos do Jordão, município de Campos do Jordão, SP, situado a 1.628 metros de altitude na Serra da Mantiqueira (22° 40' 57" S, 45° 27' 11" W) (Figura 2). Apresenta uma topografia bastante acentuada, com a presença de picos com altitudes acima dos 2000 metros, e é recortado por inúmeros riachos de nascente na Mantiqueira (PRADO & ABREU, 1995).

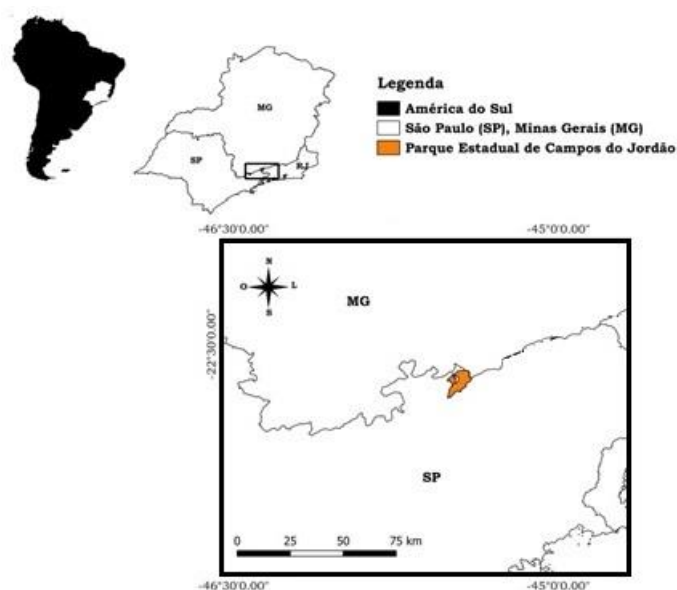


Figura 2. Extensão do Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ) entre as divisas do estado de São Paulo e Minas Gerais (área de estudo).

O Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ) está localizado ao norte do Município de Campos do Jordão ($22^{\circ} 38' 56''$ S, $45^{\circ} 28' 55''$ W; 1545m de altitude), apresenta altitudes que variam de 1.030 a 2.007m. Sua área de aproximadamente 8.300 hectares ocupa um terço da superfície total do Município de Campos do Jordão. A área do PECJ encontra-se em quase sua totalidade no planalto de Campos do Jordão. Esta área corresponde ao segundo grande degrau dos “maciços antigos do Brasil Atlântico”, onde um de seus limites básicos é a escarpa da Serra da Mantiqueira, cujas vertentes se orientam em direção ao Vale do Paraíba (SEIBERT et al. 1975). O relevo é muito acentuado e os desníveis entre os altos espigões e topos de morros ao fundo do vale excedem altitudes de 400m.

O clima é do tipo Cwb, subtropical úmido com inverno seco e verão temperado (ALVARES et al. 2013). Apresenta índices pluviométricos anuais bastante irregulares, com média anual em torno de 1.900 mm (SEIBERT et al. 1975). As duas lagoas estudadas (Figura 3), lagoa 1 ($22^{\circ}41' 29''$ S, $45^{\circ} 28' 51''$ W, 1.540 metros de altitude) e lagoa 2 ($22^{\circ} 41' 28''$ S, $45^{\circ} 29' 11''$ W, 1.525 metros de altitude), são artificiais, com água em constante troca, localizadas em área aberta, distando 300 metros de distância entre uma e outra. As duas lagoas são similares, de modo que a vegetação marginal é predominantemente composta por gramíneas e herbáceas arbustivas e a lâmina d'água é recoberta por macrófitas flutuantes e gramíneas emergentes de pequeno porte (20 cm de altura).



Figura 3. Locais de estudo no PECJ, Campos do Jordão, SP. (A) Lagoa 1; (B) Lagoa 2.

Registro e análise das vocalizações de D. microps

Foram realizadas saídas a campo entre outubro a dezembro de 2016, onde foram gravados 3 trechos de 1 minuto de 15 indivíduos machos em condições naturais, entre as 20h:00 e 03h:00, utilizando-se o gravador Digital Tascam DR-100mkII, padrão mono, taxa de amostragem de 44.100 Hz, 16 bit de resolução, acoplado a microfone externo direcional Sennheiser ME66 (sensibilidade: 50 mV/Pa, faixa de frequência: 40 Hz - 20 kHz $\pm$ 2.5 dB) a uma distância média de 50 cm do indivíduo.

Destas gravações foram analisados os seguintes parâmetros acústicos: duração do canto, taxa de repetição do canto, intervalo entre os cantos, duração da nota, intervalo entre as notas e taxa de repetição das notas, número de pulsos, duração do pulso, intervalo entre pulsos, taxa de repetição dos pulsos, frequência mínima, frequência máxima, frequência dominante (região com maior concentração de energia da nota). A terminologia bioacústica utilizada seguiu Köhler et al. (2017).

A análise bioacústica foi realizada no programa CoolEdit 96 e Raven 1.4 com taxa de amostragem de 44.100 Hz, 16 bit de resolução e opções de filtro de 256 e/ou 1024 bandas (FFT - Fast Fourier Transform), com a função de janela Hanning. Os parâmetros espectrais foram obtidos a partir dos sonogramas analisados em ambos os programas e/ou utilizando o espectro de potência para visualização da concentração de energia das notas. Os parâmetros temporais foram medidos em milissegundos (ms) por meio dos oscilogramas.

A temperatura do ar foi medida com um termômetro de mercúrio com precisão de 0,5°C no início, durante a gravação de cada indivíduo e no final da coleta. Os indivíduos amostrados tiveram a massa (g) e o comprimento rostro-cloacal (mm) mensurados, respectivamente, por meio da utilização de uma balança digital com precisão de 0,001g e

paquímetro digital de precisão de 0,01 mm. Foi realizada uma comparação entre os cantos das populações estudadas por Heyer et al. 1990, Forti et al. 2015 e os dados encontrados no presente estudo e afim de avaliar as diferenças intra-populacionais foi realizado teste de coeficiente de variação de Pearson DV/média, além disso, com o intuito de avaliar se havia alguma influência do tamanho corporal dos indivíduos sobre a frequência dominante, foi realizado o teste de correlação linear de Pearson, ambos os testes foram realizados por meio do programa estatístico PAST 3.18.

Os indivíduos gravados foram coletados como espécime testemunho (SISBio nº 54691-2; Instituto Florestal/ COTEC Processo SMA nº 260108 – 007.643/2016), e foram depositados na Coleção Científica do Laboratório de Zoologia da Universidade de Taubaté (CCLZU/IAM), Taubaté, São Paulo. As vocalizações registradas foram depositadas, no arquivo sonoro IAM do Laboratório de Zoologia da Universidade de Taubaté, UNITAU (CCLZU 3366 - 3390).

Resultados

Foram analisadas um total de 605 cantos dos 15 indivíduos machos de *D. microps* gravados em campo. Os machos gravados têm em média $23,9 \text{ mm} \pm 1,8 \text{ mm}$ ($21,2 - 27,6 \text{ mm}$) de comprimento rostro cloacal e pesam em média $0,8 \text{ g} \pm 0,1 \text{ g}$ ($0,6 - 1,1 \text{ g}$). A temperatura durante as gravações variou de 15°C a 20°C .

As vocalizações emitidas por *Dendropsophus microps* são formadas por três tipos distintos de cantos. Um canto “A normal”, simples, com apenas uma nota “A” multipulsionada. Um canto “A fusionado” composto por uma nota “A” multipulsionada e uma nota “f” representada por um pulso. Canto “B” simples, com uma nota “B”, este canto se apresenta acompanhado de outros cantos “B”, formando uma série de cantos com intervalos regulares entre si. Além desses arranjos *D. microps* combina duas séries de cantos: série “AA” simples, com um canto “A” mais longo e introdutório seguida de um canto “A” mais curto; e série “AAf”, com um canto “A” mais longo introdutório seguida de um canto “Af”.

O canto “A normal” (A) (Figura 4) é o menos emitido entre os três, 19,19% do total de cantos emitidos. O canto “A fusionado” (Af) (Figura 5) representa 19,87% de todos os cantos emitidos pelos indivíduos. O canto “B” (Figura 6), é o canto mais emitido pelos indivíduos, representando 60,92% do total de cantos. Os parâmetros espectrais e temporais dos cantos “A”, “Af” e “B” estão apresentados na tabela I.

Tabela I. Características bioacústicas dos cantos de *Dendropsophus microps*. Os dados são expressos em: média, desvio-padrão e amplitude. (Hz) Hertz; (ms) milissegundos; (nota/min) nota por minuto; (pulso/seg) pulsos por segundo.

Tipo de Canto	A	A Fusionado		B
		Nota A	Nota f	
Frequência mínima (Hz)	4236 ± 199,7 (3857 – 4878)	4201 ± 183,6 (3869 – 4683)	4331 ± 230,1 (3918 – 4752)	4266,0 ± 178,04 (3816 – 4683)
Frequência máxima (Hz)	4916 ± 182,6 (4558 – 5463)	4925 ± 146,4 (4439 – 5544)	4876 ± 177,5 (4484 – 5156)	4964,6 ± 193,3 (4366 – 5523)
Frequência dominante (Hz)	4600 ± 192 (4240 – 5171)	4595 ± 146,4 (4240 – 4975)	4598 ± 186,9 (4231 – 4976)	4639 ± 182,8 (4134 – 5171)
Duração do canto (ms)	206 ± 88 (28 – 417)	244 ± 84,7 (119 – 867)	244 ± 84,7 (119 – 867)	738,8 ± 138,6 (308 – 1172)
Duração da nota (ms)	*	206 ± 61,8 (100 – 667)	13 ± 3,8 (5 – 20)	*
Número de Pulsos	25,2 ± 13,0 (3 – 60)	11,9 ± 3,8 (7 – 38)	1	28,3 ± 4,8 (15 – 46)
Duração dos pulsos (ms)	4,1 ± 1,1 (1,2 – 7,8)	4,3 ± 1,0 (1,3 – 7,0)	**	5,3 ± 1,3 (2,6 – 9,4)
Intervalo entre pulsos (ms)	4,8 ± 1,7 (2,2 – 10,2)	10,6 ± 2,2 (4,5 – 16,2)	**	21,9 ± 2,0 (16,2 – 26,2)

Intervalo entre cantos (ms)	2921 ± 4226,8 (214 – 36054)	2786 ± 4064,5 (182 – 37325)	125 ± 103,4 (37 – 495)	816 ± 1762,9 (100 – 21187)
Taxa de repetição do canto (cantos/min)	25,5 ± 13,0 (4,5 – 66,4)	30,5 ± 20,4 (6,3 – 97,1)	30,5 ± 20,4 (6,3 – 97,1)	50,4 ± 11,6 (31,7 – 96,1)
Taxa de repetição da nota (notas/min)	*	32,2 ± 20,4 (6,1 – 90,7)	35,3 ± 26,4 (6,3 – 95,3)	*
Taxa de repetição dos pulsos (pulsos/seg)	121,7 ± 34,7 (58,0 – 234,5)	50,8 ± 14,5 (25,6 – 152,0)	**	38,76 ± 4,7 (32,6 – 76,9)
Intensidade média (dB)	79	79	79	74

* Canto representado apenas por uma nota, valor é o mesmo em relação ao canto.

** Nota representada por apenas um pulso, valor é o mesmo em relação à nota.

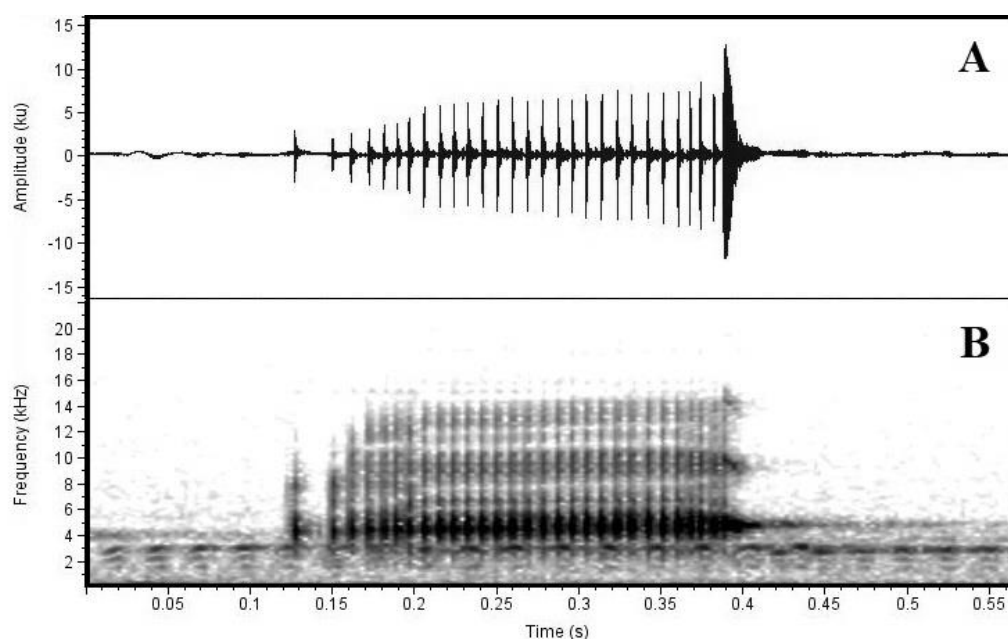


Figura 4. Canto “A normal” de *Dendropsophus microps* do Parque Estadual de Campos do Jordão, Campos do Jordão, São Paulo. (A) Oscilograma (B) Espectrograma. Verifica-se a presença de “side bands” acima de 7000 Hz. Indivíduo CCLZU 3389 (CRC: 23,71 Peso: 0,92). Temperatura no momento da gravação: 17° C.

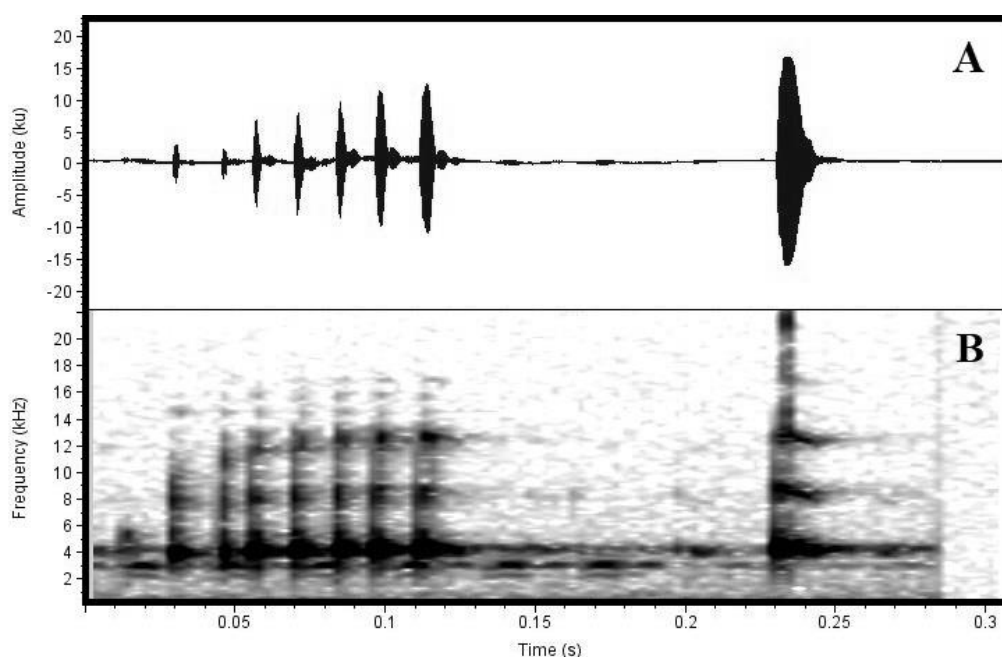


Figura 5. Canto “AF” de *Dendropsophus microps* do Parque Estadual de Campos do Jordão, Campos do Jordão, São Paulo. (A) Oscilograma (B) Espectrograma. Verifica-se a presença de “side bands” acima de 7000 Hz. Indivíduo CCLZU 3384 (CRC: 27,62 Peso: 0,98). Temperatura no momento da gravação: 17° C.

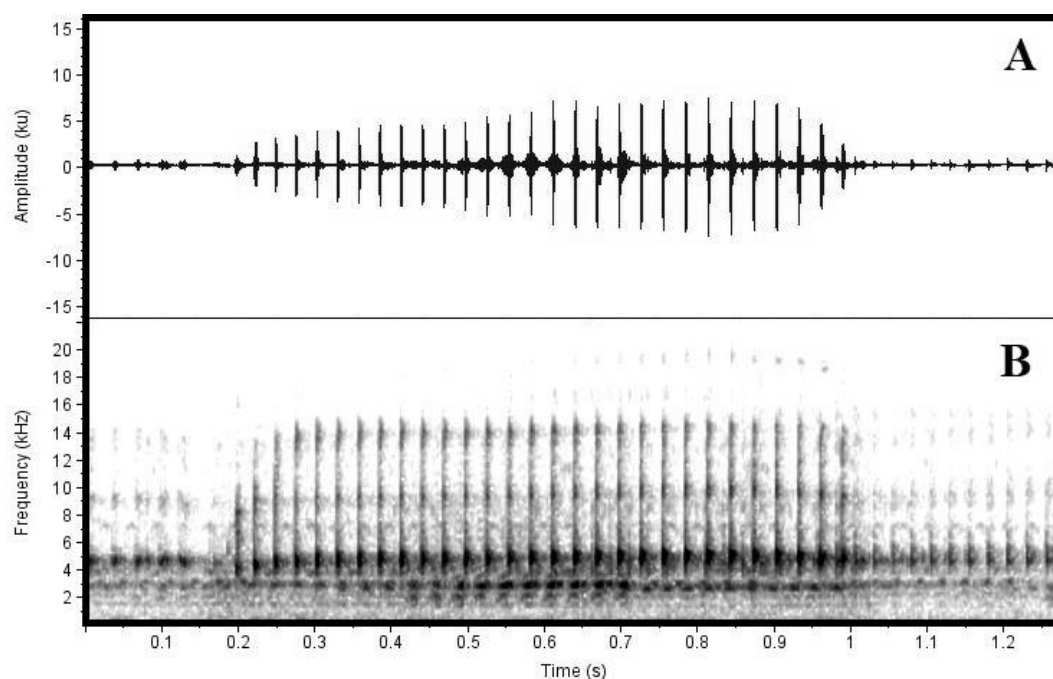


Figura 6. Canto “B” de *Dendropsophus microps* do Parque Estadual de Campos do Jordão, Campos do Jordão, São Paulo. (A) Oscilograma (B) Espectograma. Verifica-se a presença de “side bands” acima de 7000 Hz. Indivíduo CCLZU 3373 (CRC: 24,23 Peso: 0,93). Temperatura no momento da gravação: 17° C.

A série de cantos “AA” (Figura 7) foi emitida por 8 dos 15 indivíduos amostrados (Tabela II) e a série de cantos “AAf” (Figura 8) foi emitida por 5 dos 15 indivíduos amostrados. Os parâmetros espectrais e temporais dos cantos que compõem “AA” e “AAf” estão apresentados na tabela II.

Tabela II. Características bioacústicas dos cantos que compõem as séries AA e AAf. Os dados são expressos em: média, desvio-padrão e amplitude. (ms) milissegundos; (canto/min) cantos emitidos em um minuto.

Tipo de composição	“Série AA”		“Série AAf”	
	Primeiro canto A	Segundo canto A	Canto A	Canto Af
Frequência mínima (Hz)	4236 ± 197 (3921 – 4731)	4272 ± 205 (3821 – 4731)	4017 ± 77 (3841 – 4121)	4041 ± 78 (3841 – 4161)
Frequência máxima (Hz)	4885 ± 177 (4558 – 5317)	4893 ± 175 (4611 – 5219)	4878 ± 110 (4682 – 5082)	4862 ± 100 (4722 – 5082)
Frequência dominante (Hz)	4588 ± 204 (4240 – 5171)	4598 ± 181 (4240 – 4929)	4501 ± 62 (4401 – 4642)	4501 ± 62 (4401 – 4682)
Duração da série (ms)	760 ± 96 (586 – 977)	760 ± 96 (586 – 977)	1126 ± 120 (850 – 1313)	1126 ± 120 (850 – 1313)
Número de cantos	1	1	1	2
Duração do canto (ms)	204 ± 49 (104 – 309)	63 ± 25 (28 – 156)	250 ± 34 (197 – 317)	181 ± 22 (138 – 210)
Intervalo entre canto primário e secundário (ms)	417 ± 50 (349 – 485)	417 ± 50 (349 – 485)	695 ± 120 (440 – 892)	695 ± 120 (440 – 892)
Taxa de repetição da série (série/min)	24,6 ± 13,4 (6,9 – 52,2)	24,6 ± 13,4 (6,9 – 52,2)	21,1 ± 15,9 (7,56 – 52,2)	21,1 ± 15,9 (7,56 – 52,2)
Nº de pulsos	27 ± 8 (10 – 49)	6 ± 1 (3 – 10)	28 ± 7 (19 – 40)	9 ± 1 (7 – 12)
Duração do pulso (ms)	3,4 ± 1,1 (1 – 5)	4 ± 1,2 (1 – 5,7)	1,7 ± 0,4 (1 – 2,2)	2,5 ± 0,8 (1,2 – 3,6)
Intervalo entre pulsos (ms)	4,8 ± 2,1 (2 – 9)	6,1 ± 2,4 (3 – 13)	5,9 ± 1,5 (3,2 – 9)	10 ± 2 (5 – 12,5)
Intensidade média (dB)	79	79	79	79

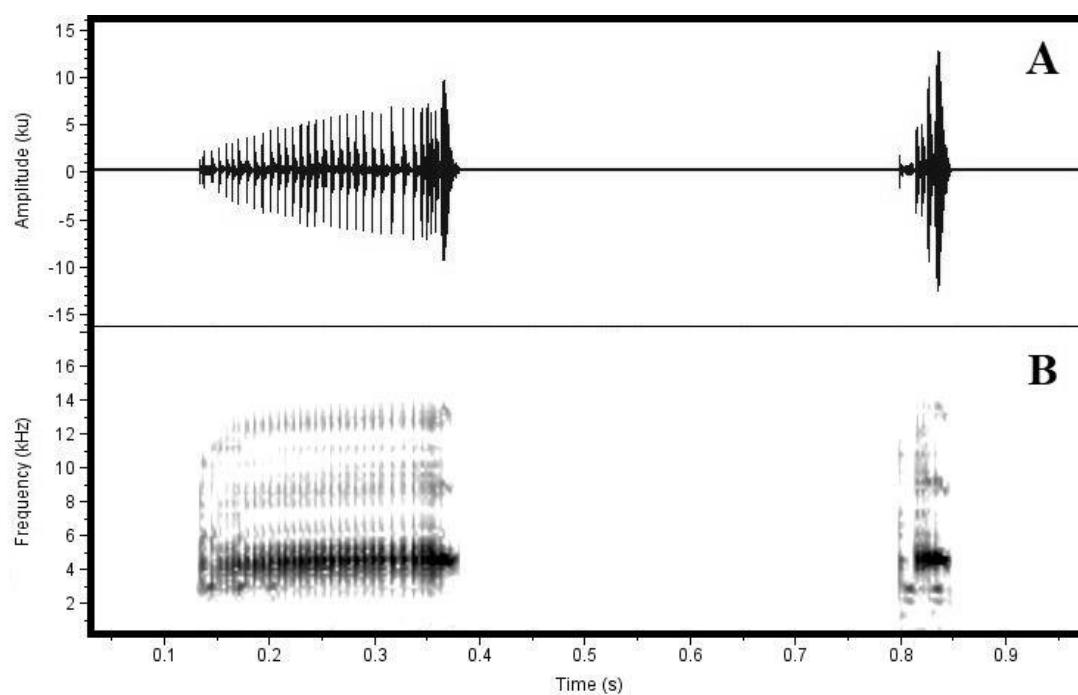


Figura 7. Série “AA” de *Dendropsophus microps* do Parque Estadual de Campos do Jordão, Campos do Jordão, São Paulo. (A) Oscilograma (B) Espectograma. Verifica-se a presença de “side bands” acima de 7000 Hz. Indivíduo CCLZU 3377 (CRC: 24,87 Peso: 0,98). Temperatura no momento da gravação: 16° C.

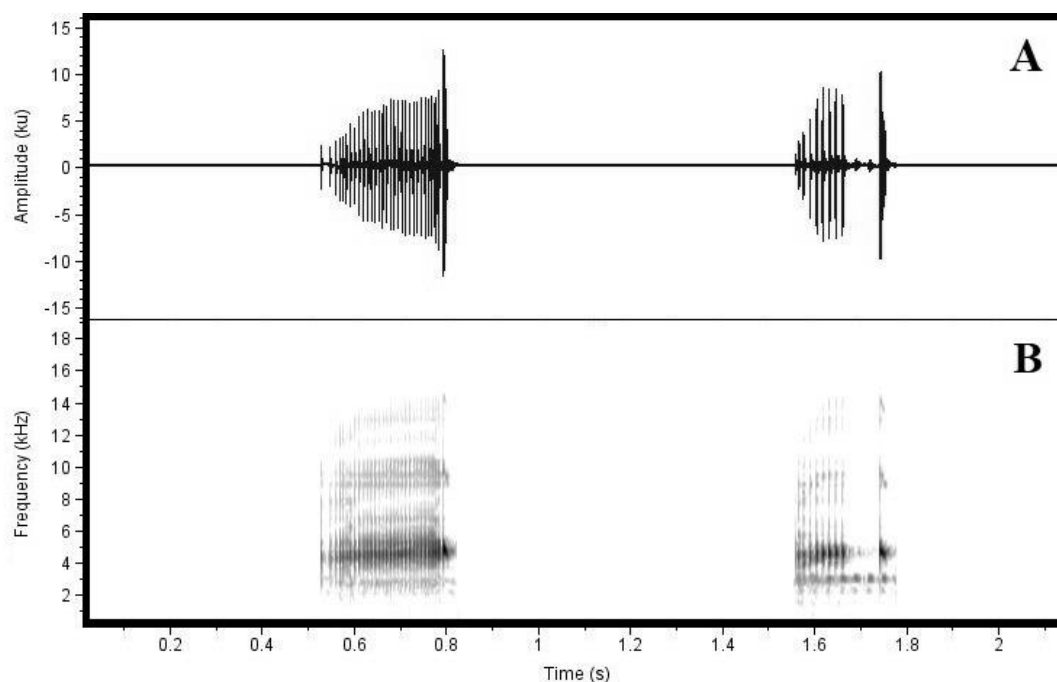


Figura 8. Série “AAf” de *Dendropsophus microps* do Parque Estadual de Campos do Jordão, Campos do Jordão, São Paulo. (A) Oscilograma (B) Espectograma. Verifica-se a presença de “side bands” acima de 7000 Hz. Indivíduo CCLZU 3377 (CRC: 24,87 Peso: 0,98). Temperatura no momento da gravação: 16° C.

O comprimento rostro cloacal (CRC) dos indivíduos de Campos do Jordão não foi significativamente maior que os indivíduos de Boracéia ($N = 3$; $t = 2,35$; $p > 0,06$). O CRC apresentou uma correlação negativa com a frequência dominante da nota “A” do canto “A normal” (Figura 9) quando realizado o teste de correlação linear de Pearson (95% de intervalo de confiança), foi registrado um valor de $r = -0,55$ e $p = 0,032$. Já no canto “Af” (Figura 10), a nota “A” apresentou valor de $r = -0,48$ e $p = 0,063$, demonstrando uma relação negativa quando comparados CRC e frequência dominante, porém neste caso o comprimento dos indivíduos não teve efeito sobre a frequência dominante, enquanto a nota “f” (Figura 11) apresentou valor de $r = -0,57$ e de $p = 0,024$, demonstrando uma correlação negativa entre frequência dominante e CRC. A nota “B” (Figura 12) apresentou valor de $r = -0,48$ e valor de $p = 0,067$, demonstrando que apesar de relação negativa entre CRC e frequência dominante, o valor de p não apresentou significância.

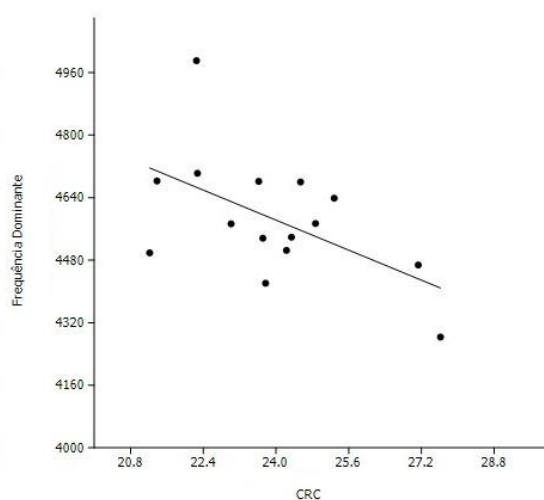


Figura 9. Correlação linear referente a nota “A” do canto “A normal” de *Dendropsophus microps* (95% de intervalo de confiança). Relação entre comprimento rostro cloacal (CRC) e frequência dominante.

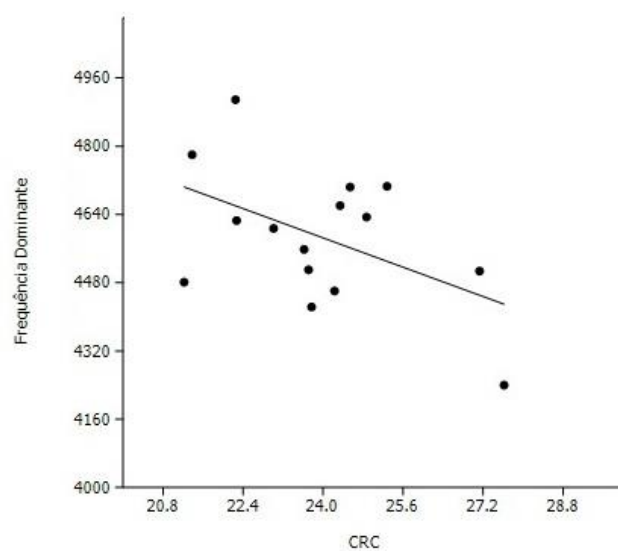


Figura 10. Correlação linear referente a nota “A” do canto “Af” de *Dendropsophus microps* (95% de intervalo de confiança). Relação entre comprimento rostro cloacal (CRC) e frequência dominante.

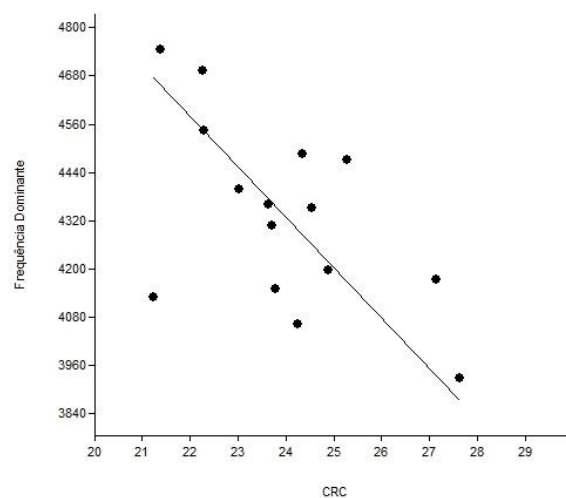


Figura 11. Correlação linear referente a nota “f” do canto “Af” de *Dendropsophus microps* (95% de intervalo de confiança). Relação entre comprimento rostro cloacal (CRC) e frequência dominante

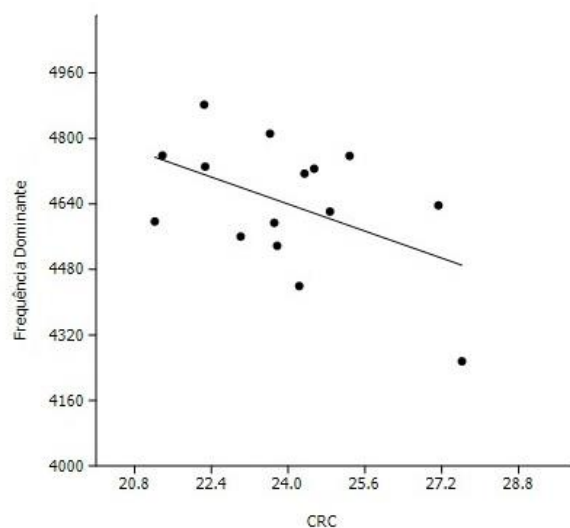


Figura 12. Correlação linear referente ao canto “B” de *Dendropsophus microps* (95% de intervalo de confiança). Relação entre comprimento rostro cloacal (CRC) e frequência dominante.

Discussão

No presente estudo, foram encontrados valores médios que representaram as características espectrais e temporais do canto de anúncio de *D. microps*. No grupo *D. parviceps*, *D. microps* juntamente com *D. giesleri* e *D. ruschii*, são as únicas espécies distribuídas na fitofisionomia de Floresta Atlântica, enquanto as outras espécies do grupo se encontram em região Amazônica (MAFFEI et al. 2009; FROST, 2018). Uma compilação das características do canto de *D. microps* com outras espécies do grupo que já tiveram seu canto descrito encontra-se na Tabela III.

Os dados encontrados para *D. microps* em Campos do Jordão diferem dos encontrados por Heyer et al. (1990) e por Forti et al. (2015) em Boracéia, assim como algumas das descrições dos cantos de espécies do grupo *D. parviceps* (RIVERO, 1969; DUELLMAN, 1970; DUELLMAN & CRUMP, 1974; DUELLMAN, 1978; HEYER, 1980; CROCROFT et al, 2001; MARQUEZ et al, 2002; ORRICO et al. 2014; FOUQUET et al. 2015) pelo fato de destes trabalhos não apresentarem uma nomenclatura atualizada (KÖHLER et al. 2017). Segundo Köhler et al. (2017), um canto é uma unidade da vocalização, que está separado de outro canto por um período de silêncio, período este que seja maior que a duração do próprio canto. Nestas descrições (HEYER et al. 1990; FORTI et al. 2015), é possível observar que os autores estavam denominando nota o que na verdade é canto, com isso, para realizar uma comparação entre as populações de *D. microps* são necessárias novas interpretações com nomenclaturas atualizadas dos dados de ambos os trabalhos. Bem como há a necessidade de se reavaliar a maioria das descrições publicadas anteriormente ao trabalho de Köhler et al. 2017 para o grupo *D. parviceps*.

As variações nos valores de espectrais e temporais do canto podem ocorrer ao nível de indivíduo, entre indivíduos e entre espécies (GERHARDT, 1991; BEE et al. 2001; GAMBALE, 2014; KÖHLER et al. 2017). O efeito do tamanho do corpo é reconhecido como uma das principais causas das variações nas características das vocalizações entre indivíduos coespecíficos (RODRÍGUEZ et al. 2015, KÖHLER et al. 2017). Em seu trabalho sobre anfíbios da Boracéia, Heyer et al. (1990) descreveu indivíduos com média de 22,5 mm de CRC, assim como os indivíduos encontrados por Forti (2015) em seu trabalho de descrição do canto de *D. microps*, apesar do valor da média do CRC dos indivíduos de Campos do Jordão ser maior, 23,9 mm, estatisticamente não foi demonstrado diferença significativa entre estas variáveis. Já quando avaliado o

efeito do CRC sobre a frequência dominante, foi encontrado uma relação negativa entre ambas as variáveis. Existe uma relação inversamente proporcional, no qual indivíduos maiores tendem a emitir cantos em faixas de frequência menores e espécies menores em faixas de frequência mais elevadas, McClelland, et al. 1997 já havia demonstrado essa relação para *D. microcephalus* e *D. ebraccata*, sendo estes parâmetros espectrais os mais influenciados pela estrutura corporal do indivíduo e do aparato vocal (DUELLMAN & TRUEB, 1994; WELLS, 2007, KÖHLER et al. 2017).

Quando comparadas, as três populações demonstraram semelhanças entre os cantos, considerando suas características espectrais. O canto “A normal” nos indivíduos de Campos do Jordão apresenta uma faixa de frequência semelhante 3857 – 5463 Hz em comparação às encontradas por Forti (2015) em Boracéia, 4574 – 5452 Hz; e Ribeirão Branco, 4513 – 5398 Hz. Além disso, a frequência dominante encontrada para os indivíduos de Campos do Jordão, 4600 ± 192 Hz, está dentro da faixa de frequência dominante encontrada por Heyer et al. (1990) 4500 – 5800 Hz.

O canto “B” emitido pelos indivíduos de Campos do Jordão apresentou faixa de frequência semelhante, de 3816-5523 Hz, aos indivíduos de Boracéia, 4513 – 5580 Hz e Ribeirão Branco, 4458 – 5226 Hz (FORTI, 2015). Quando comparadas as frequências dominantes dos cantos “B” apresentaram algumas diferenças, $4639 \pm 182,78$ Hz no presente estudo, corroborando a faixa de frequência dominante encontrada por Heyer et al. (1990) 4700 – 5500 Hz e sendo menor que a média encontrada por Forti (2015) 4913 ± 242 Hz. É possível que diferenças nas faixas de frequência encontradas entre as populações de *D. microps* citadas acima foram causadas pela variação do comprimento rostro-cloacal entre as populações.

Além disso é possível que a diferença entre os parâmetros do canto das populações de *D. microps* estejam relacionados com o gradiente altitudinal, pois as localidades estudadas apresentam grande diferença entre as altitudes, 847 metros em Boracéia (FORTI, 2015) em comparação com 1540 metros em Campos do Jordão. Em seu trabalho com *Eleutherodactylus coqui*, Narins (1986) demonstra a existência de uma relação positiva entre o comprimento rostro-cloacal e a altitude e uma relação negativa entre a altitude e a frequência fundamental do canto de anúncio desta espécie. Este fato foi corroborado no presente estudo já que os indivíduos de Campos do Jordão estão localizados em altitudes maiores e apresentam um tamanho maior, e por consequência uma faixa de frequência fundamental do canto B menor que os indivíduos de Boracéia.

Características temporais, como duração do canto, taxa de repetição de cantos e notas tendem a variar mais que as espectrais, pois são influenciadas pelas condições de temperatura e condições sociais, principalmente em cantos com duração longa ou com notas longas (GERDHART & HUBER, 2002; KÖHLER et al. 2017). O canto “A normal” tem duração média de 206 ms, se encaixando na faixa de duração apresentada por Heyer et al. (1990) de 200 ms – 350 ms apresentado para a nota. O canto “B” tem duração média de 738,8 ms, mais longa do que a faixa de duração encontrada por Heyer et al. (1990) de 500 ms – 600 ms. A média da taxa de repetição dos pulsos do canto “A”, 121,7 pulsos por segundo, se encaixa dentro do que foi encontrado por Heyer (1990), 100 – 150 pulsos por segundo, e dentro da faixa encontrada por Forti (2015) 60 – 203 pulsos por segundo. O canto “B” apresenta média da taxa de repetição de pulsos de 38,76, condizente com o encontrando por Forti (2015) 23 – 60 pulsos por segundo, porém esse valor é menor que o encontrado por Heyer et al. (1990) 45 – 55 pulsos por segundo. Já o canto “AF” apresentou duração média de 244 ms e média da taxa de repetição de pulsos de 50,8 pulsos por segundo. De modo geral, levando em consideração as novas interpretações dos trabalhos de Heyer et al. 1990 e Forti et al. 2015, as três populações de *D. microps* apresentaram cantos com características semelhantes, com pequenas dissimilaridades justificadas pelas diferenças morfométricas e por fatores abióticos. O canto “AF” é descrito pela primeira vez no presente estudo, e apesar de se assemelhar ao canto “A”, apresenta estrutura física diferente, é um canto composto por duas notas e também apresenta uma taxa de repetição de pulsos menor que o canto “A”, com essas características e levando em consideração Köhler et al. 2017, não é possível considerá-los como o mesmo canto.

Nenhum outro trabalho havia analisado o canto “AF” separadamente e nem demonstrado conseqüentemente a existência de canto composto nessa espécie. A literatura descreve resultados que corroboram as observações do presente estudo (HEYER et al. 1990; FORTI, 2015), ao mesmo tempo que demonstra a existência de lacunas entre as nomenclaturas utilizadas, conferindo assim, conhecimento mais detalhado e atualizado sobre a história natural da espécie. Com isso, esse estudo traz uma redescrição da vocalização de *D. microps* contribuindo para o conhecimento da biologia desses anuros.

Tabela III. Propriedades acústicas dos cantos de anúncio das espécies do grupo *Dendropsophus parviceps*. Com acréscimo dos resultados encontrados no presente estudo. Hertz (Hz), Segundos (s), Pulsos por segundos (pul/s).

Espécie	Frequência Dominante (Hz)	Duração do Canto (s)	Taxa de Repetição do pulso (pul/s)	Número de notas
<i>D. bokermanni</i> (Duellman, 1978)	4000 - 4652	0.23 - 0.28	100 - 190	5 - 19
<i>D. brevifrons</i> (Duellman & Crump, 1974)	4152 - 5115	0.43 - 0.49	30 - 40	26 - 46
<i>D. counani</i> (Fouquet et al. 2015)	3758 - 3960	0.21 – 0.34	8 – 10	33 - 50
<i>D. giesleri</i> (Heyer, 1980)	3000 - 3600	0.3	100	1
<i>D. kamagarini</i> (Rivadeneira et al. 2018)	3164 - 4306	0.09 – 0.2	103 - 178	1
<i>D. koechlini</i> (Fouquet et al, 2015)	4000 - 5500	0.04	-	1
<i>D. kubrichi</i> (Rivadaneira et al. 2018)	3542 - 4394	0.1 – 0.3	110 - 228	1
<i>D. microps</i> (Heyer et al. 1990)	4500 – 5800 (Canto A) e 4700 – 5500 (Canto B)	200 ms – 350 ms (Canto A) e 500 ms – 600 ms (Canto B)	100 – 150 (Canto A) e 45 – 55 (Canto B)	1 – 3 (Canto A) e 1 (Canto B)

<i>D. microps</i> (Forti et al. 2015)	4972 (Canto A) e 4913 (Canto B)	0.34 (Nota primária Canto A) e 0.67 (Canto B)	105 (Canto A) e 38 (Canto B)	1 - 5 (Canto A) e 1 (Canto B)
<i>D. microps</i>*	4240 – 5171 (Canto A), 4240 – 4975 (Canto AF) e 4134 – 5171 (Canto B)	0.206 (Canto A), 0.244 (Canto AF) e 11.02 (Canto B)	121 (Canto A), 50 (Canto AF) e 38 (Canto B)	1 (Canto A), 2 (Canto AF) e 1 (Canto B)
<i>D. ozzyi</i> (Orrico et al. 2014)	9130 - 10136	0.16 - 38	-	-
<i>D. parviceps</i> (Crocroft et al, 2001; Marquez et al, 2002)	6072 - 6341	0.12 - 0.14	140	54.5
<i>D. subocularis</i> (Duellman, 1970)	2200	0.53	43	3 - 20
<i>D. timbeba</i> (Martins & Cardoso, 1987)	3000 - 4200	0.6	18	10

* dados do presente estudo

** indivíduos de Boracéia

Referências bibliográficas

- ALVARES, C. A; STAPE, J. L; SENTELHAS, P. C; GONÇALVES, J. L. M; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. *Metereologische Zeitschrift*, ed. 22, v. 6 , pp. 711-728, 2013.
- BEE, M. A; KOZICH, C. E; BLACKWELL, K. J; GERHARDT, H. C. Individual variation in advertisment calls of territorial male green frogs, *Rana clamitans*: Implicantions for individual discrimination. *Ethology*, v. 107 pp. 65-84, 2001.
- CROCROFT, R; MORALES, V. R; MCDIARMID, R. W. Track 17 (*D. koechlini*) & 21 (*D. parviceps*), *Frogs of Tambopata, Peru*. Macaulay Library of Natural Sounds, Cornell Laboratory of Ornithology. Ithaca, NY, 2001.
- DUELLMAN, W. E. The Hylid Frogs of Middle America. *Monographs of the Museum of Natural History, University of Kansas, Lawrence*, v. 2, pp. 753, 1970.
- DUELLMAN, W. E. The biology of an equatorial herpetofauna in Amazonian Ecuador *University of Kansas, Lawrence*, n. 65, pp. 352, 1978.
- DUELLMAN, W. E; CRUMP, M. L. Speciation in frogs of the *Hyla parviceps* group in the upper Amazon Basin. *Occasional Papers of the Museum of Natural History, University of Kansas* v. 23, pp. 1-40, 1974.
- DUELLMAN, W.E; L. TRUEB. **Biology of Amphibians**. New York: McGraw-Hill, p. 670, 1986.
- DUELLMAN, W. E; TRUEB, L. **Biology of Amphibians**. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, 1994.
- ELLINGER, N; HÖDL, W. Habitats acoustics of a Neotropical lowland rainforest. *Bioacoustics*. v. 13, pp. 297 – 321, 2003.

- FAIVOVICH, J; HADDAD, C.F.B; GARCIA, P.C.A; FROST, D.R; CAMPBELL, J.A; WHEELER, W.C. Systematic review of the frog family, with special reference to Hylinae: Phylogenetic analysis and taxonomic revision. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. v. 294, pp. 1–240, 2005.
- FORTI, L. R; MÁRQUEZ, R; BERTOLUCI, J. Advertisement call of *Dendropsophus microps* (Anura: Hylidae) from two populations of southeastern Brazil. *Zoologia*, v. 32, pp. 187–194, 2015.
- FOUQUET, A; ORRICO, V. G; ERNST, R; BLANC, M; MARTINEZ, Q; VACHER, J. P; RODRIGUES, M. T; OUBOTER, P; JAIRAM, R; RON, S. A new *Dendropsophus* Fitzinger, 1843 (Anura: Hylidae) of the parviceps group from the lowlands of the Guiana Shield. *Zootaxa*, n. 4052, pp. 39–64, 2015.
- FROST, DARREL R. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 (01 February 2018). Electronic Database accessible at: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA, 2017.
- GAMBALE, P. G; SIGNORELLI, L, BASTOS, R. P. Individual variation in the advertisement calls of a Neotropical treefrog (*Scinax constrictus*). *Amphibia-Reptilia*, v. 35, n. 3, pp. 271-281, 2014.
- GERHARDT, H. C. Sound pattern recognition in some North American treefrogs (Anura: Hylidae): implications for mate choice. *American Zoologist*, v. 22, pp. 581 – 595, 1982.
- GERHARDT, H. C, DIEKAMP, B; PTACEK, M. Inter-male spacing in choruses of the spring peeper, *Pseudacris* (Hyla) *crucifer*. *Annals of Behavioral*, v. 38, pp. 1012–1024, 1989.
- GERHARDT, H. C. Female mate choice in treefrogs: static and dynamic acoustic criteria. *Annals of Behavioral*, v. 42, pp. 615-635, 1991.

- GERHARDT, H. C. The evolution of vocalization in frogs and toads. *Annual Review Systematics*, v. 25, pp. 293-324, 1994.
- GERHARDT, H. C; HUBER, F. Acoustic communication in insects and anurans. The Chicago University Press, Chicago and London, 2002.
- DUELLMAN, W. E. The hylidae frogs of Middle America. Monograph of the Museum of Natural History of the University of Kansas, v. 1, pp. 1-753, 1970.
- DUELLMAN, W. E; CRUMP, M. L. Speciation in frogs of the *Hyla parviceps* group in the upper Amazon Basin. *Occasional Papers of the Museum of Natural History, University of Kansas*, v. 23, pp. 1-40, 1974.
- GERHARDT, H. C. The evolution of vocalization in frogs and toads. *Annual Review of Systematics*, v. 25, pp. 293-324, 1994.
- GERHARDT, H. C. Evolution of Acoustic Communication: a Multi-Level Analysis of Signal Variation. *Bioacoustics Journal* v. 21, n. 1, pp. 9-11, 2012.
- HEYER, W. R. The calls and taxonomic positions of *Hyla giesleri* and *Ololygon opalina* (Amphibia: Anura: Hylidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, v. 93, pp. 655-661, 1980.
- HEYER, W. R; RAND, A. S; CRUZ, C.A.G; PEIXOTO, O. L; NELSON, C. E. Frogs of Boracéia. *Arquivos de Zoologia*, v. 31, pp. 231-410, 1990.
- KÖHLER, J; JANSEN, M; RODRÍGUEZ, A; KOK, P. J. R; TOLEDO, L. F; EMMRICH, M; GLAW, F; HADDAD, C. F. B; RÖDEL, M. O; VENCES, M. The use of bioacoustics in anuran taxonomy: theory, terminology, methods and recommendations for best practice. *Zootaxa*, v. 4251, n. 1, pp. 001-124, 2017.
- MCCLELLAND, B. E; WILCZYNSKI, W; RAND, A. S. Sexual dimorphism and species differences in the neurophysiology and morphology of the acoustic communication system of two Neotropical hylids. *J. Comp. Physiol*, v. 180, pp. 451 – 62, 1997.

- MAFFEI, F; UBAID, F. K; DE ALMEIDA, S. C; ROLIM, D. C; SCARPELLINI JR, D. G; MOYA, G. M; CRUZ, E. F. S; JIM, J. Amphibia, Anura, Hylidae, *Dendropsophus microps* (Peters, 1872): Distribution extension in state of São Paulo, Brazil and first record in Cerrado domain. Check List. A Journal of Species Lists and Distribution, v. 5, pp. 776–779, 2009.
- MARTINS, M; CARDOSO, A. J. Novas espécies de hílídeos do Estado do Acre (Amphibia: Anura). Revista Brasileira de Biologia, v.47, pp. 549-558, 1987.
- MARTINS, I. A; JIM, J. Bioacoustic analysis of advertisement call in *Hyla nana* and *Hyla sanborni* in Botucatu, São Paulo, Brazil. Brazilian Journal of Biology, v. 63, n. 3, pp. 507–516, 2003.
- MÁRQUEZ, R; DE LA RIVA, I; BOSCH, J; MATHEU, E. Sounds of frogs and toads of Bolivia. Alosa. [CD audio], 2002.
- NARINS, R. C; SMITH, S. L. Clinal variation in anuran advertisement calls: basis for acoustic isolation? Behavioral Ecology and Sociobiology, v. 19, pp. 135-141, 1986.
- NARINS, P. M; FENG, S. A; FAY, R. R; POPPER, A. N. **Hearing and sound communication in amphibians**. Springer, New York. 2007.
- ORRICO, V. G. D; PELOSO, P. L; STURARO, M. J; DA SILVA-FILHO, H. F; NECKEL-OLIVEIRA, S; GORDO, M; FAIVOVICH, J; HADDAD, C. F. B. A new “Bat-Voiced” species of *Dendropsophus* Fitzinger, 1843 (Anura, Hylidae) from the Amazon Basin, Brazil. Zootaxa, n. 3881, v. 4, pp. 341–361, 2014.
- RIVADENEIRA, C. D; VENEGAS, P. J; RON, S. R. Species limits within the widespread Amazonian treefrog *Dendropsophus parviceps* with descriptions of two new species (Anura, Hylidae). ZooKeys, v. 726, pp. 25–77, 2018.
- RODRÍGUEZ, R. L; ARAYA-SALAS, M; GRAY, D. A; REICHERT, M. S; SYMES, L. B; WILKINS, M. R; SAFRAN, R. J; HÖBEL, G. How acoustic signals scale with

- individual body size: common trends across diverse taxa. *Behavioral Ecology*, v. 26, pp. 168–177, 2015.
- RYAN, M. J. **Anuran Communication**. Smithsonian Institution Press, Washington, London, p. 252, 2001.
- SEGALLA, M. V; CARAMASCHII, U; CRUZ, C. A. G; GRANT, T; HADDAD, C. F. B; LANGONE, J; GARCIA, P. C. A. Brazilian amphibians – List of species. *Herpetologia Brasileira*, v. 3, n. 2, pp. 37 – 48, 2016.
- SEIBERT, C. L, NEGREIROS, O. C, BUENO, R. A, EMERICH, W, MOURA-NETTO, B. V, MARCONDES, M. A. P, CESAR, S. F, GUILLANIMON, J. R, MONTAGNA, R. A. A, BARRETO, J. R, OLIVEIRA, M. C; GODOI, A. Plano de manejo no Parque Estadual de Campos de Jordão. *Boletim Técnico do Instituto Florestal de São Paulo* v. 19, pp. 1-153, 1975.
- TOLEDO, L. F; MARTINS, I. A; BRUSCHI, D. P; PASSOS, M. A; ALEXANDRE, C; HADDAD, C. F. B. The anuran calling repertoire in the light of social context. *Acta Ethologica*, v. 2, pp. 87-99, 2014.
- TOLEDO, L. F; HADDAD, C. F. B. Acoustic repertoire and calling site of *Scinax fuscomarginatus* (Anura, Hylidae). *Journal of Herpetology*, v. 39, n. 3, pp. 455 – 464, 2005.
- WELLS, K. D. The social behaviour of anuran amphibians. *Animal Behavior*, v. 25, pp. 666-693, 1977.
- WELLS, K. D. The Energetics of Calling in Frogs. In: Ryan, M. J. (ed.), **Anuran Communication**. Smithsonian Institution Press, Washington, London, p. 45-60, 2001.
- WELLS, K. D. **The ecology and behavior of amphibians**. The University of Chicago Press, Chicago. 1148 p. 2007.

Capítulo 2

Análise da função dos cantos de *Dendropsophus microps* (Peters, 1872)
(Anura, Hylidae)

Maysa Hernandes Ricardo Toledo & Itamar Alves Martins

São José do Rio Preto

2018

Resumo

Os anuros apresentam diferentes tipos de canto, com diferentes funções no contexto social, classificadas por observações de campo e experimentos de *playback*. No presente estudo, avaliamos as funções do canto de *Dendropsophus microps* do Parque Estadual de Campos do Jordão por meio de testes de *playback* em condições naturais. Entre setembro a novembro de 2017 foram gravados e contabilizados 2.009 cantos. A fase do estímulo reuniu 51,4% dos cantos emitidos, sendo o canto “B” o mais emitido, em 54,2% dos casos. Os estímulos “A”, “Af”, “AA” e “AAf” geraram uma decaída na porcentagem de emissão de cantos “B” e um aumento na quantidade de emissão de cantos “A”, “Af” e séries “AA” e “AAf”, também ocasionou resposta comportamental de sinalização visual. Foram registrados cinco casos formação de amplexo, oito machos realizando sinalização visual e três combates físicos entre machos de *D. microps*. Foi registrado série de 4 a 5 cantos “A” curtos com duração variando de 44 ms – 88 ms ($66,5 \pm 20,1$), com intervalos variando de 303 ms – 473 ms ($397,7 \pm 60,9$) entre os cantos, durante interações agonísticas. Outras espécies em estudos com *playback* apresentaram comportamento semelhante à *D. microps* aos sinais coespecíficos. Aqui identificamos o canto “B” como canto de anúncio e os cantos “A”, “Af” e as séries “AA” e “AAf” como cantos agressivos. Também foi constatado a presença de comunicação visual adicionalmente a comunicação acústica destes indivíduos. Desse modo, este estudo fornece informações relevantes para a biologia descritiva e comportamental deste indivíduo.

Palavras-chave: Anuros, Hilídeos, experimento de *playback*, função do canto, Serra da Mantiqueira.

Abstract

Anurans amphibians perform different types of calls, with different functions in social context, these calls are normally classified by field observations and playback experiments. In this study, we evaluated the call functions of Dendropsophus microps from Campos do Jordão State Park by playback experiment under natural conditions. Between september and november 2017, 2,009 calls were recorded. The stimulus stage represented 51.4% of all calls issued, call "B" was the most emitted in 54.2% of the cases. The "A", "Af", "AA" and "AAf" stimuli generated a decrease in the percentage of calls "B" issuing and an increase in the issuance of "A", "Af", "AA", "AAf", and also caused behavioral response such as toe troembling visual signaling. Five cases of embracing were recorded, eight males performing visual signaling and three physical combats among males of D. microps. A call series composed by four to five short calls "A" were recorded, with duration ranging from 44 ms - 88 ms (66.5 ± 20.1) and intervals between the notes ranging from 303 ms - 473 ms (397.7 ± 60.9), during agonistic interactions. Other species on studies with playback methodology showed similar behavior such as D. microps in response to coespecific signals. Here we identify the call "B" as the advertisement call and "A", "Af"; "AA", "AAf" calls as aggressive call. It was also verified the presence of visual communication in addition to acoustic communication of these individuals. Thus, this study provides relevant information to descriptive and behavioral biology of this specimen.

Keywords: Anurans, Tree frogs, playback methodology, call function, Serra da Mantiqueira.

Introdução

Os anuros podem usar um rico repertório vocal para se comunicar e as vocalizações são utilizadas dentro do contexto social para expressar diferentes comportamentos (GERHARDT & HUBER, 2002; TOLEDO et al. 2014), e um único sinal sonoro pode significar uma ou múltiplas mensagens (WELLS, 1977; DUELLMAN & TRUEB, 1986; GERHARDT, 1992). Existem diferentes tipos de canto, classificados de acordo com o contexto social (GERHARDT, 1994, WELLS, 2007, TOLEDO, et al. 2014), por meio de observações de campo e experimentos de *playback* (GERHARDT & HUBER, 2002). Por não serem capazes de aprenderem e assimilarem sinais novos ao longo da vida, os anfíbios anuros, bem como alguns insetos, apresentam repertórios vocais pequenos, a maioria das espécies apresentam canto característico, no qual as estruturas acústicas se repetem com pequena variação (DUELLMAN & TRUEB, 1994; GERHARDT & HUBER, 2002).

Dentre os tipos de canto, o canto de anúncio (“advertisement call” Wells, 1977) possui papel relevante na história natural e evolutiva dos anuros, apresenta estruturas espectrais e/ou temporais fundamentais para o reconhecimento específico e atração das fêmeas para reprodução (GERDHART, 1994; WELLS, 2007). Além disso, por apresentar características influenciadas pelo tamanho corpóreo do indivíduo pode transmitir esta informação para seus coespecíficos, evitando ou ocasionando possíveis confrontos, pode também promover espaçamento entre machos vizinhos, defesa de território e ser o principal mecanismo de isolamento reprodutivo pré-zigótico (WELLS, 1977; GERHARDT, 1994; GIASSEN & HADDAD, 2006; WELLS, 2007).

A presença de territorialidade pode ser observada nos anuros pelo fato dos machos emitirem cantos em torno dos corpos d’água, em posição estacionária (DUELLMAN & TRUEB, 1994), delimitado o sítio de vocalização estes machos o defendem de intrusos por meio de cantos agressivos e ocasionalmente, com combates físicos (WELLS, 1988, 2007). Algumas espécies de anuros adicionam graus de flexibilidade em seus sistemas de comunicação, usando uma gradação do canto de anúncio (SCHWARTZ, 1989). Os machos têm a capacidade de alterar a frequência das notas, aumentar taxa de repetição das notas e pulsos, a duração do canto, bem como alterar a estrutura física das notas a fim de emitir um sinal agressivo (WELLS, 2007). No caso de algumas espécies, os machos também alteram estes sinais sonoros conforme a densidade dos machos vocalizantes no coro durante situações de interação social (GIASSON & HADDAD, 2006; MARTINS et al. 2006, MARTINS & JIM, 2004). Este ajuste vocal ligado a mudanças nos parâmetros

espectrais e temporais durante a competição intrasexual é geralmente detectado por meio de experimentos de playback (GERDHART & HUBER, 2002).

Os estudos das interações sociais por meio da análise de cantos é a forma mais utilizada nas pesquisas sobre comportamento de anfíbios anuros (WELLS, 1980, 1988; GERHARDT, 1994; BASTOS & HADDAD, 1995; BIONDA et al. 2011; MCLEAN et al. 2012; CAMURUGI et al. 2015), ainda assim, no Brasil, estudos que utilizem a metodologia de *playback* para interpretar estas interações são escassos (GIASSON & HADDAD, 2006; MORAIS et al. 2015; NALI & PRADO, 2014; CAMURUGI et al. 2015; SIGNORELLI et al. 2016). Em tais experimentos, preferências da fêmea, atração pelo canto (ARAK, 1988; POOLE & MURPHY, 2007) e defesa de território pelos machos (GIVEN, 1999; BEE & BOWLING, 2002; HUMFELD et al. 2009) puderam ser avaliados, pois estes testes auxiliam a identificar qual resposta comportamental está sendo realizada frente à um diferente tipo de sinal emitido pelo macho vocalizante, inferindo assim possíveis funções para este canto (GERHARDT & HUBER, 2002; GIASSON & HADDAD, 2006; WELLS, 2007).

Experimentos com *playback* demonstraram que a função primária do canto de anúncio, na maioria das espécies de anuros, é a atração de fêmeas coespecíficas (GERHARDT, 1982) e, secundariamente, a defesa de território (WELLS, 2007). A maioria dos estudos que utilizaram tal metodologia foram realizados em laboratório (GERHARDT & HUBER, 2002). No entanto, é recomendado que experimentos comportamentais afim de se compreender interações sociais sejam realizados em campo, apesar da falta de controle de variáveis abióticas, como temperatura do ar, e bióticas, como a densidade de indivíduos na poça (BEE, 2001; LÜDDECKE, 2002).

Dendropsophus microps (PETERS, 1872) pertence ao grupo *D. parviceps*, composto por 17 espécies: *D. bokermanni* (GOIN, 1960), *D. brevifrons* (DUELLMAN & CRUMP, 1974), *D. counani* (FOUQUET et al. 2015), *D. frosti* (MOTTA et al. 2012), *D. giesleri* (MERTENS, 1950), *D. grandisonae* (GOIN, 1966), *D. koechlini* (DUELLMAN & TRUEB, 1989), *D. luteocellatus* (ROUX, 1927), *D. kamagarini* (Rivadaneira et al. 2018), *D. kubrichi* (Rivadaneira et al. 2018), *D. microps*, *D. parviceps* (BOULENGER, 1882), *D. pauiniensis* (HEYER, 1977), *D. ruschii* (WEYGOLDT & PEIXOTO, 1987), *D. schubarti* (BOKERMANN, 1963), *D. subocularis* (DUNN, 1934), *D. timbeba* (MARTINS & CARDOSO, 1987) (FAIVOVICH et al. 2005; FROST, 2018, RIVADANEIRA et al. 2018). Está distribuída desde o sul da Bahia até o norte do Rio Grande do Sul, concentrada na região sudeste, ocupando áreas de Floresta Atlântica e

Cerrado adjacente (MAFFEI et al. 2009; FROST, 2018). *D. microps* apresenta 3 tipos de cantos distintos, canto “A”, “A fusionado” e “canto B” (HEYER et al. 1990; FORTI et al. 2015; presente estudo), porém não há nenhuma descrição sobre a função de cada um destes cantos no contexto social da espécie.

Neste estudo, avaliamos os tipos e as funções do canto de *Dendropsophus microps* localizadas no Parque Estadual de Campos do Jordão por meio de testes de *playback* em condições naturais, incluindo respostas comportamentais relacionadas ao teste.

Material e Métodos

Área de estudo

Localizado na Serra da Mantiqueira, município de Campos do Jordão, o Parque Estadual de Campos do Jordão foi escolhido como local para o desenvolvimento deste estudo. Sua área apresenta gradientes altitudinais variando de 1.030 a 2.007m (22° 38' 56'' S 45° 28' 55'' W; 1545m de altitude), com clima subtropical úmido com inverno seco e verão temperado, do tipo Cwb (ALVARES et al. 2013), com média pluviométrica anual em torno de 1804 mm (SEIBERT et al. 1975). Apresenta vegetação local composta pela Floresta Ombrófila Mista e pelos Campos de Altitude (SEIBERT et al. 1975) (Figura 13).

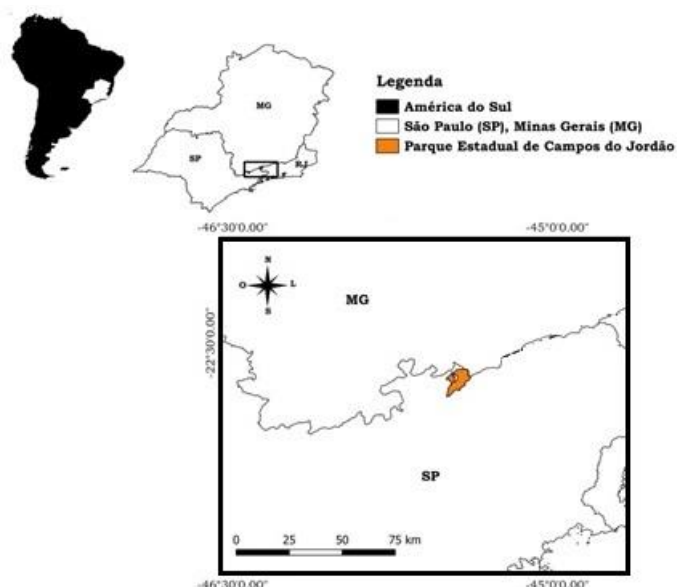


Figura 13. Extensão do Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ) entre as divisas do estado de São Paulo e Minas Gerais (área de estudo).

No PECJ os experimentos de *playback* foram realizados em uma lagoa permanente, com constante fluxo de troca de água, denominada Lagoa 2 (Figura 14). A lagoa 2 (22°41'28.09" S, 45°29'11.05" W, 1.525 metros de altitude), é artificial, mede aproximadamente 20 metros de largura por 60 metros de comprimento e apresenta profundidade máxima superior a 1 m em sua porção central. Apresenta vegetação marginal predominantemente composta por gramíneas e herbáceas arbustivas, sua superfície é recoberta por macrófitas flutuantes e gramíneas emergentes de pequeno porte (de 20 cm a 30 cm de altura).

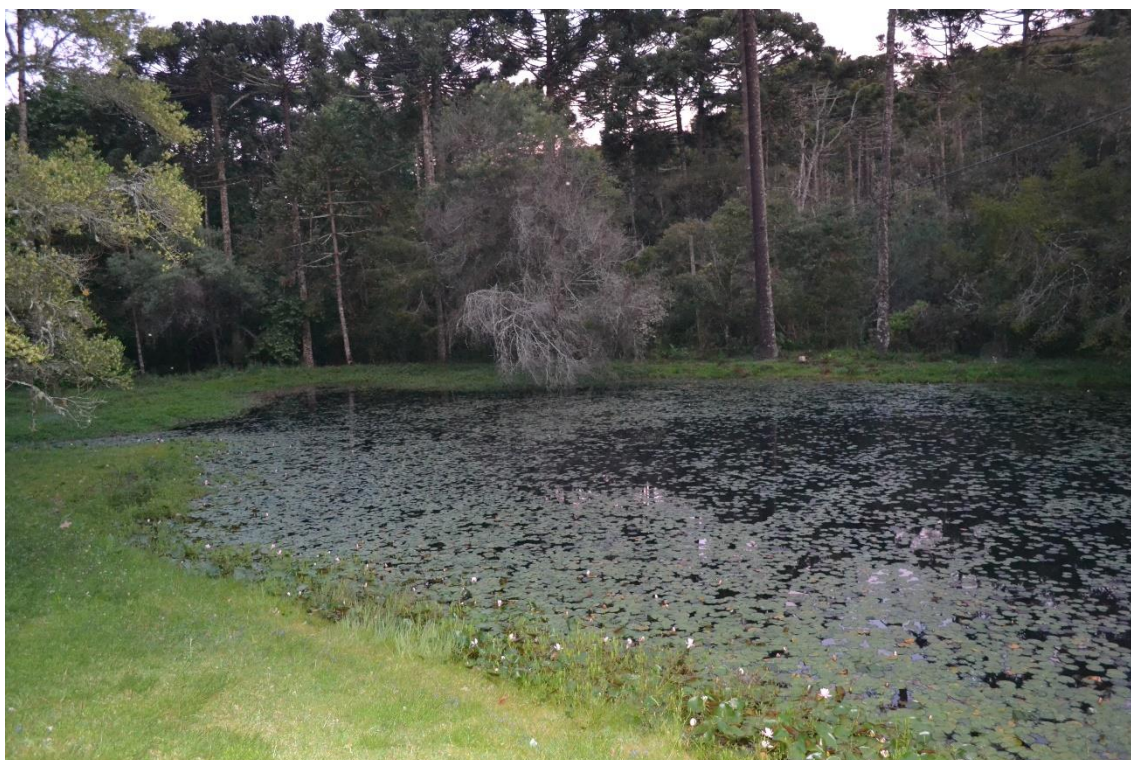


Figura 14. Local de estudo (Lagoa 2) localizado no Parque Estadual de Campos do Jordão, Campos do Jordão, SP.

Experimento de playback e análises das vocalizações de D. microps

Foram realizadas saídas de campo entre setembro de 2017 a novembro de 2017, o experimento se iniciava às 20h00 quando já havia formação do coro e se encerravam às 02h00 quando a atividade dos indivíduos diminuía.

Os termos, “canto A”, “canto A fusionado” e “canto B”, utilizados por Heyer et al. (1990) e Forti et al. (2015) e no primeiro capítulo do presente estudo, foram aplicados para os indivíduos de *D. microps* utilizados neste experimento. Com a análise de 20 cantos do tipo “A”, 20 cantos do tipo “A fusionada” e 20 cantos do tipo “B” foram elaborados 5 trechos de playback de 1 minuto. Ao elaborar estes estímulos naturais, foram

escolhidos cantos “A”, “A fusionada”, “B”, e séries “AA” e “AAf” (Figura 15) que tivessem valores espectrais e temporais mais próximos das médias obtidas das análises das notas, levando em consideração principalmente a frequência dominante, valores dos parâmetros utilizados para a construção dos trechos de *playback* encontram-se nas tabelas IV e V. Assim, cinco estímulos de *playback* foram utilizados e com cada estímulo foram testados e gravados 10 machos, totalizando 50 indivíduos de *Dendropsophus microps*.

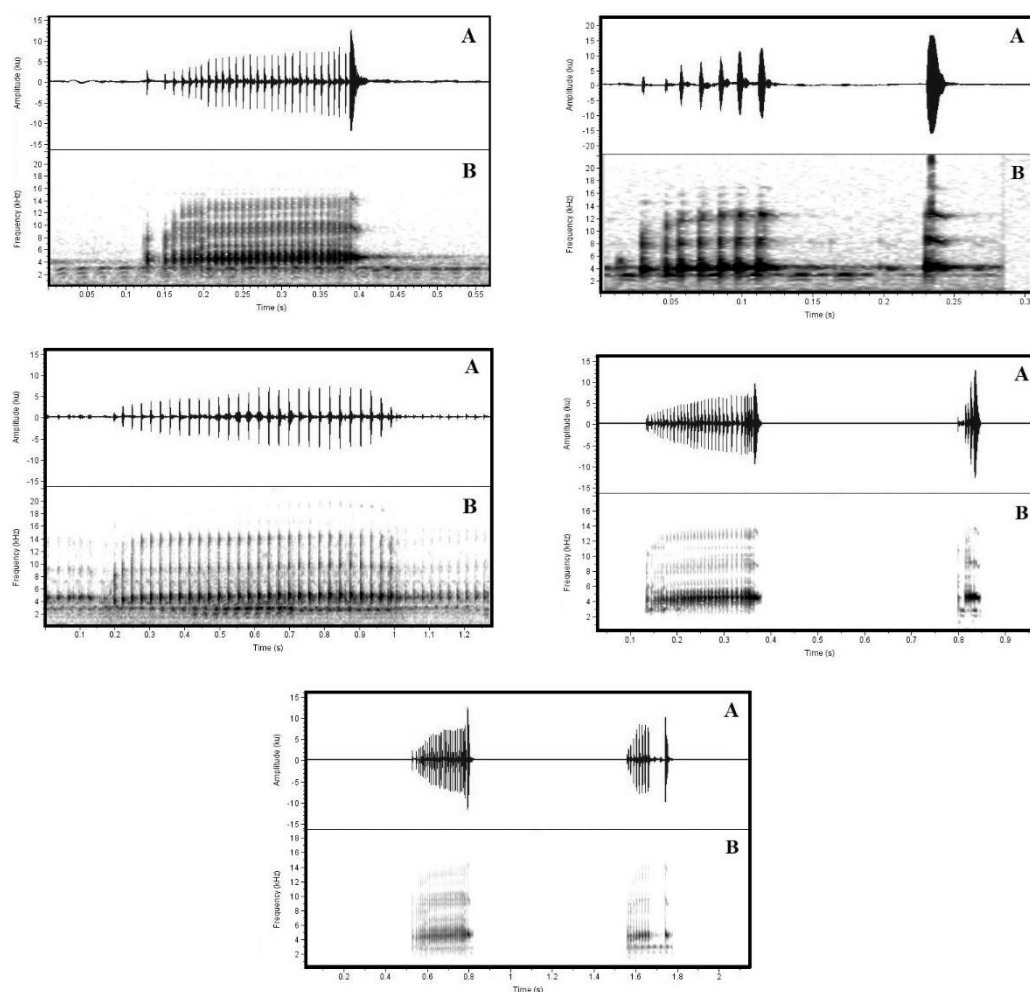


Figura 15. Cantos selecionados para a construção dos trechos de playback. I – Canto “A”; II – Canto “A fusionado”; III – Canto “B”; IV – Série “AA”; V – Série “AAf”. (A) Oscilograma (B) Espectrograma. Verifica-se a presença de “side bands” acima de 7000 Hz.

Tabela IV. Características bioacústicas dos cantos de *Dendropsophus microps* utilizadas para a construção do *playback*. Os dados são expressos em: média, desvio-padrão e amplitude. (Hz) Hertz; (ms) milissegundos; (nota/min) nota por minuto; (pulso/seg) pulsos por segundo.

Tipo de Canto	A	A Fusionado		B
		Nota A	Nota f	
Frequência mínima (Hz)	4236 ± 199,7 (3857 – 4878)	4201 ± 183,6 (3869 – 4683)	4331 ± 230,1 (3918 – 4752)	4266,0 ± 178,04 (3816 – 4683)
Frequência máxima (Hz)	4916 ± 182,6 (4558 – 5463)	4925 ± 146,4 (4439 – 5544)	4876 ± 177,5 (4484 – 5156)	4964,6 ± 193,3 (4366 – 5523)
Frequência dominante (Hz)	4600 ± 192 (4240 – 5171)	4595 ± 146,4 (4240 – 4975)	4598 ± 186,9 (4231 – 4976)	4639 ± 182,8 (4134 – 5171)
Duração do canto (ms)	206 ± 88 (28 – 417)	244 ± 84,7 (119 – 867)	244 ± 84,7 (119 – 867)	738,8 ± 138,6 (308 – 1172)
Duração da nota (ms)	*	206 ± 61,8 (100 – 667)	13 ± 3,8 (5 – 20)	*
Número de Pulsos	25,2 ± 13,0 (3 – 60)	11,9 ± 3,8 (7 – 38)	1	28,3 ± 4,8 (15 – 46)
Duração dos pulsos (ms)	4,1 ± 1,1 (1,2 – 7,8)	4,3 ± 1,0 (1,3 – 7,0)	**	5,3 ± 1,3 (2,6 – 9,4)
Intervalo entre pulsos (ms)	4,8 ± 1,7 (2,2 – 10,2)	10,6 ± 2,2 (4,5 – 16,2)	**	21,9 ± 2,0 (16,2 – 26,2)

Intervalo entre cantos (ms)	2921 ± 4226,8 (214 – 36054)	2786 ± 4064,5 (182 – 37325)	125 ± 103,4 (37 – 495)	816 ± 1762,9 (100 – 21187)
Taxa de repetição do canto (cantos/min)	25,5 ± 13,0 (4,5 – 66,4)	30,5 ± 20,4 (6,3 – 97,1)	30,5 ± 20,4 (6,3 – 97,1)	50,4 ± 11,6 (31,7 – 96,1)
Taxa de repetição da nota (notas/min)	*	32,2 ± 20,4 (6,1 – 90,7)	35,3 ± 26,4 (6,3 – 95,3)	*
Taxa de repetição dos pulsos (pulsos/seg)	121,7 ± 34,7 (58,0 – 234,5)	50,8 ± 14,5 (25,6 – 152,0)	**	38,76 ± 4,7 (32,6 – 76,9)
Intensidade média (dB)	79	79	79	74

* Canto representado apenas por uma nota, valor é o mesmo em relação ao canto.

** Nota representada por apenas um pulso, valor é o mesmo em relação à nota.

Tabela V. Características bioacústicas dos cantos que compõem as séries AA e AAF que foram utilizados na construção dos trechos de *playback*. Os dados são expressos em: média, desvio-padrão e amplitude. (ms) milissegundos; (canto/min) cantos emitidos em um minuto.

Tipo de composição	“Série AA”		“Série AAF”	
	Primeiro canto A	Segundo canto A	Canto A	Canto Af
Frequência mínima (Hz)	4236 ± 197 (3921 – 4731)	4272 ± 205 (3821 – 4731)	4017 ± 77 (3841 – 4121)	4041 ± 78 (3841 – 4161)
Frequência máxima (Hz)	4885 ± 177 (4558 – 5317)	4893 ± 175 (4611 – 5219)	4878 ± 110 (4682 – 5082)	4862 ± 100 (4722 – 5082)
Frequência dominante (Hz)	4588 ± 204 (4240 – 5171)	4598 ± 181 (4240 – 4929)	4501 ± 62 (4401 – 4642)	4501 ± 62 (4401 – 4682)

Duração da composição (ms)	760 ± 96 (586 – 977)	760 ± 96 (586 – 977)	1126 ± 120 (850 – 1313)	1126 ± 120 (850 – 1313)
Número de cantos	1	1	1	2
Duração do canto (ms)	204 ± 49 (104 – 309)	63 ± 25 (28 – 156)	250 ± 34 (197 – 317)	181 ± 22 (138 – 210)
Intervalo entre canto primário e secundário (ms)	417 ± 50 (349 – 485)	417 ± 50 (349 – 485)	695 ± 120 (440 – 892)	695 ± 120 (440 – 892)
Taxa de repetição da composição (composição/min)	24,6 ± 13,4 (6,9 – 52,2)	24,6 ± 13,4 (6,9 – 52,2)	21,1 ± 15,9 (7,56 – 52,2)	21,1 ± 15,9 (7,56 – 52,2)
Nº de pulsos	27 ± 8 (10 – 49)	6 ± 1 (3 – 10)	28 ± 7 (19 – 40)	9 ± 1 (7 – 12)
Duração do pulso (ms)	3,4 ± 1,1 (1 – 5)	4 ± 1,2 (1 – 5,7)	1,7 ± 0,4 (1 – 2,2)	2,5 ± 0,8 (1,2 – 3,6)
Intervalo entre pulsos (ms)	4,8 ± 2,1 (2 – 9)	6,1 ± 2,4 (3 – 13)	5,9 ± 1,5 (3,2 – 9)	10 ± 2 (5 – 12,5)
Intensidade média (dB)	79	79	79	79

Cada indivíduo foi testado com apenas um tipo de estímulo. Os estímulos foram elaborados no programa CoolEdit 96 com uma taxa de amostragem de 44.100 Hz e 16-bit de resolução. Foram utilizados os seguintes estímulos de acordo com as características bioacústicas analisadas:

- (i). Estímulo com “canto A”: sequência de 20 “cantos A” emitidos em intervalos regulares de 2,9 segundos, calculados segundo a taxa de repetição do canto.
- (ii). Estímulo com “canto A fusionado”: sequência de 21 “cantos A fusionado” emitidos em intervalos regulares de 2,7 segundos, calculados segundo a taxa de repetição do canto.

(iii). Estímulo com “canto B”: sequência de 38 “cantos B”, emitidos em intervalos regulares de 0,8 segundos, calculados segundo a taxa de repetição do canto.

(iv). Estímulo com “série AA”: sequência de 15 “séries AA” emitidas em intervalos regulares de 3,3 segundos. O intervalo entre o “canto A” introdutório e o segundo “canto A” foi de 0,5 segundos. Levando em consideração a taxa de repetição da série.

(v). Estímulo com “série AAF”: sequência de 14 “séries AAF” emitidas em intervalos regulares de 3,2 segundos. O intervalo entre o “canto A” introdutório e o “canto A fusionado” foi de 0,7 segundos. Levando em consideração a taxa de repetição da série.

Os experimentos de *playback* apresentaram a seguinte organização sequencial: pré-estímulo/controle, *playback* e pós-estímulo, com intuito de observar as variações das respostas acústicas e visuais em função dos estímulos, adaptando a metodologia empregada por Giasson & Haddad (2006), descrita a seguir:

- O primeiro minuto de espera (pré-período, tratamento controle), com nenhum estímulo realizado. O controle funciona como base para determinarmos a variação.
- No segundo minuto foi emitido o estímulo de *playback* (canto A, canto A fusionado, canto B, série AA ou série Af). Espera-se que haja variação das taxas de emissão dos cantos durante esta fase.
- No terceiro minuto foi realizado outro período de silêncio (pós-estímulo). Espera-se que sem o estímulo a taxa de emissão retorne como estava no controle.

Os indivíduos avaliados tiveram suas respostas observadas e gravadas durante o período de 3 minutos, por meio da utilização do método animal focal (LEHNER, 1996), afim de também observar respostas visuais durante o experimento. As gravações das respostas acústica foram realizadas utilizando-se o gravador Digital Tascam DR-100mkII, padrão mono, taxa de amostragem de 44.100 Hz, 16 bit de resolução, acoplado ao microfone externo direcional Sennheiser ME66 (sensibilidade: 50 mV/Pa, faixa de frequência: 40 Hz - 20 kHz $\pm$ 2.5 dB) a uma distância média de 50 cm do indivíduo (GIASSON & HADDAD, 2006). Enquanto o experimento era aplicado foi utilizado o modo da lanterna de luz vermelha em baixa intensidade para não haver intervenção no comportamento do animal (HADDAD, 1987; NALI & PRADO, 2014).

Para a emissão dos estímulos de *playback*, foi utilizada uma caixa de som posicionada a 50 cm de distância do macho residente, previamente ajustada a intensidade média sonora para a população de *D. microps*. A intensidade sonora foi ajustada por meio

da utilização do decibelímetro digital DEC-490, com precisão de $\pm 1,4$ dB, escala de frequência de 31,5 Hz a 8 kHz, ajustado ao nível de escala Auto (30 dB a 130 dB), ponderação rápida de 125 ms e ponderação de frequência A (dBA).

Após os experimentos foram contabilizadas as respostas acústicas emitidas pelos machos em cada fase do experimento de *playback* no programa CoolEdit 96 e Raven 1.3 com taxa de amostragem de 44.100 Hz, 16 bit de resolução e opções de filtro de 256 e/ou 1024 bandas (FFT - Fast Fourier Transform), com a função de janela Hanning. A terminologia bioacústica seguiu Köhler et al. (2017). Para a identificação dos cantos de *D. microps* foi utilizada a terminologia bioacústica proposta por Toledo et al. (2014), que descreve as propriedades físicas dos parâmetros acústicos bem como considera informações sobre o contexto social em que estes cantos foram emitidos.

Os machos utilizados no experimento foram mensurados quanto ao seu comprimento rostro-cloacal (CRC) por meio da utilização de um paquímetro digital com precisão de 0,1 mm e quanto a massa por meio da utilização de uma balança digital com 0,1 g de precisão. Machos avaliados foram coletados e mantidos em laboratório até o final dos experimentos, para evitar que houvesse chance em uma soltura prévia, que fosse realizado mais de um teste com o mesmo indivíduo. Posteriormente, os espécimes coletados foram liberados no mesmo local em que foram coletados. As vocalizações registradas foram depositadas em padrão mono 16 bit, no arquivo sonoro IAM do Laboratório de Zoologia da Universidade de Taubaté, UNITAU.

Resultados

Os 50 indivíduos de *D. microps* apresentaram média do comprimento rostro-cloacal de $27,6 \text{ mm} \pm 1,7 \text{ mm}$ (20,5 – 27,9 mm) e da massa $0,9 \text{ g} \pm 0,1 \text{ g}$ (0,5 – 1,1 g). Durante o experimento de *playback* os machos emitiram todos os tipos de vocalizações (notas A, A fusionada, B e cantos AA e AA fusionado). A temperatura durante a realização dos testes variou de 12 °C a 17 °C.

Resposta acústica

Indivíduos de *Dendropsophus microps* do PECJ iniciam as vocalizações entre 19h30 e 20h e as interações diminuía entre 23h30 e 00h, em dias seguidos de chuvas fortes (>20mm) quando a densidade de indivíduos era maior as vocalizações se estendiam até as 02h00. Desconsiderando os dias de coleta em que não foram encontrados indivíduos, a menor densidade encontrada foi de 3 indivíduos e a maior densidade

encontrada foi de aproximadamente 230 indivíduos. Foi observado que no início das vocalizações, quando não havia a formação de coro, os indivíduos iniciavam as vocalizações com cantos “B” com longos intervalos entre si, após o decorrer da noite e conforme a densidade de indivíduos aumentava iam adicionando emissões de cantos “A”, “Af” e de séries “AA” e “AAf”.

Foram gravados e contabilizados um total de 2.009 cantos emitidos pelos indivíduos submetidos aos testes de *playback*. Na fase do estímulo em todos os testes, os machos emitiram um maior número de cantos, no total representou 51,4% de todos os cantos emitidos, a fase do pré-estímulo reuniu 29% dos cantos emitidos pelos machos, seguidas da fase do pós-estímulo que apresentou a menor quantidade de cantos emitidos 19,5%. O canto “B” foi emitido em 54,2% dos casos de vocalizações, apenas em 1,74% dos casos de vocalizações (Figura 16). O canto “B” também se apresentou como o mais emitido em todas as fases de pré-estímulo e estímulo dos 5 testes realizados. A série “AAf” é a menos comum, representando apenas 2% do total de cantos emitidos e, em alguns casos, esta série não é emitida. Durante o estímulo com o canto “A”, não foi observada resposta do tipo “AAf” e, após os estímulos “AA” e “AAf”, observamos uma resposta com séries “AAf” de 1% no pós-estímulo e 1% durante o estímulo, respectivamente. Os gráficos com as relações de cantos emitidos nas três fases dos 5 experimentos encontram-se representados nas figuras 17, 18, 19, 20, 21.

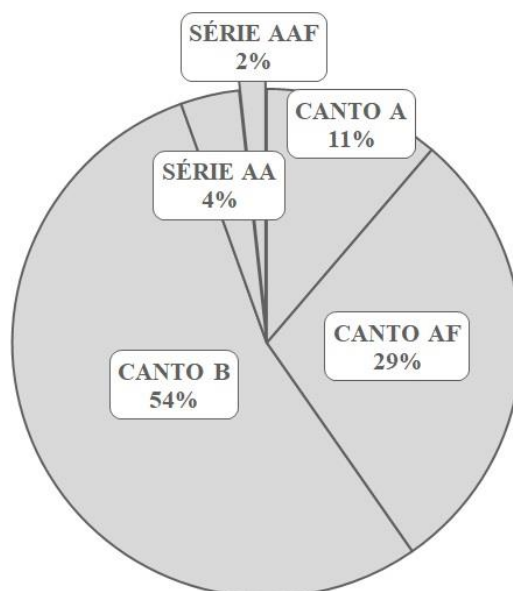


Figura 16. Relação de porcentagem de cantos emitidos durante o *playback* por tipo de canto.

ESTÍMULO A

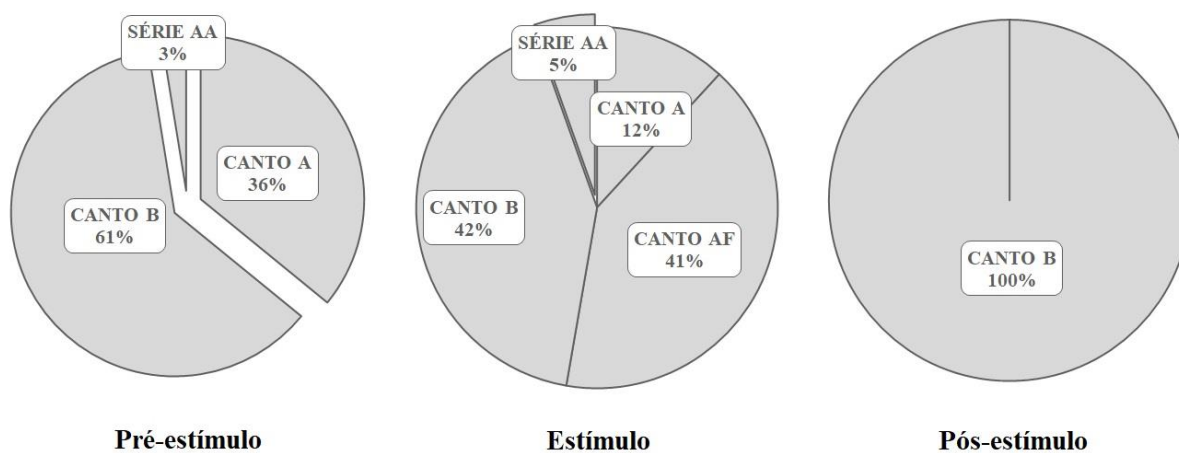


Figura 17. Relação das porcentagens de cantos emitidos durante as três fases do experimento de *playback* com estímulo A.

ESTÍMULO AF

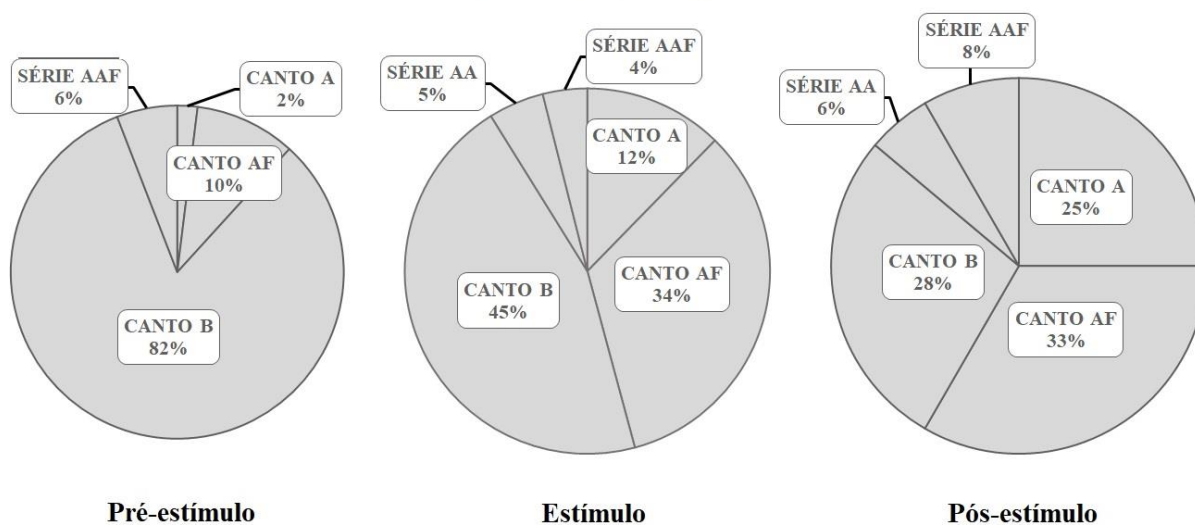


Figura 18. Relação das porcentagens de cantos emitidos durante as três fases do experimento de *playback* com estímulo A fusionado (Af).

ESTÍMULO B

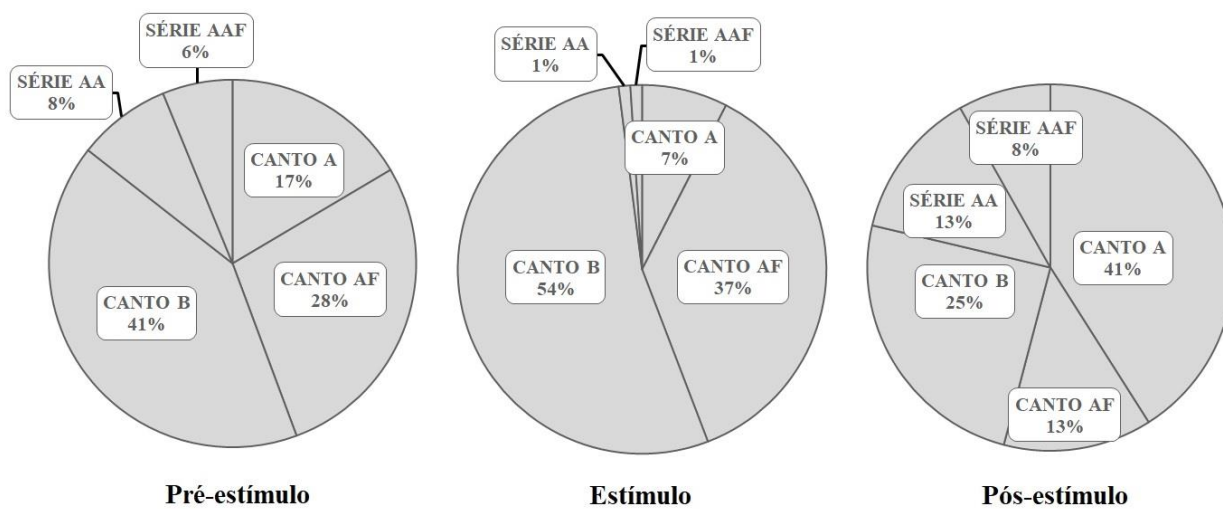


Figura 19. Relação das porcentagens de notas emitidas durante as três fases do experimento de playback com estímulo B.

ESTÍMULO AA

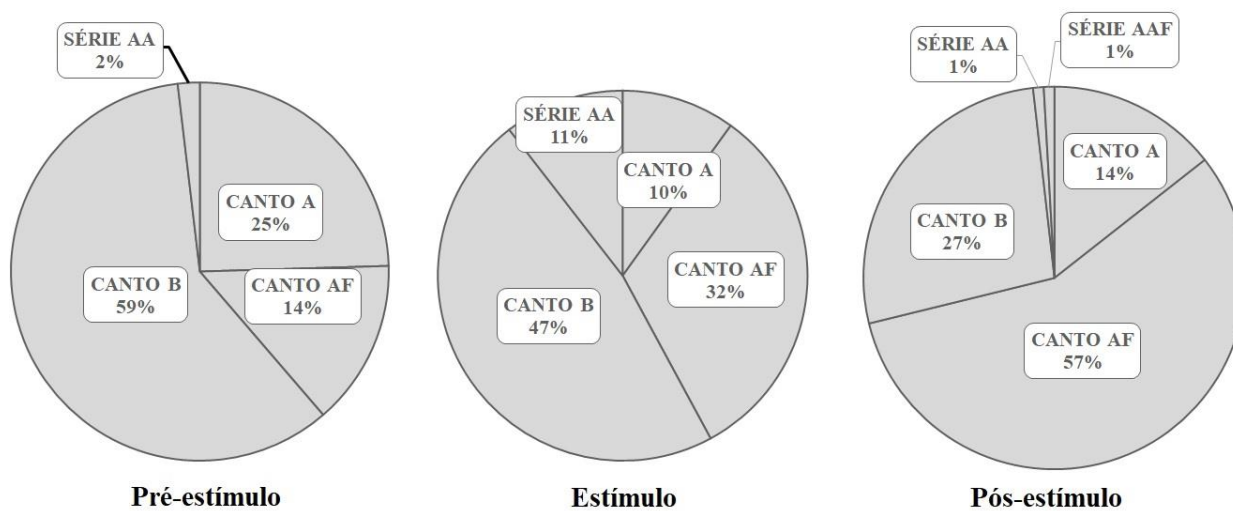


Figura 20. Relação dos cantos emitidos durante as três fases do experimento de playback com estímulo AA.

ESTÍMULO AAF

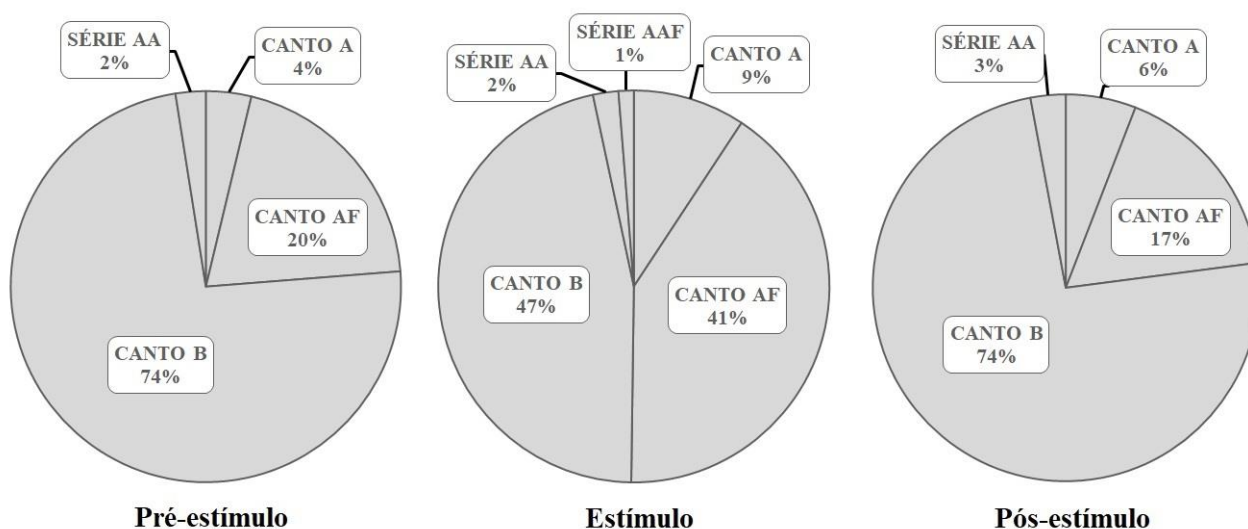


Figura 21. Relação dos cantos emitidos durante as três fases do experimento de playback com estímulo AA fusionado (AAf).

Respostas comportamentais

Durante os experimentos foram registrados cinco eventos de comportamento reprodutivo com a formação de amplexo, em todos os casos quando ocorreu a aproximação da fêmea, o macho residente alterou a emissão de notas “A” e “Af” para apenas emissões de notas “B”. Foi observado também oito machos realizando sinalização visual (“toe trembling”; sensu HÖDL & AMÉZQUITA, 2001) levantando um dos membros anteriores (Figura 22), dos quais seis indivíduos estavam emitindo nota “A” e “Af” antes de realizar o comportamento agressivo e todos os oito indivíduos estavam a menos de 10 cm do macho mais próximo. Foi observado também três combates físicos entre machos de *D. microps*, durante estes confrontos ocorreu a emissão de uma série representada por uma sequência de 4 - 5 cantos “A” curtos com duração variando de 44 ms – 88 ms ($66,5 \pm 20,1$), com intervalos variando de 303 ms – 473 ms ($397,7 \pm 60,9$) entre os cantos (Figura 23). Este canto também foi emitido por dois indivíduos em

resposta aos estímulos “Af”, em um indivíduo em resposta ao estímulo “AAf” e em situações onde um macho intruso se aproximava a menos de 5 cm do macho residente.

Foi observado que *D. microps* modifica seu comportamento acústico em resposta à um estímulo coespecífico, devido a diferença entre as porcentagens de notas emitidas entre as fases do *playback*. O teste com estímulo “B” foi o único em que foi registrado aumento da porcentagem de emissão de notas “B” entre as fases de controle e estímulo, de 41,3% para 54,7%, nos outros testes a porcentagem de emissão nota “B” cai quase pela metade quando comparadas fases de controle e estímulo. Foi possível observar que não somente durante esta etapa do trabalho, mas também nas descrições do canto de anúncio da espécie, o canto “B” foi o mais emitido dentre todas as outras notas. O canto “B” foi emitido em todos os tipos de contexto: no início das vocalizações, com densidade menor, 3 indivíduos, com densidade maior, 230 indivíduos, quando havia proximidade com a fêmea, no pico e no final das vocalizações. O canto “B”, portanto, foi qualificado como o canto de anúncio para *Dendropsophus microps* (WELLS, 1977, 2007), pois além de ser o canto mais emitido, estava relacionado aos amplexos e proximidade com as fêmeas e também apresentou uma menor variação no comportamento acústico durante o teste com estímulo “B”.

O estímulo “A”, “A fusionado”, “AA” e “AA fusionado” apresentaram respostas semelhantes entre si. Em todos os estímulos houve diminuição das emissões de cantos “B” da fase do pré-estímulo para o estímulo, em especial nos estímulos “Af”, “AAf” o canto “B” decaiu pela metade sua porcentagem de emissão, de 82,3% para 45,2% e de 73,7% para 46,4% respectivamente. Em todos os estímulos houve o aumento da porcentagem de emissões de canto “Af”.

Os cantos “A”, “Af” e as séries “AA” e “AAf” foram qualificados como cantos agressivos, já que os estímulos com estes cantos ocasionaram uma maior alteração no comportamento acústico, diminuindo a emissão de cantos de anúncio e aumentando a emissão de cantos semelhantes ao estímulo. O canto “A” estava representado no canto agressivo expressado pelo macho residente em resposta ao macho intruso. Estavam relacionados com comportamento agonístico: com a emissão de sinais visuais e antecedendo combates físicos.

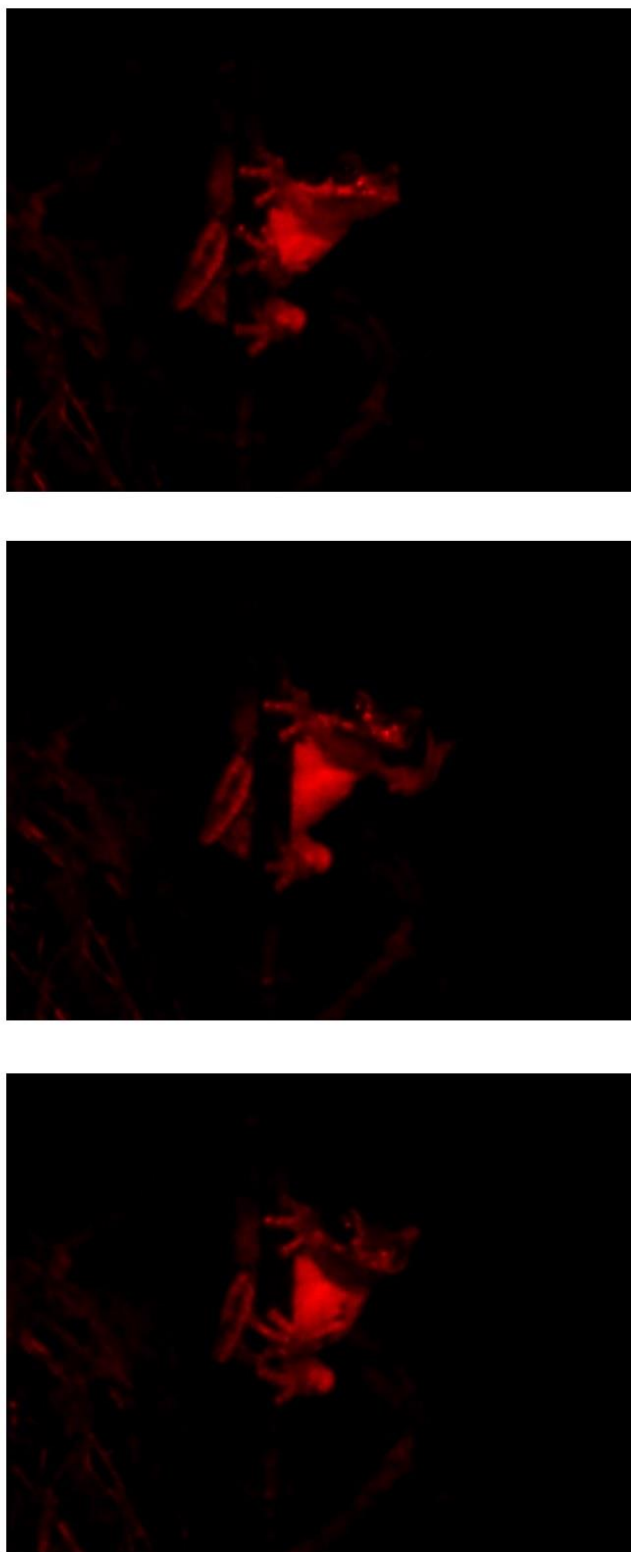


Figura 22. Indivíduo de *Dendropsophus microps* realizando o comportamento de sinalização visual, levantando um dos membros anteriores, em resposta à aproximação de

outro macho (“toe trembling”; sensu HÖDL & AMÉZQUITA, 2001), durante interação agressiva no Parque Estadual de Campos do Jordão, Campos do Jordão, SP.

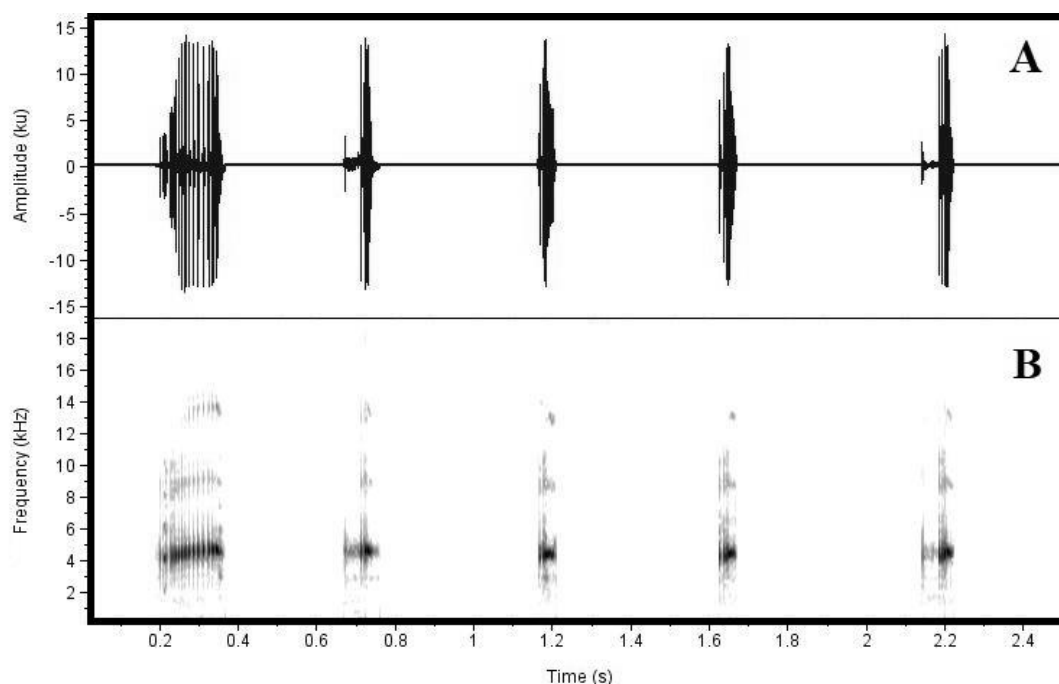


Figura 23. Série emitida pelo macho residente de *Dendropsophus microps* em resposta a presença de um macho invasor no Parque Estadual de Campos do Jordão, Campos do Jordão, São Paulo. (A) Oscilograma (B) Espectograma. Verifica-se a presença de “side bands” acima de 7000 Hz.

Discussão

Dentro do contexto da comunicação animal sabe-se que a sinalização facilita a troca de informação entre indivíduos (STEGMANN, 2013). Um sinal produzido por um indivíduo tem o poder de induzir uma resposta no receptor que, em troca, pode alterar o comportamento de ambos, emissor e receptor (MCGREGOR et al. 1992). A identificação da função dos diferentes tipos de sinais emitidos por uma espécie é importante para se conhecer as diversas interações dentro de um contexto social (TOLEDO et al. 2014). *Dendropsophus microps* é a única espécie do grupo *Dendropsophus parviceps* que apresenta canto de anúncio representado por mais de uma nota (FORTI et al. 2015), porém não haviam sido realizados estudos para se identificar as funções das notas no contexto social desta espécie.

O canto de anúncio é emitido com maior frequência pelos anuros, apresenta uma variedade de funções dentro do contexto social: atrair fêmeas para reprodução, com

características únicas e fundamentais para o reconhecimento específico (WELLS, 1977), atrair machos distantes para se juntar ao coro, como também é capaz de espaçá-los dentro do grupo anunciando a posição do macho vocalizante e as características morfométricas do mesmo (GERHARDT et al., 1989; GERHARDT, 2002; TOLEDO & HADDAD, 2005). Nali & Prado (2014) em seu trabalho com *Bokermannohyla ibitiguara*, registraram que em casos de proximidade com a fêmea, esta espécie reduz a emissão de cantos agressivos e passa a emitir canto de anúncio com maior frequência. Para *D. microps* também foi observado este comportamento, o canto “B”, além de ser o mais emitido em todas as fases dos 5 experimentos, foi observado que, com a proximidade da fêmea, há a troca de emissões de cantos “A”, “Af” entre os machos próximos, para a emissão de apenas cantos “B”. Isto sugere que o canto “B” seja o canto de anúncio, já que sua principal função é a atração de fêmeas coespecíficas (GERHARDT, 1982).

O canto agressivo (BOGERT, 1960) é emitido por machos que pretendem defender um recurso específico dentro do seu território, como o próprio sítio de vocalização, local de oviposição e áreas de forrageamento (MARTINS & HADDAD, 1988; TOLEDO & HADDAD, 2005a, b; WELLS, 2007), agindo também no espaçamento entre machos dentro do coro (WELLS, 2007). Este tipo de canto é emitido quando um macho invade o território do macho residente (MARTINS & HADDAD, 1988; TOLEDO & HADDAD, 2005b, TOLEDO et al. 2014). *D. microps* no presente estudo apresentou um comportamento semelhante, a série de cantos “A” encontradas eram emitidas quando um macho intruso se aproximava a menos de 5 cm do macho residente, sugerindo que este seja um canto territorial da espécie (TOLEDO et al. 2014).

Schwartz (1989) em seu trabalho com *Pseudacris crucifer* demonstra que em resposta a estímulos artificiais com função de enviar uma mensagem agressiva estes indivíduos aumentam a tanto a duração como a quantidade de cantos agressivos emitidos, assim como Nali & Prado (2014) demonstraram para *B. ibitiguara*. *D. microps* apresentou comportamento semelhante no presente estudo, nos estímulos “A”, “Af”, “AA” e “AAf” houve o aumento da porcentagem de emissão de cantos agressivos.

Neste mesmo trabalho Nali & Prado (2014) também registram que mesmo aumentando emissão do canto agressivo, os indivíduos de *B. ibitiguara* continuam emitindo cantos de anúncio enquanto interagem com coespecíficos. Wells & Shwartz (1984) registraram também que *Dendropsophus ebraccata* adiciona notas secundárias ao canto de anúncio em resposta à um intruso em seu território e também aumenta o número de notas emitidas, sendo provavelmente uma característica comum entre os grupos

Dendropsophus microcephalus e *Dendropsophus leucophyllatus*. Após isso, Wells (1988) corrobora estes resultados registrando este mesmo comportamento ocorrendo com *Dendropsophus microcephalus* e *Dendropsophus phlebodes*. Assim como *D. microps* que mesmo durante os testes com estímulos “A”, “Af”, “AA” e “AAf”, continuou emitindo cantos “B”, cantos de anúncio, em menos porcentagem durante as fases do experimento.

A emissão de sinais sonoros pelos anuros é a forma mais conhecida de comunicação intraespecífica (GERHARDT, 1994; WELLS, 1977), entretanto, indivíduos de algumas espécies apresentam emissão de diferentes sinais visuais dentro do contexto social (DAVISON, 1984; HADDAD & GIARETTA, 1999; HARDING, 1982; LINDQUIST & HETHERINGTON, 1996; RICHARDS & JAMES, 1992, AMÉZQUITA & HÖDL, 2004). A sinalização visual pode ser considerada tanto uma alternativa como um complemento à comunicação acústica, dependendo das condições ambientais e dos outros indivíduos presentes na mesma localidade (AMÉZQUITA & HÖDL, 2004). Para as espécies diurnas, o uso de sinais visuais é utilizado para corte (POMBAL et al. 1994; HADDAD & GIARETTA, 1999) e para interações agressivas (CRUMP, 1988; POMBAL et al. 1994; LINDQUIST & HETHERINGTON, 1996; HADDAD & GIARETTA, 1999). Entretanto, os anuros também podem emitir sinais visuais em condições de baixa luminosidade (BUCHANAN, 1993, 1998; AMÉZQUITA & HÖDL, 2004; HARTMANN et al. 2004, 2005; GIASSON & HADDAD, 2006). Amézquita & Hödl (2004) em seu estudo com *Dendropsophus parviceps*, relatam que esta espécie usa tanto sinais visuais como acústicos para emitir mensagens agressivas e que o comportamento de *toe troembling* tem papel fundamental na expressão destas mensagens nas interações agonísticas. No presente estudo, podemos observar que *D. microps* também utiliza sinalização visual para realizar interações agressivas, já que este comportamento foi observado em conjunto com a emissão de cantos agressivos e com a proximidade de um macho invasor.

Dendropsophus microps já havia tido seu canto de anúncio descrito, porém não havia sido testado a função deste canto nas interações sociais da espécie. Heyer et al. (1990) sugere que o canto “B” é um canto de interação agressiva, porém realizou a descrição do canto utilizando apenas um indivíduo, o que limita a utilização desta informação, além disso não realizou testes para confirmar esta suposição. *D. microps* apresenta canto composto, o canto “B” foi identificado como canto de anúncio e os cantos “A”, “Af” e as séries “AA” e “AAf” como cantos agressivos. Além disso, *D. microps* também realiza combinações com cantos “A” para emitir sinais agressivos. Foi observado

a presença de comunicação visual adicionalmente a comunicação acústica destes indivíduos, e este comportamento tem função agressiva no contexto social da espécie. Desse modo, este estudo fornece informações relevantes para a biologia descritiva e comportamental acústica da espécie.

Referências bibliográficas

- ALVARES, C. A; STAPE, J. L; SENTELHAS, P. C; GONÇALVES, J. L. M; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. *Metereologische Zeitschrift*, ed. 22, v. 6 , pp. 711-728, 2013.
- AMÉZQUITA, A; HÖDL, W. How, when, and where to perform visual displays: the case of the Amazonian frog *Hyla parviceps*. *Herpetologica*, v. 60, pp. 420–429, 2004.
- ARAK, A; EIRIKSSON, T. Choice of singing sites by male bushcrickets (*Tettigonia viridissima*) in relation to signal propagation. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, v. 30, pp. 365–372, 1992.
- BASTOS, R. P; HADDAD, C. F. B. Vocalizações e interações acústicas em *Hyla elegans* (Anura, Hylidae) durante a atividade reprodutiva. *Naturalia*, v. 20, pp. 165-176, 1995.
- BEE, M. A. Habituation and sensitization in bullfrogs (*Rana catesbiana*): testing the dual process theory of habituation. *Journal of Comparative Psychology*, v. 115, pp. 307–316, 2001.
- BEE, M. A; BOWLING, A. C. Socially mediated pitch alteration by territorial male bullfrogs, *Rana catesbeiana*. *Journal of Herpetology*, v. 36, pp. 140–143, 2002.
- BIONDA, C. L; LAJMANOVICH, R. C; SALAS, N. E.; MARTINO, A. L; DI TADA, I. E. Reproductive Ecology of the Common South American Toad *Rhinella arenarum*(Anura: Bufonidae): Reproductive Effort, Clutch Size, Fecundity, and Mate Selection. *Journal of Herpetology*, v. 45, n. 2, pp. 261-264, 2011.

- BOGERT, C. M. The influence of sound on the behavior of amphibians and reptiles. In: Lanyon WW, Tavalga WW. **Animal sounds and communication**. Lubrecht and Cramer Ltd, Port Jervis, pp.137–320. 1960.
- BUCHANAN, B. W. Effects of enhanced lighting on behaviour of nocturnal frogs. *Animal Behaviour*, v. 45, pp. 893–899, 1993.
- CAMURUGI, F; RÖHR, D. L; JUNCÁ, F. A. Differences in advertisement calls and vocal behavior in *Hypsiboas atlanticus* (Anura, Hylidae) among microhabitats. *Herpetologica*, v. 71, n. 4, pp. 243–251, 2015.
- CRUMP, M. L. Aggression in harlequin frogs: male–male competition and a possible conflict of interest between the sex. *Animal Behaviour*, v. 36, pp. 1064–1077, 1988.
- DAVISON, G. W. H. Foot-flagging display in Bornean frogs. *The Sarawak Museum Journal*, v. 33, pp. 177–178, 1984.
- DUELLMAN, W. E; TRUEB, L. **Biology of Amphibians**. New York: McGraw-Hill, p. 670, 1986.
- DUELLMAN, W. E; TRUEB, L. **Biology of Amphibians**. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, 1994.
- FORTI, L. R; MÁRQUEZ, R; BERTOLUCI, J. Advertisement call of *Dendropsophus microps* (Anura: Hylidae) from two populations of southeastern Brazil. *Zoologia*, v. 32, pp. 187–194, 2015.
- GERHARDT, H. C. Multiple messages in acoustic signals. *Seminars in Neuroscience*, v. 4, pp. 391–400. 1992.
- GERHARDT, H. C. The evolution of vocalization in frogs and toads. *Annual Review of Systematics*, v. 25, pp. 293–324, 1994.

- GERHARDT, H. C; HUBER, F. **Acoustic Communication in Insects and Anurans:** common problems and diverse solutions. The University of Chicago press, Chicago, p. 531, 2002.
- GIASSON, L. O. M; HADDAD, C. F. B. Social interactions in *Hypsiboas albomarginatus* (Anura: Hylidae) and the significance of acoustic and visual signals. *Journal of Herpetology*, v. 40, pp. 171-180, 2006.
- GIVEN, M. F. Frequency alteration of the advertisement call in the carpenter frog *Rana virgatipes*. *Herpetologica*, v. 55, pp. 304–317, 1999.
- HADDAD, C. F. B; GIARETTA, A. Visual and acoustic communication in the Brazilian torrent frog, *Hylodes asper* (Anura: Leptodactylidae). *Herpetologica*, v. 55, pp. 324–333, 1999.
- HARDING, K. A. Courtship display in a Bornean frog. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, v, 95, pp. 621–624, 1982.
- HARTMANN, M. T, HARTMANN, P. A; HADDAD, C. F. B. Visual signaling and reproductive biology in a nocturnal treefrog, genus *Hyla* (Anura: Hylidae). *Amphibia-Reptilia*, v. 25, pp. 395–406, 2004.
- HARTMANN, M. T; GIASSON, L. O. M; HARTMANN, P. A; HADDAD, C. F. B. Visual communication in Brazilian species of anurans from the Atlantic Forest. *Journal of Natural History*, v. 39, pp. 1675–1685, 2005.
- HEYER, W, R; RAND, A. S; CRUZ, C. A. G; PEIXOTO, O. L; NELSON, C. Frogs of Boracéia. *Arquivos de Zoologia*, São Paulo, v. 31, n. 271-272, 1990.
- HÖDL, W; AMÉZQUITA, A. Visual signaling in anura amphibians. In Ryan, M. J. (ed.), **Anuran Communication**. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, pp. 121-141, 2001.

- HUMFELD, S. C, MASHALL, V. T; BEE, M. A. Context-dependent plasticity of aggressive signalling in a dynamic social environment. *Animal Behaviour*, v. 78, pp. 915–924, 2009.
- KÖHLER, J; JANSEN, M; RODRÍGUEZ, A; KOK, P. J. R; TOLEDO, L. F; EMMRICH, M; GLAW, F; HADDAD, C. F. B; RÖDEL, M. O; VENCES, M. The use of bioacoustics in anuran taxonomy: theory, terminology, methods and recommendations for best practice. *Zootaxa*, v. 4251, n. 1, pp. 001-124. 2017.
- LINDQUIST, E. D; HETHERINGTON, T. E. Field studies on visual and acoustic signaling in the earless Panamanian golden frog, *Atelopus zeteki*. *Journal of Herpetology*, v. 30, pp. 347–374, 1996.
- LÜDDECKE, H. Male and female responses to call playback in the Andean frog *Colostethus subpunctatus*. *Amphibia-Reptilia*, v. 23, pp. 141-150, 2002.
- MARTINS, M; HADDAD, C. F. B. Vocalizations and reproductive behaviour in the Smith Frog *Hyla faber* Wied (Amphibia: Hylidae). *Amphibia-Reptilia*, v. 9, pp. 49–60, 1988.
- MARTINS, I. A; JIM, J. Advertisement Call of the *Hyla jimi* and *Hyla elianeae* (Anura, Hylidae) in Botucatu Region, São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 64, n. 3B, pp. 645-654, 2004.
- MARTINS, I. A; ALMEIDA, S. C; JIM, J. Calling sites and acoustic partitioning in species of the *Hyla nana* and *Hyla rubicundula* groups (Anura, Hylidae). *Herpetological Journal*, v. 16, pp. 239-247, 2006.
- MCGREGOR, P. K; DABELSTEEN, T; SHEPHERD, M; PEDERSEN, S. B. The signal value of matched singing in great tits: evidence from interactive playback experiments. *Animal Behavior*, v. 43, pp. 987–998, 1992

- MCLEAN, M. J; BISHOP, P. J; NAKAGAWA, S. Male quality, signal reliability and female choice: assessing the expectations of inter-sexual selection. *Journal of Evolutionary Biology*, v. 25, pp. 1513–1520, 2012.
- MORAIS, A. R; SIQUEIRA, M. N; BASTOS, R. P. How do males of *Hypsiboas goianus* (Hylidae: Anura) respond to conspecific acoustic stimuli? *Zoologia (Curitiba)*, v. 32, n. 6, pp. 431 – 437, 2015.
- NALI, R. C; PRADO, C. P. A. Complex call with different messages in *Bokermannohyla ibitiguara* (Anura, Hylidae) a gladiator frog of the Brazilian Cerrado. *Journal of Herpetology*, v. 48, n. 3, pp. 407-414, 2014.
- POMBAL JR, J. P, SAZIMA, I; HADDAD, C. F. B. Breeding behavior of the Pumpkin Toadlet, *Brachycephalus ephippium* (Brachycephalidae). *Journal of Herpetology*, v. 28, pp. 516–519, 1994.
- POOLE, K. G; MURPHY, C. G. Preferences of female barking treefrogs, *Hyla gratiosa*, for larger males: Univariate and composite tests. *Animal Behaviour*, v. 73, pp. 513–524, 2007.
- RICHARDS, S. J; JAMES, C. Foot-flagging displays of some Australian frogs. *Memoirs of the Queensland Museum*, v. 32, p. 302, 1992.
- RYAN, M. J. **Anuran Communication**. Smithsonian Institution Press, Washington, London, p. 252, 2001.
- SCHWARTZ, J. J. Graded aggressive calls of the spring peeper, *Pseudacris crucifer*. *Herpetologica*, v. 45, pp. 172-181, 1989.
- SEIBERT, P; NEGREIROS, O. C; BUENO, R. A; EMMERICH, W; NETTO, B. V. M; MARCONDES, M. A. P; CESAR, S. F; GUILLAMOU, J. R; MONTAGNA, R. G; BARRETO, R. A. A; NOGUEIRA, J. C. B; GARRIDO, M. A. O; FILHO, L. E. M; EMMERICH, M; MATTOS, J. R; OLIVEIRA, M. C; GODOI, A. Plano de Manejo do Parque Estadual de Campos de Jordão. *Boletim Técnico do Instituto Florestal de São Paulo*, v. 19, pp. 1-153, 1975.

- SIGNORELLI, L; MORAIS, A. R; VIEIRA, R. R. S; BASTOS, R. P. Vocalizations of *Hypsiboas goianus* (Lutz, 1968) (Anura: Hylidae) in Central Brazil. 2016. Studies on Neotropical Fauna and Environment, v. 51, n. 3, pp. 1-9, 2016.
- STEGMANN, U. E. **Animal communication theory:** information and influence. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2013
- TOLEDO, L. F, HADDAD, C. F. B. Acoustic repertoire and calling site of *Scinax fuscomarginatus* (Anura, Hylidae). Journal of Herpetology, v. 39, n. 3, pp. 455– 464, 2005a.
- TOLEDO, L. F, HADDAD C. F. B. Reproductive biology of *Scinax fuscomarginatus* (Anura, Hylidae) in southeastern Brazil. Journal of Natural History, v. 39, n. 32, pp. 3029–3037. 2005b.
- TOLEDO, L. F; MARTINS, I. A; BRUSCHI, D. P; PASSOS, M. A; ALEXANDRE, C; HADDAD, C. F. B. The anuran calling repertoire in the light of social context. Acta Ethologica, v. 2, pp. 87-99, 2014.
- WELLS, K. D. The courtship of frogs. In: Taylor DH, Guttman SI, (editors). **The reproductive biology of amphibians**. New York (NY): Plenum Press. p. 233–262, 1977.
- WELLS, K. D. Intra- and interspecific communication in the neotropical frog *Hyla ebraccata*. American Zoologist, v. 20, n. 4, pp. 724, 1980.
- WELLS, K. D. The effect of social interactions on anurans vocal behavior. In: Frittsch B, Walkowiak W, Hetherington T, Wilczynski W, Ryan M, editors. **The evolution of the amphibian auditory system**. New York (NY): John Wiley and Sons, p. 433–454, 1988.
- WELLS, K. D. **The ecology and behavior of amphibians**. 1st ed. Chicago: The University of Chicago Press, 2007.

WELLS, K. D; SCHATZ, J. J. Vocal communication in a Neotropical treefrog, *Hyla ebraccata*: advertisement calls. *Animal Behaviour*, v. 32, p. 405-420, 1984.

Considerações finais

Estudos que corroborem estudos anteriores ou levantem informações novas acerca das características do canto são importantes para garantir um conhecimento mais detalhado de uma espécie. No presente estudo, foram encontrados valores médios que representaram as características espectrais e temporais do canto de anúncio de *D. microps*, levando em consideração nomenclaturas bioacústicas atualizadas (KÖHLER et al. 2017). Em conjunto com este fato, nenhum outro trabalho havia analisado o canto “AF” separadamente e nem demonstrado consequentemente a existência de canto composto nessa espécie, conferindo assim, conhecimento mais detalhado e atualizado sobre a história natural da espécie.

Dendropsophus microps já havia tido seu canto de anúncio descrito, porém não havia sido testado a função deste canto nas interações sociais da espécie. Heyer et al. (1990) sugere que o canto “B” é um canto de interação agressiva, porém realizou a descrição do canto utilizando apenas um indivíduo, o que limita a utilização desta informação, além disso não realizou testes para confirmar esta suposição. *D. microps* apresenta canto composto, o canto “B” foi identificado como canto de anúncio e os cantos “A”, “Af” e as séries “AA” e “AAf” como cantos agressivos. Além disso, *D. microps* também realiza combinações com cantos “A” para emitir sinais agressivos. Foi observado a presença de comunicação visual adicionalmente a comunicação acústica destes indivíduos, e este comportamento tem função agressiva no contexto social da espécie.

Com isso, esse estudo traz uma redescrição do canto de anúncio de *D. microps*, bem como infere as funções específicas de cada canto do repertório vocal da espécie, contribuindo para o conhecimento de história natural, biologia descritiva e comportamental acústica desses anuros.

Referências bibliográficas

- ALVARES, C. A; STAPE, J. L; SENTELHAS, P. C; GONÇALVES, J. L. M; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. *Metereologische Zeitschrift*, ed. 22, v. 6 , pp. 711-728, 2013.
- AMÉZQUITA, A; HÖDL, W. How, when, and where to perform visual displays: the case of the Amazonian frog *Hyla parviceps*. *Herpetologica*, v. 60, pp. 420–429, 2004.
- ARAK, A; EIRIKSSON, T. Choice of singing sites by male bushcrickets (*Tettigonia viridissima*) in relation to signal propagation. *Behavioral Ecology and Sociobiology* v. 30, pp.365–372, 1992.
- BASTOS, R. P; HADDAD, C. F. B. Vocalizações e interações acústicas em *Hyla elegans* (Anura, Hylidae) durante a atividade reprodutiva. *Naturalia*, v. 20, pp. 165-176, 1995.
- BEE, M. A. Habituation and sensitization in bullfrogs (*Rana catesbiana*): testing the dual process theory of habituation. *Journal of Comparative Psychology*, v. 115, pp. 307–316, 2001.
- BEE, M. A; BOWLING, A. C. Socially mediated pitch alteration by territorial male bullfrogs, *Rana catesbeiana*. *Journal of Herpetology*, v. 36, pp. 140–143, 2002.
- BERNARDE, P. S. **Anfíbios e répteis: introdução ao estudo da herpetofauna brasileira**. Anolisbooks, Curitiba, p. 320, 2012
- BIONDA, C. L; LAJMANOVICH, R. C; SALAS, N. E.; MARTINO, A. L; DI TADA, I. E. Reproductive Ecology of the Common South American Toad *Rhinella arenarum*(Anura: Bufonidae): Reproductive Effort, Clutch Size, Fecundity, and Mate Selection. *Journal of Herpetology*, v. 45, n. 2, pp. 261-264, 2011.
- BOGERT, C. M. The influence of sound on the behavior of amphibians and reptiles. In: Lanyon WW, Tavolga WW. **Animal sounds and communication**. Lubrecht and Cramer Ltd, Port Jervis, pp.137–320. 1960.

- BUCHANAN, B. W. Effects of enhanced lighting on behaviour of nocturnal frogs. *Animal Behaviour*, v. 45, pp. 893–899, 1993.
- CAMURUGI, F; RÖHR, D. L; JUNCÁ, F. A. Differences in advertisement calls and vocal behavior in *Hypsiboas atlanticus* (Anura, Hylidae) among microhabitats. *Herpetologica*, v. 71, n. 4, pp. 243–251, 2015.
- CRUMP, M. L. Aggression in harlequin frogs: male–male competition and a possible conflict of interest between the sex. *Animal Behaviour*, v. 36, pp. 1064–1077, 1988.
- DAVISON, G. W. H. Foot-flagging display in Bornean frogs. *The Sarawak Museum Journal*, v. 33, pp. 177–178, 1984.
- DUELLMAN, W. E. **Hylid frogs of Middle America**. Monographs of the Museum of Natural History, University of Kansas v. 1–2, pp. 1–753, 1970.
- DUELLMAN, W. E; L. TRUEB. **Biology of Amphibians**. New York: McGraw-Hill, p. 670, 1986.
- DUELLMAN, W. E; TRUEB, L. **Biology of Amphibians**. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, 1994.
- FAIVOVICH, J; HADDAD, C.F.B; GARCIA, P.C.A; FROST, D.R; CAMPBELL, J.A; WHEELER, W.C. Systematic review of the frog family, with special reference to Hylinae: Phylogenetic analysis and taxonomic revision. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. v. 294, p. 1–240, 2005.
- FORTI, L. R; MÁRQUEZ, R; BERTOLUCI, J. Advertisement call of *Dendropsophus microps* (Anura: Hylidae) from two populations of southeastern Brazil. *Zoologia*, v. 32, pp. 187–194, 2015.
- FROST, DARREL R. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 (01 February 2018). Electronic Database accessible at:

<http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA, 2018.

GERHARDT, H. C. Sound pattern recognition in some North American treefrogs (Anura: Hylidae): implications for mate choice. *American Zoologist*, v. 22, pp. 581 – 595, 1982.

GERHARDT, H. C. Multiple messages in acoustic signals. *Seminars in Neuroscience*, v. 4, pp. 391–400. 1992.

GERHARDT, H. C. The evolution of vocalization in frogs and toads. *Annual Review of Systematics*, v. 25, pp. 293-324, 1994.

GERHARDT, H. C; HUBER, F. **Acoustic Communication in Insects and Anurans:** common problems and diverse solutions. The University of Chicago press, Chicago, p. 531, 2002.

GIASSON, L. O. M; HADDAD, C. F. B. Social interactions in *Hypsiboas albomarginatus* (Anura: Hylidae) and the significance of acoustic and visual signals. *Journal of Herpetology*, v. 40, pp. 171-180, 2006.

GIVEN, M. F. Frequency alteration of the advertisement call in the carpenter frog *Rana virgatipes*. *Herpetologica*, v. 55, pp. 304–317, 1999.

HADDAD, C. F. B; GIARETTA, A. Visual and acoustic communication in the Brazilian torrent frog, *Hylodes asper* (Anura: Leptodactylidae). *Herpetologica*, v. 55, pp. 324–333, 1999.

HADDAD, C. F. B; TOLEDO, L. F; PRADO, C. P. A; LOEBMANN, D; GASPARINI, J. L, SAZIMA, I. **Anfíbios da Mata Atlântica:** Diversidade e Biologia. Anolisbooks, São Paulo, p. 544, 2013

- HARDING, K. A. Courtship display in a Bornean frog. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, v, 95, pp. 621–624, 1982.
- HARTMANN, M. T, HARTMANN, P. A; HADDAD, C. F. B. Visual signaling and reproductive biology in a nocturnal treefrog, genus *Hyla* (Anura: Hylidae). *Amphibia-Reptilia*, v. 25, pp. 395–406, 2004.
- HARTMANN, M. T; GIASSON, L. O. M; HARTMANN, P. A; HADDAD, C. F. B. Visual communication in Brazilian species of anurans from the Atlantic Forest. *Journal of Natural History*, v. 39, pp. 1675–1685, 2005.
- HEYER, W, R; RAND, A. S; CRUZ, C. A. G; PEIXOTO, O. L; NELSON, C. Frogs of Boracéia. *Arquivos de Zoologia*, São Paulo, v. 31, n. 271-272, 1990.
- HÖDL, W; AMÉZQUITA, A. Visual signaling in anura amphibians. In Ryan, M. J. (ed.), **Anuran Communication**. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, pp. 121-141, 2001.
- HUMFELD, S. C, MASHALL, V. T; BEE, M. A. Context-dependent plasticity of aggressive signalling in a dynamic social environment. *Animal Behaviour*, v. 78, pp. 915–924, 2009.
- KÖHLER, J; JANSEN, M; RODRÍGUEZ, A; KOK, P. J. R; TOLEDO, L. F; EMMRICH, M; GLAW, F; HADDAD, C. F. B; RÖDEL, M. O; VENCES, M. The use of bioacoustics in anuran taxonomy: theory, terminology, methods and recommendations for best practice. *Zootaxa*, v. 4251, n. 1, pp. 001-124. 2017.
- LINDQUIST, E. D; HETHERINGTON, T. E. Field studies on visual and acoustic signaling in the earless Panamanian golden frog, *Atelopus zeteki*. *Journal of Herpetology*, v. 30, pp. 347–374, 1996.
- LÜDDECKE, H. Male and female responses to call playback in the Andean frog *Colostethus subpunctatus*. *Amphibia-Reptilia*, v. 23, p. 141-150, 2002.

- MAFFEI, F; UBAID, F. K; DE ALMEIDA, S. C; ROLIM, D. C; SCARPELLINI JR, D. G; MOYA, G. M; CRUZ, E. F. S; JIM, J. Amphibia, Anura, Hylidae, *Dendropsophus microps* (Peters, 1872): Distribution extension in state of São Paulo, Brazil and first record in Cerrado domain. Check List. A Journal of Species Lists and Distribution, v. 5, pp. 776–779, 2009.
- MARTINS, M; HADDAD, C. F. B. Vocalizations and reproductive behaviour in the Smith Frog *Hyla faber* Wied (Amphibia: Hylidae). Amphibia-Reptilia, v. 9, pp. 49–60, 1988.
- MARTINS, I. A; JIM, J. Advertisement Call of the *Hyla jimi* and *Hyla elianeae* (Anura, Hylidae) in Botucatu Region, São Paulo, Brazil. Brazilian Journal of Biology, v. 64, n. 3B, pp. 645-654, 2004.
- MARTINS, I. A; ALMEIDA, S. C; JIM, J. Calling sites and acoustic partitioning in species of the *Hyla nana* and *Hyla rubicundula* groups (Anura, Hylidae). Herpetological Journal, v. 16, pp. 239-247, 2006.
- MCGREGOR, P. K; DABELSTEEN, T; SHEPHERD, M; PEDERSEN, S. B. The signal value of matched singing in great tits: evidence from interactive playback experiments. Animal Behavior, v. 43, pp. 987–998, 1992
- MCLEAN, M. J, BISHOP, P. J; NAKAGAWA, S. Male quality, signal reliability and female choice: assessing the expectations of inter-sexual selection. Journal of Evolutionary Biology, v. 25, pp. 1513–1520, 2012.
- MORAIS, A. R; SIQUEIRA, M. N; BASTOS, R. P. How do males of *Hypsiboas goianus* (Hylidae: Anura) respond to conspecific acoustic stimuli? Zoologia (Curitiba), v. 32, n. 6, pp. 431 – 437, 2015.
- NALI, R. C; PRADO, C. P. A. Complex call with different messages in *Bokermannohyla ibitiguara* (Anura, Hylidae) a gladiator frog of the Brazilian Cerrado. Journal of Herpetology, v. 48, n. 3, pp. 407-414, 2014.

- NARINS, P. M; FENG, S. A; FAY, R. R; POPPER, A. N. **Hearing and sound communication in amphibians**. Springer, New York, p. 376, 2007.
- POMBAL JR, J. P, SAZIMA, I; HADDAD, C. F. B. Breeding behavior of the Pumpkin Toadlet, *Brachycephalus ephippium* (Brachycephalidae). *Journal of Herpetology*, v. 28, pp. 516–519, 1994.
- POMBAL JR., J. P; HADDAD, C. F. B. Estratégias e modos reprodutivos de anuros (Amphibia) em uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, Sudeste do Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia* (São Paulo). USP, v. 45, n. 15, p. 215-229, 2005.
- POMBAL JR., J. P; HADDAD, C. F. B. Estratégias e modos reprodutivos em anuros. Pg. 101-116. Em: Nascimento, L.B. & Oliveira, P.M.E. (Eds.) **Herpetologia no Brasil II**. Soc. Bras. Herpetologia - SBH. 354pp. 2007
- POOLE, K.G; MURPHY, C. G. Preferences of female barking treefrogs, *Hyla gratiosa*, for larger males: Univariate and composite tests. *Animal Behaviour*, v. 73, pp. 513–524, 2007.
- RICHARDS, S. J; JAMES, C. Foot-flagging displays of some Australian frogs. *Memoirs of the Queensland Museum*, v. 32, p. 302, 1992.
- RIVADENEIRA, C. D; VENEGAS, P. J; RON, S. R. Species limits within the widespread Amazonian treefrog *Dendropsophus parviceps* with descriptions of two new species (Anura, Hylidae). *ZooKeys*, v. 726, pp. 25–77, 2018.
- RYAN, M. J. **Anuran Communication**. Smithsonian Institution Press, Washington, London, 252p. 2001.
- SCHWARTZ, J. J. Graded aggressive calls of the spring peeper, *Pseudacris crucifer*. *Herpetologica*, v. 45, pp. 172-181, 1989.

- SEGALLA, M. V; CARAMASCHII, U; CRUZ, C. A. G; GRANT, T; HADDAD, C. F. B; LANGONE, J; GARCIA, P. C. A. Brazilian amphibians – List of species. *Herpetologia Brasileira*, v. 3, n. 2, pp. 37 – 48, 2016.
- SEIBERT, P; NEGREIROS, O. C; BUENO, R. A; EMMERICH, W; NETTO, B. V. M; MARCONDES, M. A. P; CESAR, S. F; GUILLAMOU, J. R; MONTAGNA, R. G; BARRETO, R. A. A; NOGUEIRA, J. C. B; GARRIDO, M. A. O; FILHO, L. E. M; EMMERICH, M; MATTOS, J. R; OLIVEIRA, M. C; GODOI, A. Plano de Manejo do Parque Estadual de Campos de Jordão. *Boletim Técnico do Instituto Florestal de São Paulo*, v. 19, pp. 1-153, 1975.
- SIGNORELLI, L; MORAIS, A. R; VIEIRA, R. R. S; BASTOS, R. P. Vocalizations of *Hypsiboas goianus* (Lutz, 1968) (Anura: Hylidae) in Central Brazil. 2016. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v. 51, n. 3, pp. 1-9, 2016.
- STEGMANN, U. E. **Animal communication theory:** information and influence. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2013
- TOLEDO, L. F, HADDAD, C. F. B. Acoustic repertoire and calling site of *Scinax fuscomarginatus* (Anura, Hylidae). *Journal of Herpetology*, v. 39, n. 3, pp. 455– 464, 2005a.
- TOLEDO, L. F, HADDAD C. F. B. Reproductive biology of *Scinax fuscomarginatus* (Anura, Hylidae) in southeastern Brazil. *Journal of Natural History*, v. 39, n. 32, pp. 3029–3037. 2005b
- TOLEDO, L. F; HADDAD, C. F. B. Defensive vocalizations of neotropical anurans. *South American Journal of Herpetology*, v. 4, n. 1, pp. 25-42, 2009.
- TOLEDO, L. F; MARTINS, I. A; BRUSCHI, D. P; PASSOS, M. A; ALEXANDRE, C; HADDAD, C. F. B. The anuran calling repertoire in the light of social context. *Acta Ethologica*, n. 2, pp. 87-99, 2014.

WELLS, K. D. The courtship of frogs. In: Taylor DH, Guttman SI, (editors). **The reproductive biology of amphibians**. New York (NY): Plenum Press. p. 233–262. 1977.

WELLS, K. D. Intra- and interspecific communication in the neotropical frog *Hyla ebraccata*. *American Zoologist*, v. 20, n. 4, pp. 724, 1980.

WELLS, K. D. The effect of social interactions on anurans vocal behavior. In: Frittsch B, Walkowiak W, Hetherington T, Wilczynski W, Ryan M, (editors). **The evolution of the amphibian auditory system**. New York (NY): John Wiley and Sons. p. 433–454, 1988.

WELLS, K. D. **The ecology and behavior of amphibians**. 1 ed. Chicago: The University of Chicago Press, 2007.

WELLS, K. D; SCHATZ, J. J. Vocal communication in a Neotropical treefrog, *Hyla ebraccata*: advertisement calls. *Animal Behaviour*, v. 32, p. 405-420, 1984.