**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS**
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E EVOLUÇÃO**

# COMUNICAÇÃO EM *Hypsiboas bischoffi* (BOULENGER, 1887) (ANURA, HYLIDAE)

**MANOELA WOITOVICZ CARDOSO**

**Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas da UFG, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Evolução.**

**Goiânia- GO**
**2009**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS**
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E EVOLUÇÃO**

# COMUNICAÇÃO EM *Hypsiboas bischoffi* (BOULENGER, 1887) (ANURA, HYLIDAE)

**MANOELA WOITOVICZ CARDOSO**

**Orientador: Dr. Rogério Pereira Bastos.**

**Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas da UFG, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Evolução.**

**Goiânia- GO**
**2009**

Ficha catalográfica

Cardoso, Manoela Woitovicz
Comunicação em *Hypsiboas bischoffi* (Boulenger, 1887) (Anura, Hylidae)/ Manoela Woitovicz Cardoso. – 2009.
viii, 85 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Rogério Pereira Bastos.
Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, 2009.

1. Comunicação. 2. Ecologia comportamental. 3. *Hypsiboas bischoffi*. 4. Vocalização. 5. Experimentos de *playback*. I. Bastos, Rogério P. II. Universidade Federal de Goiás. Instituto de Ciências Biológicas. Pós-Graduação em Ecologia e Evolução. III. Título.

À mãe Soeli, pai Maneco e Mana Milena, por todo o apoio e incentivo, sempre.

Ao meu querido Rafael, pelo carinho, companheirismo e por ter me mostrado a beleza da biologia.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Rafael Costa da Silva, ao Manoel P. P. Cardoso, à Juliana e ao Diego, pelo auxílio em longas noites em campo.

Ao Sr. Roberto Kulig, por disponibilizar sua fazenda para o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Rafael Costa da Silva pelo desenho do mapa.

Ao Guilherme de Oliveira, Bruno Barreto e Leandro Juen, pelo auxílio com as análises estatísticas.

Ao meu Orientador, Rogério Pereira Bastos, por ter realmente me orientado e por ter me ensinado sobre os anuros e o cerrado nesses dois anos. Por ter aberto as portas do laboratório a uma aluna surgida do Paraná. Pelo esforço em conseguir verba e equipamentos para o Laboratório de Ecologia e Comportamento Animal e pela amizade.

Agradeço aos professores da Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, com os quais pude aprender bastante nesses dois anos.

À Gleice, secretária da Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, sempre me ajudando com os documentos que precisei e que pedi quando estava em Curitiba. Obrigada pela simpatia e boa-vontade!

À minha família, pela paciência e carinho com uma filha tão “bióloga”, sempre levando sapos para casa e obrigando todos a ouvirem muitos coaxares, quando analisando os cantos. Ao pai pelas caronas e companhia em campo, a mãe pelos lanches gostosos para levar para o mato e à Milena por sempre me ajudar com as normas da ABNT (um dia eu aprendo, prometo!).

Ao meu noivo, Rafa, por compreender minhas ausências e por sempre me incentivar e aconselhar.

À Jaine que me acolheu em sua casa e também ao Flavin, dois “pais” postiços sempre preocupados comigo.

À Lu, Jadinha, Ivan e suas famílias, por me hospedarem nas viagens à Goiânia, depois que eu não tinha mais casa na cidade. E por quebrarem galhos enormes me enviando para Curitiba ou entregando em Goiânia documentos, relatórios e afins.

Aos amigos: Lu, Jade, Taís, Daniel (Xanin), Gui e Bruno (Simbiontes), Pri 1, Kátia, Kleber, Lorena D’allara, Lorena Cintra (Lorenz), Jujuba, Ivan, Jaine, Flávio, Kamila, Mariana pelo companheirismo, atenção, boa recepção e butecagens. Graças à vocês minha estada em Goiânia foi maravilhosa. Vocês foram minha família enquanto eu estive longe de Curitiba. Deixar essa cidade dará muitas saudades.

Aos colegas da Pós em Ecologia e Evolução, por dividirem o esforço para a comprensão das matérias, formando grupos de estudos; e por compartilharem risadas em encontros fora da UFG.

Agradeço aos amigos do Paraná, Tatizinha, Alice, Milena, Marília, Nicolle, Nadia, Milenie, Tatiana, Andressa, Bianca, May, Zé, Tatá, Elaine, Guto, Alberto e quem mais deixei de citar por falta de espaço, por entenderem minhas ausências e aceitarem esta amiga ping-pong, pulando de Goiás para o Paraná e vice-versa.

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), por conceder a licença de coleta de anuros (processo número 11956-1).

À FUNAPE/UFG, pela bolsa concedida durante o mestrado e ao CNPq pelo auxílio financeiro ao Laboratório de Comportamento Animal.

“A nossa existência atual é uma extensa função de enormes improbabilidades”
(STEPHEN JAY GOULD, “Quando as Galinhas Tiverem Dentes”)

“O caminho é o fim, mais que chegar”
(RODRIGO AMARANTE/FABRIZIO MORETTI, “The Next Time Around”)

**SUMÁRIO**

RESUMO ..... 10
ABSTRACT ..... 11
1. INTRODUÇÃO GERAL ..... 12
2. REFERÊNCIAS ..... 17
**CAPÍTULO I** ..... 20

**REPERTÓRIO VOCAL DE *Hypsiboas bischoffi* (BOULENGER, 1887) (ANURA, HYLIDAE)**

RESUMO ..... 21
ABSTRACT ..... 21
1. INTRODUÇÃO ..... 22
2. MATERIAL E MÉTODOS ..... 24
3. RESULTADOS ..... 27
3.1. Repertório Vocal ..... 27
3.2. Coeficientes de Variação ..... 30
3.3. Influência de variáveis ambientais ..... 41
3.4. Influência de variáveis morfológicas ..... 42
3.5. Influência de variáveis sociais ..... 43
4. DISCUSSÃO ..... 44
4.1. Repertório Vocal ..... 44
4.2. Coeficientes de Variação ..... 51
4.3. Influência de variáveis ambientais ..... 51
4.4. Influência de variáveis morfológicas ..... 52
4.5. Influência de variáveis sociais ..... 53
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 55
6. REFERÊNCIAS ..... 56
**CAPÍTULO II** ..... 59

**RESPOSTAS DE *Hypsiboas bischoffi* (BOULENGER, 1887) (ANURA, HYLIDAE) A EXPERIMENTOS DE *PLAYBACK***

RESUMO ..... 60
ABSTRACT ..... 60

1. INTRODUÇÃO ..... 61
2. MATERIAL E MÉTODOS ..... 63
2.1. Experimento 1: variação da intensidade..... 64
2.1. Experimento 2: variação da taxa de repetição ..... 64
3. RESULTADOS ..... 65
3.1. Experimento 1: variação da intensidade..... 65
3.1.1. Tipo de canto ..... 65
3.1.2. Número de notas no canto ..... 70
3.2. Experimento 2: variação da taxa de repetição ..... 71
3.2.1. Tipo de canto ..... 71
3.2.2. Número de notas no canto ..... 75
4. DISCUSSÃO ..... 78
4.1. Experimento 1: variação da intensidade..... 78
4.2. Experimento 2: variação da taxa de repetição ..... 80
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 83
6. REFERÊNCIAS ..... 84

## RESUMO

Na maioria das espécies de anfíbios anuros, os machos vocalizam e através de seus cantos são transmitidas informações sobre tamanho, idade e vigor do macho, que são importantes nas interações sociais envolvendo machos vizinhos ou fêmeas. Com objetivo de verificar o comportamento de vocalização de *Hypsiboas bischoffi* (Boulenger, 1887) (Anura, Hylidae), este estudo foi realizado entre novembro e janeiro/08 e em abril de 2008, na Fazenda Monjolo, situada no Município de Balsa Nova, Estado do Paraná. *Hypsiboas bischoffi* possui amplo repertório vocal, composto por três tipos de canto: anúncio, agressivo e misto. Esses cantos são pulsionados, como os cantos das demais espécies do grupo de *H. pulchellus*, no qual está incluída. A espécie apresenta dois tipos de notas: nota "A" com função de atração de fêmeas e nota "B", com função agressiva. As duas notas se combinam de diferentes maneiras, originando cantos com diferentes níveis de agressividade, dependendo do contexto social em que o macho estiver inserido. Não foi encontrado parâmetro acústico com caráter estático para os coeficientes de variação inter ou intra-individual dos cantos de anúncio ou misto. Quanto maior a temperatura, menor o intervalo entre os últimos pulsos. A freqüência dominante do canto não é influenciada pelo tamanho em H. bischoffi, bem como nenhum dos outros parâmetros acústicos de sua vocalização. Assim, não foi encontrado quais características do canto podem conter pistas sobre o comprimento rostro-cloacal (CRC) e a massa do macho vocalizante. Dois experimentos de playback foram realizados. O experimento 1 variou a intensidade dos cantos do playback e foi realizado com 30 machos, 10 para cada tipo de canto no playback (anúncio, agressivo e misto). Ocorreu diminuição gradativa da taxa de repetição de cantos de anúncio durante o *playback* de cantos agressivos e no intervalo entre pulsos de cantos agressivos durante a fase 1 do *playback* de canto misto. Ocorreu diminuição na taxa de repetição dos cantos com uma nota em resposta ao *playback* de cantos agressivos. O experimento 2, que variou a taxa de cantos de anúncio, foi realizado com 10 indivíduos e o que variou a taxa de cantos agressivos, com cinco machos. Em resposta à quinta seqüência do *playback* de cantos de anúncio, machos responderam aumentando a duração e a freqüência dominante dos cantos de anúncio emitidos. Além disso, aumentaram as taxas de repetição de cantos de anúncio e mistos e diminuíram a de cantos agressivos. Foi verificado aumento progressivo na taxa de repetição de cantos com duas notas (anúncio com duas notas e misto) durante as fases de *playback* de canto de anúncio. Em resposta ao *playback* de cantos agressivos ocorreu diminuição na taxa de repetição de cantos com uma nota. Assim, a resposta de *H. bischoffi* à aproximação de um intruso ou de um macho vocalizando a maiores taxas de vocalização é gradativa: inicia a interação com canto agressivo e adiciona notas "A", atrativas a fêmeas. Machos de *H. bischoffi*, ao serem estimulados pelas vocalizações, iniciam suas respostas com aumento da proporção de cantos agressivos em relação a cantos de anúncio, passando por aumento na taxa de repetição de cantos mistos, compostos, com conseqüente diminuição na taxa de cantos agressivos.

## ABSTRACT


### Acoustic communication in *Hypsiboas bischoffi* (Boulenger, 1887) (Anura, Hylidae)

In most of the species of anura amphibians, the male vocalizes and through their call, information is sent about their size, age and male strength, which are important in social interaction involving neighboring male or female. With the aim of checking the vocalization behavior of *Hypsiboas bischoffi* (Boulenger, 1887) ( Anura, Hylidae), this research was carried out between November and January/08 and in April/2008 at the Monjolo Farm located in Balsa Nova County, state of Paraná. *H. bischoffi* has a great vocal repertoire, composed by three kinds of calls: advertisement call, aggressive call and mixed one. These calls are pulsated as the calls of the other species of the group of *H. pulchellus*, in which it is included. The species presents two kinds of notes: note “A” with the aim of female attraction and note “B” with aggressive aim. Both notes combine each other in different manners, originating calls with different levels of aggressiveness, depending on the social context in which the male is in. It was not found acoustic parameter with static character for the inter or intra-individual variation factor in the advertisement or mixed calls. The higher the temperature, the lesser the gap between the last pulses. The dominant frequency and other acoustic parameters of the call are not influenced by the size in H. bischoffi. Therefore weren't found which acoustic parameters could provide honest clues about the snout-vent length (SVL) and the vocalizing male mass. Two playback experiments were carried out. Experiment number 1 varied the intensity of the playback call and was carried out with 30 males, 10 to which type of call in the playback (advertisement, aggressive and mixed one). There was a gradual decrease in the repetition rate of advertisement call during the playback of aggressive calls and in the gap between pulses of aggressive calls during the first phase of the mixed call playback. There was a decrease in the repetition rate of the calls with one note in response to the aggressive call playback. The second experiment, which varied the rate of advertisement calls, was carried out with 10 individuals and the one which varied the aggressive calls with 5 males. In response to the fifth sequence of the advertisement call playback, the male responded increasing the length and the dominant frequency of the advertisement calls vocalized. Besides that, there was an increase in the repetition rate of advertisement and mixed calls and a decrease in the aggressive call. It was verified a progressive increase in the repetition rate of calls with 2 notes (advertisement call with 2 notes and mixed) during the playback periods of advertisement calls. In response to the aggressive call playback there was a decrease in the repetition rate of calls with one note. Therefore, the response of *H. bischoffi* to the approach of an intruder or a vocalizing male to bigger rates of vocalization is gradual: starts the interaction with aggressive calls and adds “A” notes (attractive to female). *H. bischoffi* male, when stimulated by the vocalization start their responses with an increase of the proportion of aggressive calls related to advertisement calls, going through an increase of the rate of repetition in mixed, compound calls as a result of the decrease of the rate of aggressive calls.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Durante o processo de acasalamento, a comunicação entre parceiros é bastante importante a fim de evitar que pares hetero-específicos sejam formados. Uma vez que descendentes de casais hetero-específicos são inviáveis, a seleção natural atua fortemente para que fêmeas escolham parceiro de sua própria espécie (Ryan & Rand, 2001). Em anuros, as vocalizações são espécie-específicas (Eterovick & Sazima, 2004). Em geral são os machos que vocalizam e através de seus cantos são transmitidas informações sobre tamanho, idade e vigor do macho (Stebbins & Cohen, 1995). As vocalizações podem tanto atrair fêmeas quanto defender territórios e repelir machos (Wells, 1988). Fêmeas em geral preferem cantos mais complexos – com maior número de notas ou de pulsos - (Arak, 1983; Schwartz & Wells, 1985); cantos emitidos em maior taxa de repetição (Gerahrdt, 1991); e notas atrativas a agressivas (Marshal, Humfeld & Bee, 2003). Assim, fêmeas selecionam seus parceiros através dessas pistas contidas nas vocalizações, exercendo pressão de seleção sexual.

Características do canto mais fortemente restringidas pelo tamanho do macho variam pouco e são chamadas de estáticas. As características com coeficiente de variação estático parecem estar sujeitas à pressão de seleção estabilizadora por parte das fêmeas, enquanto que as que variam muito entre os cantos de um mesmo macho parecem sofrer com seleção direcional (Gerhardt, 1991).

A freqüência dominante é um exemplo de parâmetro acústico que é restringido pelo tamanho corporal do macho, sendo que machos maiores emitem cantos mais graves (Given, 1987; Wollerman, 1998; Giasson & Haddad, 2006). E fêmeas de várias espécies preferem cantos de menor freqüência dominante (Wollerman & Wiley, 2002) selecionando indiretamente machos maiores.

Os parâmetros acústicos das vocalizações não sofrem influência apenas do tamanho do macho, mas também de fatores abióticos como temperatura e umidade (Bastos & Haddad, 1995; Guimarães & Bastos, 2003), além do contexto social, representado pelo número de machos no coro e distância entre machos (Wells, 1988; Brenowitz & Rose, 1994). Os conflitos entre machos por manutenção de sítio reprodutivo ocorrem principalmente através do aumento no número de notas ou pulsos no canto de anúncio (Arak, 1983; Schwartz & Wells, 1985; Wagner, 1989; Stewart & Bishop, 1994; Bastos & Haddad, 1995; Bastos & Haddad, 2002; Martins &

Jim, 2003; Martins & Jim, 2004) e do aumento na taxa de emissão dos cantos (Given, 1987; Jennions *et al.*, 1995; Bosch & Márquez, 1996).

A resposta agressiva só é emitida quando a vocalização de um vizinho ultrapassa certo limiar (Littlejohn, 2001). Em geral o limiar corresponde a uma faixa de intensidade, que, por sua vez, indica a distância de um macho ao outro (Littlejohn, 2001).

Assim, mesmo em confronto com outros machos, alguns indivíduos não emitem cantos agressivos que são menos atrativos às fêmeas (Marshal, Humfeld & Bee, 2003). Machos respondem a cantos mais complexos aumentando a duração de seus cantos ou a sua taxa de repetição, mas só incluem notas agressivas se seus vizinhos também o estiverem fazendo. Essa resposta relativa indica que as alterações nas vocalizações foram selecionada primeiramente para aumentar a conspicuidade de um macho à possíveis parceiras (Schwartz & Wells, 1985).

Como a intensidade é um sinalizador da distância entre machos (Wilczynski & Brenowitz, 1988; Brenowitz, 1989), bem como a taxa de repetição é indicativa de competição para ser mais conspícuo às parceiras (Schwartz & Wells, 1985), experimentos de *playback* alterando tais parâmetros vem sendo desenvolvidos a fim de avaliar a resposta de um macho residente à intrusos simulados (p. ex. Brenowitz & Rose, 1994; Márquez, Pargana & Crespo, 2001; Marshall; Humfeld & Bee, 2003).

No entanto, há poucos trabalhos que utilizam experimentos de *playback* com espécies brasileiras. Os *playbacks* têm sido utilizados principalmente para suscitar comportamento agressivo (p. ex. Toledo *et al.*, 2007) e testar se uma vocalização tem função agressiva (p. ex. Canedo & Pombal, 2007). Dessa maneira, a maioria dos trabalhos que utilizou *playbacks* em estudos de anuros brasileiros consistiu na apresentação de vocalizações sem alteração em seus parâmetros temporais ou espectrais.

Esta pesquisa foi desenvolvida na Fazenda Monjolo, propriedade situada no Município de Balsa Nova, localidade de São Luiz do Purunã a 42 km de Curitiba (Figura 1), Estado do Paraná. A fazenda encontra-se dentro dos limites da APA da Escarpa Devoniana, entre o Primeiro e o Segundo Planalto Paranaense.

Figura 1 - Mapa do Estado do Paraná, em destaque a Localidade e São Luiz do Purunã, Município de Balsa Nova, 42 Km a oeste do Município de Curitiba.

A formação vegetacional é típica de floresta ombrófila mista com influência de campos. O sub-bosque encontra-se em sua maior parte degradado devido à presença de gado na área. O clima do local segundo a classificação de Köppen é Cfb, ou seja, clima temperado propriamente dito, com temperatura média no mês mais frio inferior a 18$^{o}$C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente inferior a 22$^{o}$C; e sem estação seca definida (Caviglione *et al.*, 2000).

Um trecho de 157 m de um riacho estreito e raso (25°26'48,8”S, 49°41’39,6”W), a 1009 m de altitude, com aproximadamente 15 centímetros de

profundidade, foi amostrado. O riacho (Figura 2) apresenta fundo lodoso, localizado em área aberta circundado predominantemente por vegetação herbácea e arbustiva.

Figura 2 – Área de estudo: vista parcial do riacho situado na Fazenda Monjolo, Município de Balsa Nova Estado do Paraná.

A espécie estudada no presente trabalho, *Hypsiboas bischoffi* (Boulenger, 1887), é um anuro pertencente à Família Hylidae (Frost, 2008) com distribuição do sudeste do Brasil, a partir do Estado de São Paulo, ao sul do Estado do Rio Grande do Sul (IUCN, 2006). É uma espécie de reprodução prolongada, vocalizando em todos os meses do ano com exceção de junho e julho, entre 18h e 03h. Ocorre tanto em lagoas em ambientes abertos quanto em ambiente florestal.

Essa espécie é freqüentemente encontrada em taxocenoses de anfíbios de floresta com araucária (p. ex. Kwet & Di-Bernardo, 1999) e em algumas de Mata Atlântica (p. ex. Heyer *et al.*, 1990). Mesmo sendo comum, há poucos estudos realizados sobre *Hypsiboas bischoffi*. Alguns deles incluem trabalhos realizados sobre comunidades contendo informações de ocupação espacial e temporal, como, por exemplo, Pombal Jr. (1997), Bertoluci & Rodrigues (2002), Conte & Machado (2005); três trabalhos que incluem informações sobre seu repertório vocal (Bokermann, 1967; Heyer *et al.*, 1990; Kwet & Di-Bernardo, 1999), além de um trabalho recente sobre comportamento agressivo entre machos, através de vocalizações e sinalizações visuais (Toledo *et al.*, 2007).

No primeiro capítulo, o repertório vocal de *Hypsboas bischoffi* (Anura: Hylidae) é descrito, sendo calculados os coeficientes de variação dos parâmetros acústicos das vocalizações de anúncio e mistas. Foram buscados quais parâmetros do canto

de anúncio podem atuar como identificadores dos machos. Foi testada a existência de influência de variáveis ambientais (temperatura e umidade), morfológicas (comprimento rostro-cloacal e massa do macho) e sociais (número de machos no coro e distância ao macho mais próximo) sobre os parâmetros acústicos do canto de anúncio. E, finalmente, os cantos de anúncio e agressivo de *Hypsiboas bischoffi* foram comparados aos já descritos para outras espécies do grupo de *Hypsiboas pulchellus* (*sensu* Faivovich *et al.*, 2005), no qual está incluída.

O segundo capítulo traz os resultados de dois experimentos de *playback*. O primeiro simulou a aproximação de um intruso emitindo cantos de anúncio, agressivos ou mistos separadamente, através da apresentação de *playbacks* com intensidade crescente. O segundo experimento investigou o efeito de *playbacks* com taxa de repetição crescente sobre o comportamento de machos de *Hypsiboas bischoffi*.

## 2. REFERÊNCIAS


Arak, A. 1983a. Vocal interactions, call mating and territoriality in a Sri Lankan treefrog, *Philautus leucorhinus* (Racophoridae). **Animal Behavior 31**: 292-302.

Bastos, R. P. & C. F. B. Haddad, C. F. B. 1995. Vocalizations and acoustic interactions in *Hyla elegans* (Anura, Hylidae) during the reproductive activity. **Naturalia 20**:165-176.

Bastos, R. P. & Haddad, C. F. B. 2002. Acoustic and agressive interactions in *Scinax rizibilis* (Anura: Hylidae) during the reproductive activity in southeastern Brazil. **Amphibia-Reptilia 23**: 97-104

Bertoluci, J. & M. T. U Rodrigues. 2002. Utilização de habitats reprodutivos e micro-habitats de vocalização em uma taxocenose de anuros (Amphibia) da Mata Atlântica do Sudeste do Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia 42** (12): 287-297.

Bokermann, W. C. A. 1967. Notas sôbre cantos nupciais de anfíbios brasileiros (Anura). III. **Anais da Academia Brasileira de Ciências 39** (3-4): 491-493.

Bosch, J. & R. Márquez. 1996. Acoustic competition in male midwife toads *Alytes obstetricans* and *Alytes cisternasii*: response to neighbor size and calling rate. Implications for female choice. **Ethology 102**: 841-855.

Brenowitz, E. A. 1989. Neighbor call amplitude influences aggressive behavior and intermale spacing in choruses of th epacif treefrog (*Hyla regilla*). **Ethology 83**: 69-79.

Brenowitz, E. A.. & G. J. Rose. 1994. Behavioural plasticity mediates aggression in choruses of the Pacific treefrog. **Animal Behaviour 47**: 633-641.

Canedo, C. & J. P. Pombal, Jr. 2007. Two new species of torrent frog of the genus *Hylodes* (anura, Hylodidae) with nupcial thumb tubercles. **Herpetologica 63** (2): 224-235.

Caviglione, J. H.; L. R. B. Kiihl; P. H. Caramori & D. Oliveira. 2000. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina, IAPAR, CD.

Conte, C. E. & R. A. Machado. 2005. Riqueza de espécies e distribuição espacial e temporal em comunidade de anuros (Amphibia, Anura) em uma localidade de Tijucas do Sul, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia 22** (4): 940-948.

Faivovich, J.; C. F. B. Haddad; P. C. A. Garcia; D. R. Frost; J. A. Campbell & W. C. Wheeler. 2005. Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hylinae: Phylogenetic analysis and taxonomic revision. **Bulletin of the American Museum of Natural History 294**:1-240.

Frost, Darrel R. 2008. **Amphibian Species of the World: an Online Reference.** Version 5.2 (15 July, 2008). Electronic Database disponível em http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php. American Museum of Natural History, New York, USA. [05 de novembro de 2008].

Gerhardt, H. C. 1991. Female mate choice in treefrogs: static and dynamic acoustic criteria. **Animal Behavior 42**: 615-635.

Gerhardt, H. C. 1994. The evolution of vocalization in frogs and toads. **Annual Review of Ecology and Systematics 25**: 293-324.

Giasson, L. O. M. & C. F. B. Haddad. 2006. Social interactions in *Hypsiboas albomarginatus* (Anura: Hylidae) and the significance of acoustic and visual signals. **Journal of Herpetology 40** (2): 171-180.

Given, M. F. 1987. Vocalizations and acoustic interactions of the carpenter frog, *Rana virgatipes*. **Herpetologica 43** (4): 467-481.

Guimarães, L. D. & R. P. Bastos. 2003. Vocalizações e interações acústicas em *Hyla raniceps* (Anura, Hylidae) durante a atividade reprodutiva. **Iheringia 93** (2): 149-158.

Heyer, W. R.; A. S. Rand; C. A. G. Cruz; O. L. Peixoto & C. E. Nelson. 1990. Frogs of Boracéia. **Arquivos de Zoologia 31** (4): 231-410.

IUCN, Conservation International, and NatureServe. 2006. **Global Amphibian Assessment**. Disponível em: www.globalamphibians.org [05 de novembro de 2008].

Jennions, M. D.; Bishop, P. J.; Backwell, P. R.Y. & Passmore, N. I. 1995. Call rate variability and female choice in the African frog, *Hyperolius marmoratus*. **Behaviour 132**(9-10): 709-720.

Kwet, A. & M. Di-Bernardo. 1999. Pró-Mata - Anfíbios. Amphibien. Amphibians. Porto Alegre, EDIPUCRS, 107p.

Littlejohn, M. J.. 2001. Patterns of differentiation in temporal properties of acoustic signals of anurans. *In*: Ryan, M. J. (Ed.) Anuran Communication. Smithsonian Institution Press. p.102-120.

Marshall, V. T.; S. C. Humfeld & M. A. Bee, 2003. Plasticity of aggressive signalling and its evolution in male spring peepers, *Pseudacris crucifer*. **Animal Behaviour 65**: 1223-1234.

Márquez, R.; Pargana, J. M.; & Crespo, E. G. 2001. Acoustic competition in male *Pelodytes ibericus* (Anura: Pelodytidae): interactive *playback* tests. **Copeia 4**: 1142-1150.

Martins, I. A. & J. Jim. 2003. Bioacoustic analysis of advertisement call in *Hyla nana* and *Hyla sanborni* (Anura, Hylidae) in Botucatu, São Paulo, **Brazilian Journal of Biology 63** (3): 507:516.

Martins, I. A. & J. Jim. 2004. Advertisement call of *Hyla jimi* and *Hyla elianeae* (Anura, Hylidae) in the Botucatu region , São Paulo, Brazil. **Brazilian Journal of Biology 64** (3B): 645-654.

Pombal Jr., J. P. 1997. Distribuição espacial e temporal de anuros (Amphibia) em uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia 57** (4): 583-594.

Schwartz, J. J. e Wells, K. D. 1985. Intra- and interespecific vocal behavior of the Neotropical treefrog *Hyla microcephala*. **Copeia 1**: 27-38.

Stebbins, R. & N. Cohen. 1995. **A natural history of amphibians**. Princeton, New Jersey, Princeton University Press, XVI+316p.

Stewart, M. M.; & Bishop, P. J. 1994. Effects of increased sound level of advertisiment calls on calling male frogs, *Eleutherodactylus coqui*. **Journal of Herpetology 28**(1): 46-53.

Toledo, L. F.; O. G. S. Araújo; L. D. Guimarães; R. Lingnau & C. F. B. Haddad. 2007. Visual and acoustic signaling in three species of brazilian nocturnal tree frogs (Anura, Hylidae). **Phyllomedusa 6** (1): 61-68.

Wagner, W. E. Jr. 1989. Graded aggressive signals in Blanchard's cricket frog: vocal responses to opponent proximity and size. **Animal Behavior 38**: 1025-1038.

Wells, K. D. 1988. The effect of social interactions on anuran vocal behavior, p. 433-454. *In*: B. Fritzsch; M. J. Ryan; W. Wilczynski; T. E. Hetherington & W. Walkowiak (Eds.). The evolution of the amphibian auditory system, John Wiley and Sons, New York.treefrog, *Hyla microcephala*. **Behavioral Ecology and Sociobiology 25**: 13-22.

Wollerman, L. 1998. Stabilizing and directional preferences of female *Hyla ebraccata* for calls differing in static properties. **Animal Behavior 55**: 1619-1630.

Wollerman, L. & H . Wiley. 2002. Background noise from a natural chorus alters female discrimination of male calls in a Neotropical frog. **Animal Behavior 63**: 15-22.

Wilczynski, W. & E. A. Brenowitz, 1988. Acoustic cues mediate inter-male spacing in a neotropical frog. **Animal Behaviour 36**: 1054-1063.

# CAPÍTULO I

## REPERTÓRIO VOCAL DE *Hypsiboas bischoffi* (BOULENGER, 1887) (ANURA, HYLIDAE)

## RESUMO

Foi descrito o repertório vocal de *Hypsboas bischoffi*, composto por canto de anúncio, agressivo e misto. Foram calculados os coeficientes de variação inter (CVe) e intra-individuais (CVi) dos parâmetros acústicos das vocalizações de anúncio e mistas. Não houve parâmetro acústico com caráter estático para CVe e nem para CVi. Foi testada a existência de influência de variáveis ambientais, morfológicas e sociais sobre os parâmetros acústicos do canto de anúncio. Quanto maior a temperatura, menor o intervalo entre os últimos pulsos. A freqüência dominante do canto não é influenciada pelo tamanho em *H. bischoffi*, bem como nenhum dos outros parâmetros acústicos de sua vocalização. Assim, não foi encontrado que características do canto podem conter pistas sobre o comprimento rostro-cloacal (CRC) e a massa do macho vocalizante.

## ABSTRACT

### Vocal Repertoire of *Hypsiboas bischoffi* (Boulenger, 1887) (Anura, Hylidae)

The vocal repertoire of *Hypsiboas bischoffi* was described, composed by advertisement call, aggressive call and mixed call. The variation coefficient of inter (CVb) and intra-individuals (CVi) of the acoustic parameters of advertisement and mixed vocalization were calculated. There wasn’t acoustic parameter with static character to Cvb and neither to CVi. The existence of the influence of environmental, morphological and social variables was tested over the acoustic parameters of the advertisement call. The higher the temperature, the lesser the gap between the last pulses. The dominant frequency and other acoustic parameters of the call are not influenced by the size in H. bischoffi. Therefore weren't found which acoustic parameters could provide honest clues about the snout-vent length (SVL) and the vocalizing male mass.

## 1. INTRODUÇÃO

A maior parte dos machos de anfíbios anuros utiliza-se de vocalizações para a atração de fêmeas e também nas interações territoriais entre vizinhos (Stebbins & Cohen, 1995). As vocalizações são espécie-específicas e, portanto, podem ser utilizadas para resolver problemas taxonômicos além de serem objetos de estudos de ecologia comportamental (Eterovick & Sazima, 2004).

Como a maioria dos anuros agrupa-se em torno de corpos d'água para vocalizar, os indivíduos têm de partilhar o espaço acústico de alguma maneira, a fim de se fazerem perceber e serem localizados pelas fêmeas, garantindo o acasalamento (Wells, 1977a). Assim, locais de vocalização favoráveis são limitados e um mínimo de espaçamento entre machos é necessário (Wells, 1977b). Tal distância mínima possivelmente dependerá da intensidade das vocalizações de outros machos que um macho ouve em seu sítio de vocalização o que, por sua vez, depende das características do entorno (Awbrey, 1978).

Anuros de reprodução prolongada (*sensu* Wells, 1977b) vocalizam para atraírem fêmeas e competem indiretamente por elas. Tal competição ocorre através de vocalização e leva à defesa de sítios de vocalização e à manutenção de distância entre indivíduos, procurando diminuir a interferência entre as vocalizações de diferentes machos (Wells, 1977a e 1977b).

Em alguns casos, pode ocorrer conflito entre machos da mesma espécie, que são geralmente resolvidos através da emissão de vocalizações territoriais (Bastos & Haddad, 1995; Martins *et al*., 1998) e exibições visuais de partes coloridas ou contrastantes do corpo (Wells, 1977; Harding, 1982; Giasson & Haddad, 2006).

As vocalizações de diferentes indivíduos, também passam informações sobre seu estado reprodutivo, tamanho, idade, vigor entre outros fatores (Stebbins & Cohen, 1995). Assim, fêmeas podem avaliar os machos vocalizantes e fazer sua escolha baseadas no canto, exercendo pressão de seleção sexual.

Com o estudo de vocalizações e de seus contextos sociais pode-se compreender melhor o comportamento de anfíbios e suas interações em populações e comunidades, auxiliando no entendimento de sua estruturação.

Esta pesquisa foi desenvolvida na Fazenda Monjolo, propriedade situada no Município de Balsa Nova, localidade de São Luiz do Purunã a 42 km de Curitiba Estado do Paraná (ver Introdução Geral).

O objetivo geral desta pesquisa foi descrever a comunicação acústica de *Hypsiboas bischoffi*, compará-la à de outras espécies do grupo e testar as seguintes hipóteses:

i. Vocalizações de machos de Hypisboas bischoffi diferem entre indivíduos;

Predição: Os parâmetros acústicos duração do canto, taxa de repetição, intensidade e freqüência dominante variarão mais entre indivíduos do que entre as vocalizações de um mesmo individuo, servindo como características para a identificação individual.

ii. Vocalizações sofrem influência das variáveis ambientais temperatura, umidade e horário;

Predição 1: À medida que a temperatura e a umidade aumentam, maior é a taxa de repetição, menor a duração dos cantos e maior suas intensidades.

Predição 2: À medida que o horário avance, diminuirá a taxa de repetição, a duração e a intensidade do canto.

iii. Vocalizações sofrem influência das variáveis morfológicas comprimento rostro-cloacal (CRC) e massa do macho;

Predição: Quanto maior o CRC e a massa do macho, mais grave, com maior intensidade, mais freqüente e mais longa será sua vocalização.

iv. Vocalizações sofrem influência do contexto social

Predição: Quanto maior o coro e menor a distância entre machos, maior será a intensidade dos cantos, menor a freqüência dominante e maior o número de notas por canto.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

As observações de campo foram realizadas entre novembro e janeiro de 2008 e em abril de 2008. Cada turno de observações foi iniciado após o ocaso, geralmente após as 18h desconsiderando o horário de verão. As vocalizações de *Hypsiboas bischoffi* foram gravadas com um gravador Marantz PMD 660 acoplado à um microfone Sennheiser ME66 posicionado a 0,5 m do espécime vocalizante e, posteriormente, transferidas para computador PC Pentium com freqüência de entrada de 22 kHz e resolução de 16 bits. A intensidade dos cantos emitidos foi obtida com um decibelímetro Minipa (precisão de 0,1 db) posicionado a 50 cm do macho vocalizante.

Os parâmetros acústicos analisados foram a duração total do canto, o número de notas por canto, a duração da primeira nota, da nota intermediária e da última nota, o intervalo entre os cantos, a taxa de repetição de cantos e a freqüência dominante dos cantos. Essas características das vocalizações foram analisadas no programa Cool Edit Pro 2.0 e Avisoft SASLab Light e os gráficos foram obtidos no programa Sound Ruler 0.9.6.0. A terminologia empregada na descrição dos cantos segue Duellman & Trueb (1986) e Gerhardt (1998).

A partir de dados obtidos em outros trabalhos (Tabela 1), foi montado um quadro comparativo entre parâmetros acústicos das vocalizações de outras espécies do grupo de *Hypsiboas pulchellus* (*sensu* Faivovich *et al.*, 2005) e dados obtidos no presente estudo para *Hypsiboas bischoffi.*

Tabela 1 – Espécies do grupo de *Hypsiboas pulchellus* com cantos descritos e referência dos trabalhos em que foram obtidas informações sobre os parâmetros acústicos de suas vocalizações.

| Espécie | Canto | Trabalho |
|---|---|---|
| *H. caipora* | Anúncios e compostos | Antunes *et al.* (2008) |
| *H. callipleura* | Anúncio | Márquez *et al.* (1993) |
| *H. cipoensis* | Anúncio | Haddad, Andrade & Cardoso (1988) |
| *H. goianus* | Anúncio e agressivo<br>"harsh notes" e "trilled call" | Guimarães *et al.* (2001)<br>Menin, Silva & Giaretta (2004) |
| *H. marginatus* | Anúncio | Garcia et al. (2001) |
| *H. poaju* | Anúncio | Garcia *et al.* (2008) |
| *H. polytaenius* | "harsh noted call" e "trilled call" | Heyer *et al.* (1990) |
| *H. andinus / riojanus* | Anúncio | Márquez *et al.* (1993) |

As medidas de comprimento rostro-cloacal (CRC) e de massa dos indivíduos gravados foram obtidas com um paquímetro analógico (precisão de 0,05 mm) e balança digital (precisão de 0,05 g). Os indivíduos gravados foram marcados através de amputação de artelhos segundo o método de Donnelly *et al.* (2001). A temperatura e umidade relativa do ar foram tomadas com termohigrômetro digital (precisão de 0,05°C e 0,05%, respectivamente) e a temperatura da água com termômetro analógico de mercúrio (precisão de 0,05ºC).

Uma câmera digital Sony H2 com resolução de 6 megapixels e outra Canon EOS-3000N foram utilizadas para fotografar espécimes e os pontos amostrados nesse estudo. Espécimes testemunho foram depositados na Coleção Zoológica da Universidade Federal de Goiás (ZUFG).

O Coeficiente de Variação dos parâmetros acústicos foi calculado da seguinte maneira: CV=DP/$\bar{x}$.100, em que "DP" representa o desvio padrão e "$\bar{x}$" representa a média. Os parâmetros acústicos foram classificados como estáticos, intermediários ou dinâmicos conforme Gerhardt (1991). Para o coeficiente de variação intra-individual médio (CVi), parâmetros com CVi inferior a 5% foram considerados estáticos, com CVi entre 5% e 12% considerados intermediários e acima de 12%, dinâmicos.

Para os coeficientes de variação inter-individual (CVe), calculados a partir da média e desvio padrão geral da população, parâmetros considerados estáticos foram aqueles com CVe abaixo de 10%, intermediários entre 10% e 20% e dinâmicos aqueles com CVe acima de 20%. Os intervalos de coeficiente de variação entre indivíduos (CVe) foram maiores que os de coeficiente intra-individual (CVi) pois é esperada maior variação entre indivíduos que entre os cantos de um mesmo indivíduo, o que acarreta em intervalos mais conservadores (com valores mais baixos) para o CVi. A relação CVe/CVi foi utilizada para verificar quais parâmetros variaram mais entre cantos emitidos por diferentes indivíduos do que entre os cantos emitidos por um mesmo macho. Assim, parâmetros com CVe/CVi > 1 são aqueles com informações capazes de permitir a identificação de um indivíduo, ao diferenciá-lo de outros.

A fim de verificar quais parâmetros acústicos permitem a identificação individual, foi efetuada uma ANOVA com teste *a posteriori* de Tukey com os parâmetros acústicos de cinco cantos de cada macho para coros compostos por três

a oito indivíduos. Para coros formados por dois machos, foi aplicado o teste T de Student (Ayres *et al.*, 2005).

Foi utilizado Regressão Múltipla (Ayres *et al.*, 2005), no programa BioEstat 4.0, com o objetivo de avaliar a influência de parâmetros acústicos dos cantos de anúncio e variáveis as ambientais, morfológicas e sociais.

# 3. RESULTADOS

## 3.1. REPERTÓRIO VOCAL

Durante este estudo os machos de *Hypsiboas bischoffi* emitiram três tipos de vocalização: canto de anúncio, canto agressivo e canto misto.

O canto de anúncio (Figura 1) foi emitido com a maior taxa de repetição média e é o canto que todos indivíduos apresentaram (n=36). O canto de anúncio é constituído por uma ou duas notas multi-pulsionadas curtas chamadas notas “A”. Os pulsos que compõem a nota “A” não são espaçados, com exceção do curto intervalo entre o penúltimo e último pulso. As médias, desvios-padrão, valores mínimos e máximos dos parâmetros acústicos do canto de anúncio são apresentados na Tabela 2.

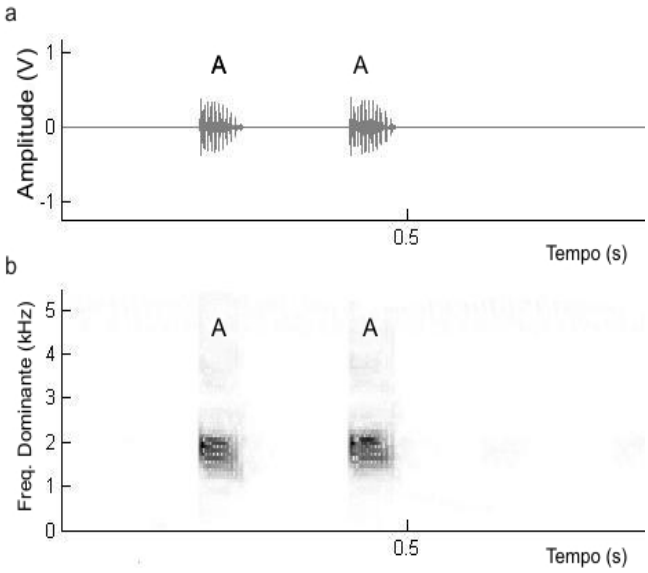


Figura 1 – a. Sonograma e b. oscilograma do canto de anúncio de *Hypsiboas bischoffi*. Temperatura do ar = 16,6°C; umidade relativa do ar = 77%.

Tabela 2 - Média, desvio padrão (SD), valor mínimo (Mín) e máximo (Máx) dos parâmetros acústicos do canto de anúncio emitido por 36 machos de *Hypsiboas bischoffi*. Parâmetros analisados: durTOTAL - duração total; N nota – número de notas; N pulsos - número de pulsos; durP1 - duração do primeiro pulso; interPulsos – intervalo entre pulsos; durPultimo – duração do último pulso; interPúltimo – intervalo entre penúltimo e último pulsos; FreqDOM – freqüência dominante; txREPET: taxa de repetição; e Intensidade.

| Anúncio | N. de cantos | Média | SD | Mín | Máx |
|---|---|---|---|---|---|
| durTOTAL (s) | 163 | 0,085 | 0,034 | 0,039 | 0,456 |
| N nota | 163 | 1,160 | 0,426 | 1,000 | 2,000 |
| Npulsos | 163 | 12,319 | 1,698 | 2,000 | 17,000 |
| durP1 (s) | 163 | 0,004 | 0,001 | 0,002 | 0,011 |
| interPulsos (s) | 162 | | | 0,000 | 0,000 |
| durPultimo (s) | 163 | 0,008 | 0,006 | 0,002 | 0,079 |
| interPúltimo (s) | 162 | 0,003 | 0,003 | 0,000 | 0,012 |
| FreqDOM (Hz) | 163 | 1949,536 | 236,655 | 46,870 | 5296,000 |
| txREPET (cantos/minuto) | 163 | 4,443 | 3,485 | 0,500 | 9,500 |
| intensidade (dB) | 161 | 61,899 | 5,993 | 42,000 | 81,000 |

O canto agressivo (Figura 2) teve baixa taxa de repetição (Tabela 3) e foi emitido por dois machos. O canto agressivo é composto por apenas uma nota, denominada nota “B”. A nota “B” é composta por pulsos bastante espaçados entre si. As médias, desvios-padrão e os valores mínimos e máximos dos parâmetros acústicos do canto agressivo estão dispostos na Tabela 3.

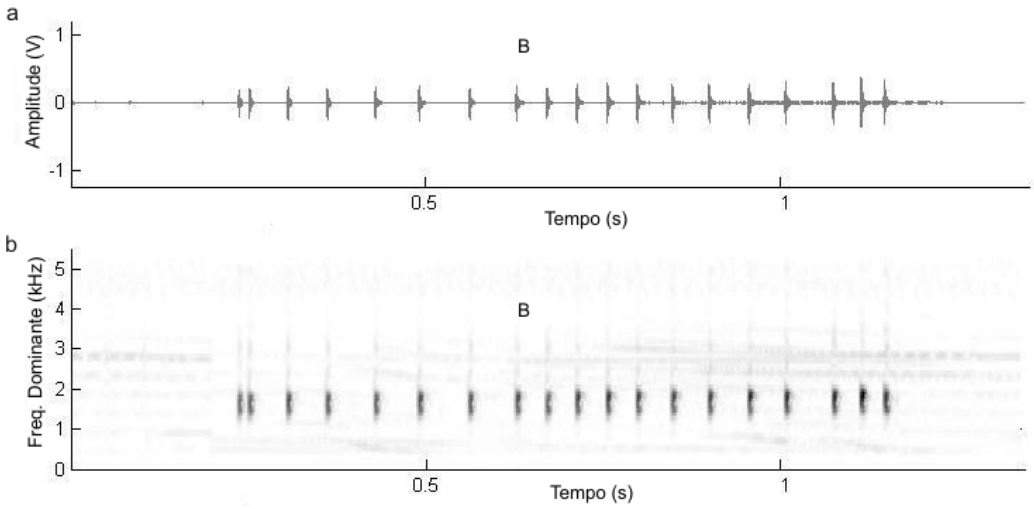


Figura 2 – a. Sonograma e b. oscilograma do canto agressivo de *Hysiboas bischoffi*. Temperatura do ar = 20°C; umidade relativa do ar = 83%.

Tabela 3 - Média, desvio padrão (SD), valor mínimo (Mín) e máximo (Máx), de cada parâmetro acústico do canto agressivo. Parâmetros analisados: durTOTAL - duração total; N pulsos - número de pulsos; durP1 - duração do primeiro pulso; interPulsos – intervalo entre primeiro e segundo pulsos; durPmeio – duração do pulso intermediário; interPmeio – intervalo entre os pulsos intermediários; durPultimo – duração do último pulso; interPúltimo – intervalo entre penúltimo e último pulsos; FreqDOM – freqüência dominante; txREPET: taxa de repetição; e Intensidade.

| Agressivo | N. de cantos | Média | SD | Mín | Máx |
|---|---|---|---|---|---|
| durTOTAL (s) | 3 | 1,011 | 0,1 | 0,938 | 1,083 |
| Npulsos | 3 | 15,3 | 4,6 | 12 | 18,5 |
| durP1 (s) | 3 | 0,006 | 0,001 | 0,005 | 0,006 |
| interPulsos (s) | 3 | 0,107 | 0,006 | 0,111 | 0,103 |
| durPmeio (s) | 3 | 0,009 | 0,004 | 0,006 | 0,012 |
| interPmeio (s) | 3 | 0,058 | 0,028 | 0,038 | 0,077 |
| durPultimo (s) | 3 | 0,01 | 0 | 0,01 | 0,01 |
| interPúltimo (s) | 3 | 0,023 | 0,006 | 0,019 | 0,027 |
| FreqDOM (Hz) | 3 | 2542,4 | 1309 | 1616,8 | 3468 |
| txREPET (cantos/minuto) | 3 | 0,6 | 0,1 | 0,5 | 0,7 |
| Intensidade (dB) | 3 | 60,3 | 7,4 | 55 | 65,5 |

O canto misto (Figura 3) foi emitido de uma a três vezes por 18 indivíduos e é composto por duas a três notas: uma ou duas notas “A” seguidas de uma “B”, pouco espaçadas entre si. As médias, os desvios-padrão e os valores mínimos e máximos dos parâmetros acústicos do canto misto estão dispostos na Tabela 4.

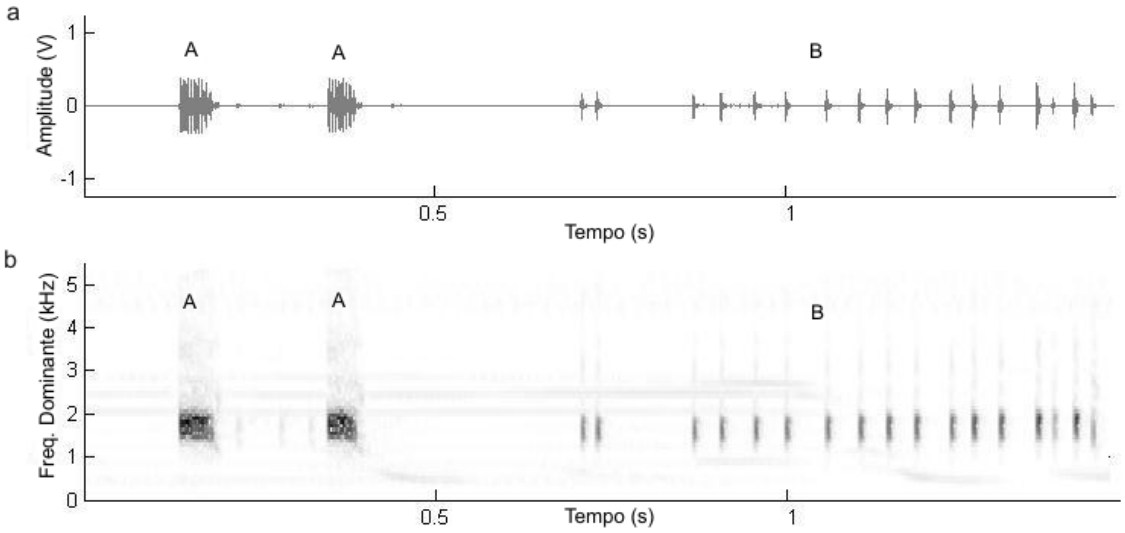


Figura 3 – a. Sonograma e b. oscilograma do canto misto de *Hysiboas bischoffi*. Temperatura do ar = 20°C; umidade relativa do ar = 83%.

Tabela 4 - Média, desvio padrão (SD), valor mínimo (Mín) e máximo (Máx), de cada parâmetro acústico do canto isto. Parâmetros analisados: durTOTAL - duração total; N nota – número de notas; durNa - duração da nota A; Npulsos - número de pulsos; durP1 - duração dos primeiros pulsos; interPulsos – intervalo entre pulsos; durPultimo – duração do último pulso; interPultimo – intervalo entre penúltimo e último pulsos; interNaNb – intervalo entre as notas A e B; durNb – duração da nota B; FreqDOM – freqüência dominante; txREPET: taxa de repetição; e Intensidade.

| Misto | N. de cantos | Média | SD | Mín | Máx |
|---|---|---|---|---|---|
| durTOTAL (s) | 39,000 | 1,375 | 0,219 | 0,672 | 2,14 |
| N nota | 39,000 | 2,081 | 0,402 | 2,000 | 3,000 |
| durNa (s) | 39,000 | 0,140 | 0,307 | 0,051 | 1,37 |
| Npulsos | 39,000 | 12,551 | 2,355 | 8 | 18 |
| durP1 (s) | 39,000 | 0,004 | 0,001 | 0,002 | 0,005 |
| interPulsos (s) | 39,000 | 0,000 | 0,000 | 0 | 0 |
| durPultimo (s) | 39,000 | 0,008 | 0,003 | 0,003 | 0,016 |
| interPultimo (s) | 39,000 | 0,001 | 0,001 | 0 | 0,0125 |
| intervaloNaNb (s) | 38,000 | 0,449 | 0,153 | 0,219 | 1,112 |
| durNb (s) | 38,000 | 0,836 | 0,206 | 0,292 | 1,263 |
| Npulsos | 39,000 | 13,336 | 3,254 | 6,000 | 19,000 |
| durP1 (s) | 39,000 | 0,006 | 0,002 | 0,003 | 0,012 |
| interPulsos (s) | 39,000 | 0,072 | 0,044 | 0,039 | 0,104 |
| FreqDOM (Hz) | 39,000 | 2571,324 | 1666,129 | 46,870 | 5390,000 |
| txREPET (cantos/minuto) | 38,000 | 1,134 | 1,159 | 0,100 | 4,400 |
| Intensidade (dB) | 39,000 | 63,969 | 3,982 | 51,000 | 82,000 |

## 3.2. COEFICIENTES DE VARIAÇÃO

Os coeficientes de variação foram calculados somente para os cantos de anúncio e misto, os quais foram emitidos por mais indivíduos.

Para o coeficiente de variação entre indivíduos (CVe) dos cantos de anúncio, nenhum parâmetro foi estático. Apenas a intensidade e o número de pulsos apresentaram caráter intermediário, sendo que os demais parâmetros acústicos apresentaram caráter dinâmico Os coeficientes de variação intra-individual (CVi) dos parâmetros do canto de anúncio não indicaram nenhum parâmetro estático. Os parâmetros número de pulsos, freqüência dominante e intensidade apresentaram

CVi's intermediários. Os demais parâmetros apresentaram caráter dinâmico. (Tabela 5).

Para o CVe, a intensidade e o número de pulsos do canto misto apresentaram caráter intermediário e todos os demais parâmetros foram classificados como dinâmicos. Também com relação ao CVi, nenhum parâmetro foi considerado estático. A duração da nota "A", o número de pulsos da nota "A", a duração do primeiro pulso da nota "A", o número de pulsos da nota "B" e a intensidade do canto misto apresentaram caráter intermediário. Os demais parâmetros acústicos foram classificados como dinâmicos. (Tabela 6).

Tabela 5 - Coeficiente de variação inter-individual (CVe), coeficiente de variação intra-individual (CVi) e relação entre coeficiente de variação inter e intra-individual (CVe/CVi) de cada parâmetro acústico para o canto de anúncio. Parâmetros analisados: durTOTAL - duração total; Npulsos - número de pulsos; durP1 - duração do primeiro pulso; interPulsos – intervalo entre pulsos; durPultimo – duração do último pulso; interPúltimo – intervalo entre penúltimo e último pulsos; FreqDOM – freqüência dominante; e Intensidade.

| **Anúncio** | CVe | | CVi | | CVe/Cvi |
|---|---|---|---|---|---|
| DurTOTAL | 66,3 | Dinâmica | 19,5 | Dinâmico | 3,4 |
| Npulsos | 17,7 | Intermediário | 10,3 | Intermediário | 1,7 |
| durP1 | 29,6 | Dinâmica | 14,4 | Dinâmico | 2,1 |
| InterPulsos | 630,4 | Dinâmica | 177,9 | Dinâmico | 3,5 |
| DurPultimo | 99,8 | Dinâmica | 33,6 | Dinâmico | 3,0 |
| InterPultimo | 108,2 | Dinâmica | 99,5 | Dinâmico | 1,1 |
| FreqDOM | 24,6 | Dinâmica | 11,4 | Intermediário | 2,1 |
| Intensidade | 13,3 | Intermediária | 8,2 | Intermediário | 1,6 |

Todos os parâmetros acústicos do canto de anúncio e do canto misto variam mais entre indivíduos do que intra-individualmente (CVe/CVi>1), (Tabelas 5 e 6). Dessa maneira, os parâmetros acústicos analisados podem permitir a identificação do indivíduo através de seu canto, de acordo com a hipótese i.

É possível perceber que, quanto maior o coro, maior o número de parâmetros acústicos que diferencia os cantos de diferentes machos (Tabela 7). Em dois dos cinco coros formados por dois machos, nenhum parâmetro acústico serviu para diferenciar os cantos dos indivíduos. Em outra dupla de machos, apenas a duração da primeira nota do canto permite identificar um macho através de sua vocalização. Para as outras duas duplas, dois parâmetros acústicos diferenciaram os indivíduos.

Tabela 6 - Coeficiente de variação inter-individual (CVe), coeficiente de variação intra-individual (CVi) e relação entre coeficiente de variação inter e intra-individual (CVe/CVi) de cada parâmetro acústico para o canto misto. Parâmetros analisados: durTOTAL - duração total; durNa - duração da nota A; Npulsos - número de pulsos; durP1 - duração dos primeiros pulsos; interPulsos – intervalo entre pulsos; durPultimo – duração do último pulso; durNb – duração da nota B; FreqDOM – freqüência dominante; e Intensidade.

| **Misto** | Cve | | Cvi | | CVe/Cvi |
|---|---|---|---|---|---|
| DurTOTAL | 20,5 | Dinâmico | 13,8 | Dinâmico | 1,5 |
| durNa | 210,1 | Dinâmico | 8,4 | Intermediário | 24,9 |
| Npulsos | 19,4 | Intermediário | 10,8 | Intermediário | 1,8 |
| durP1 | 23,3 | Dinâmico | 7,3 | Intermediário | 3,2 |
| DurPultim | 43,0 | Dinâmico | 26,8 | Dinâmico | 1,6 |
| InterPulsos | 174,9 | Dinâmico | 24,8 | Dinâmico | 7,0 |
| DurNb | 26,6 | Dinâmico | 13,3 | Dinâmico | 2,0 |
| Npulsos | 26,8 | Dinâmico | 12,0 | Intermediário | 2,2 |
| durP1 | 30,8 | Dinâmico | 15,0 | Dinâmico | 2,0 |
| InterPulsos | 72,1 | Dinâmico | 28,2 | Dinâmico | 2,6 |
| Freq DOM | 71,0 | Dinâmico | 52,4 | Dinâmico | 1,4 |
| Intensidade | 11,5 | Intermediário | 9,6 | Intermediário | 1,2 |

Os parâmetros duração do canto, duração do último pulso e intensidade servem como identificadores apenas em coros com três ou mais machos.

No caso de coros formados por três ou quatro machos, quatro parâmetros serviram como identificadores (Tabela 7). No primeiro trio de machos, de 11 de novembro de 2007, o indivíduo 1 se diferenciou do indivíduo 2 por apresentar cantos com último pulso mais longo ($Q=8,76$; $p<0,01$; Figura 4B), cantos com menor freqüência dominante ($Q=4,30$; $p=0,03$, Figura 4C) e maior intensidade ($Q=4,44$; $p=0,02$; Figura 4D). Os cantos do macho 1 o diferenciaram do macho 3 por apresentarem menor número de pulsos ($Q=7,20$; $p<0,01$; Figura 4A), último pulso mais longo ($Q=11,32$; $p<0,01$; Figura 4B) e vocalizações de maior intensidade ($Q=5,02$; $p=0,01$; Figura 4D). O macho 3 também se diferenciou do macho 2 por apresentar cantos com maior número de pulsos ($Q=5,67$; $p<0,01$; Figura 4A).

No coro de 5 de janeiro de 2008, a freqüência dominante dos cantos do indivíduo 1 foi maior que aquela dos cantos emitidos pelo indivíduo 2 ($Q=49,74$; $p<0,01$; Figura 5B) e pelo indivíduo 3 ($Q=14,95$; $p<0,01$; Figura 5B); também a intensidade dos cantos de anúncio emitidos pelo macho 1 foi maior que a dos cantos dos machos 2 ($Q=5,31$; $p=0,01$; Figura 5C) e 3 ($Q=5,05$; $p=0,01$; Figura 5C), servindo assim para diferenciá-lo dos demais. Além de possuírem menor intensidade

e freqüência dominante que os cantos emitidos pelo macho 1, os cantos do indivíduo 2 o diferenciaram do macho 3 por apresentarem menor freqüência dominante (Q=34,79; p<0,01; Figura 5B). O macho 3 se diferenciou dos demais por emitir cantos de menor duração (Q=6,84; p<0,01, para diferença entre macho 1 e 3; e Q=6,18; p<0,01, para diferença entre os machos 2 e 3; Figura 5A).

No coro formado por quatro machos, em 13 de novembro de 2007, o indivíduo 1 foi diferenciado dos demais por ter cantos com menor duração (Q=5,86; p<0,01 entre 1 e 2; Q=5,86; p<0,01 entre 1 e 3; e Q=5,75; p<0,01 entre 1 e 4; Figura 6A) e com maior intensidade (Q=5,10; p=0,01 entre 1 e 2; Q=5,10; p=0,01 entre 1 e 3; e Q=5,38; p<0,01 entre 1 e 4; Figura 6C); e se diferenciou do indivíduo 4 por ter menor número de pulsos em suas vocalizações (Q=5,12; p=0,01; Figura 6B).

No coro formado por oito machos, seis parâmetros acústicos serviram como discriminadores. O indivíduo 4 foi o que se diferenciou por apenas três parâmetros acústicos de três outros machos; os machos 3, 6 e 8 se diferenciaram de quatro machos, sendo que isso ocorreu graças à diferenças em seis parâmetros no caso dos indivíduos 3 e 6 e por peculiaridades em quatro parâmetros das vocalizações do macho 8. Os outros quatro machos se diferenciaram por cinco parâmetros acústicos dos demais. Os machos 1 e 5 se diferenciaram de quatro machos do coro; o macho 2 se diferenciou de seis dos oito machos vocalizantes; e o macho sete se diferenciou de todos os outros machos do coro (Tabela 8; Figura7A-F).

No coro composto por nove machos, cinco parâmetros acústicos serviram como discriminadores. Os indivíduos 2 e 7 se diferenciaram de dois machos cada um por dois e três parâmetros acústicos respectivamente. O macho 4 se diferenciou de três outros indivíduos do coro por apresentar três parâmetros discriminatórios. O macho 5 se diferenciou de quatro outros indivíduos por apresentar quatro parâmetros discriminatórios. O macho 3 se diferenciou de cinco machos através de três parâmetros acústicos. Os machos 1 e 6 se diferenciaram de seis machos através de quatro parâmetros acústicos. E o macho 8 se diferenciou de sete dos nove machos presentes através de três parâmetros acústicos (Tabela 9; Figura 8A-E).

Tabela 7 – Parâmetros acústicos que potencialmente servem como identificadores de machos em um coro (2 a 9 machos). Parâmetros que diferenciam dois ou mais machos possuem os resultados de seus testes destacados em negrito. Coro – número de machos em coro. Fig. – Gráfico do resultado da ANOVA efetuada. Parâmetros analisados: Dur. Canto – duração do canto; Dur. Nota – duração da nota; N° pulsos – número de pulsos; Dur. Ult. Pulso – duração do último pulso; Freq. Dom. – freqüência dominante; e Intens. – intensidade.

| Data | Coro | Fig. | | Dur. Canto | Dur. Nota | N° Pulsos | Dur. 1° pulso | Dur. Últ. Pulso | Freq. Dom. | Intens. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16Nov08 | 2 | --- | t | -0,27 | -0,27 | **3,42** | -0,88 | -0,45 | **5,18** | 0,88 |
| | | | p | 0,79 | 0,79 | **0,01** | 0,41 | 0,66 | **<0,01** | 0,41 |
| | | | GL | 6 | 6 | **6** | 6 | 6 | **6** | 6 |
| 04Jan08 | 2 | --- | t | 1,47 | **3,73** | 0,12 | 1,82 | 0,11 | 0,83 | 0,29 |
| | | | p | 0,19 | **0,01** | 0,91 | 0,12 | 0,91 | 0,44 | 0,78 |
| | | | GL | 6 | **6** | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 07Jan08 | 2 | --- | t | 1,53 | 1,53 | 0,67 | -0,75 | 1,05 | 0,68 | 1,77 |
| | | | p | 0,18 | 0,18 | 0,53 | 0,48 | 0,34 | 0,52 | 0,13 |
| | | | GL | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 08Jan08 | 2 | --- | t | -1,15 | 1,49 | **4,56** | **-10,13** | 1,12 | 0,98 | 1 |
| | | | p | 0,29 | 0,19 | **<0,01** | **<0,01** | 0,31 | 0,36 | 0,36 |
| | | | GL | 6 | 6 | **6** | **6** | 6 | 6 | 6 |
| 08Jan08 | 2 | --- | t | 1,32 | 1,32 | 0,95 | | 2 | 0,94 | 0,49 |
| | | | p | 0,22 | 0,22 | 0,37 | | 0,08 | 0,37 | 0,63 |
| | | | GL | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 11Nov07 | 3 | 4 | F | 0,78 | 3,78 | **14,40** | 2,33 | **36,88** | **5,37** | **7,54** |
| | | | p | 0,48 | 0,05 | **<0,01** | 0,14 | **<0,01** | **0,02** | **0,01** |
| | | | GL | 2 | 2 | **2** | 2 | **2** | **2** | **2** |
| 05Jan08 | 3 | 5 | F | **14,09** | **14,09** | 3,57 | 2,11 | 3,3 | **651,40** | **8,98** |
| | | | p | **<0,01** | **<0,01** | 0,06 | 0,16 | 0,07 | **<0,01** | **<0,01** |
| | | | GL | **2** | **2** | 2 | 2 | 2 | **2** | **2** |
| 13Nov07 | 4 | 6 | F | 8,68 | 8,68 | 4,60 | 1,6 | 0,88 | 1,79 | 7,99 |
| | | | p | <0,01 | <0,01 | 0,02 | 0,23 | 0,47 | 0,19 | <0,01 |
| | | | GL | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 06Jan08 | 8 | 7 | F | 3,45 | 7,10 | 6,07 | 27,20 | 4,39 | 0,08 | 3,26 |
| | | | p | **0,01** | **<0,005** | **<0,005** | **<0,005** | **<0,005** | 1 | **0,01** |
| | | | GL | 7 | **7** | **7** | **7** | **7** | 7 | 7 |
| 04Jan08 | 9 | 8 | F | **3,05** | **8,41** | **4,10** | **10,89** | **3,48** | 1,25 | 1,03 |
| | | | p | **0,01** | **<0,005** | **<0,005** | **<0,005** | **0,05** | 0,30 | 0,43 |
| | | | GL | **8** | **8** | **8** | **8** | **8** | 8 | 8 |

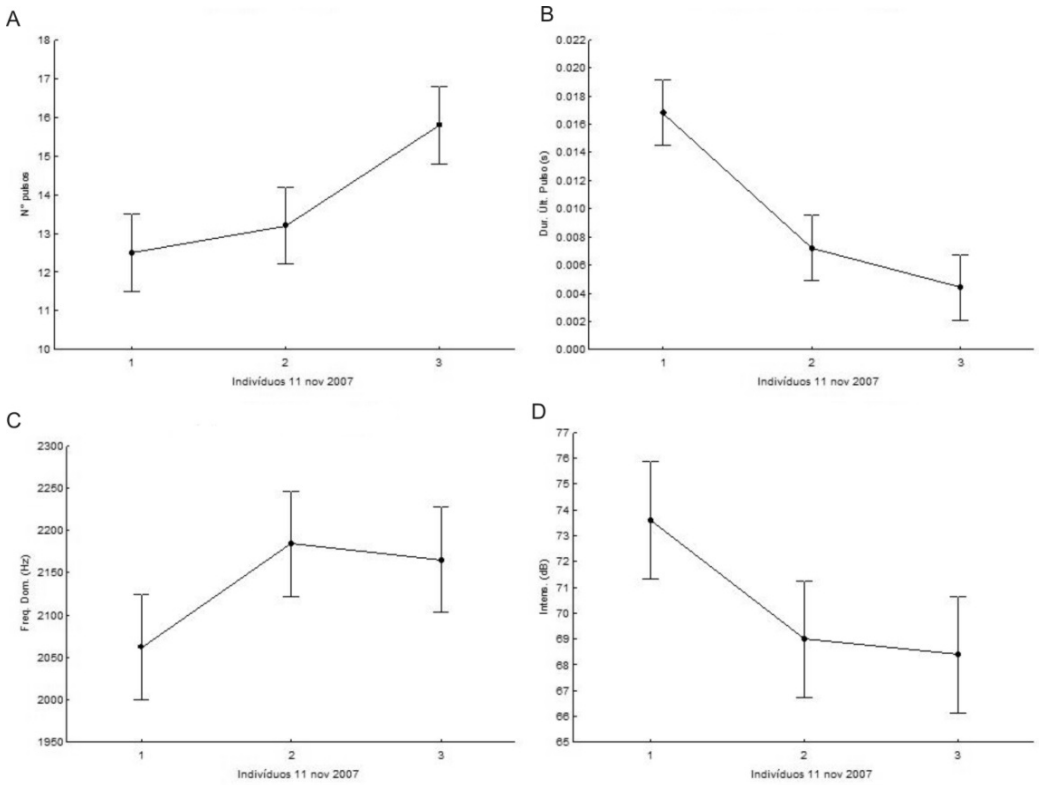


Figura 4 – Diferenças entre cantos de diferentes machos em um coro com três indivíduos. A. Diferença no número de pulsos (N° pulsos); B. Diferença na duração do último pulso do canto (Dur. Últ. Pulso); C. Diferença na freqüência dominante (Freq. Dom.); D. Diferença entre intensidades dos cantos (Intens).

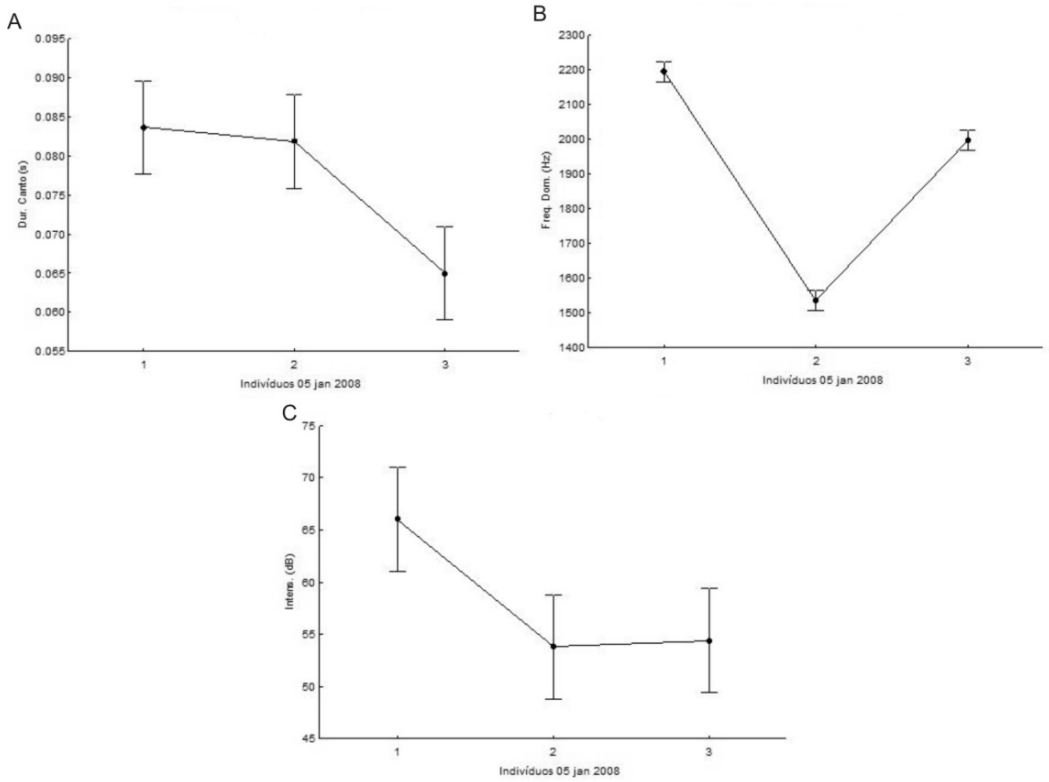


Figura 5 – Diferenças entre cantos de diferentes machos em um coro com três indivíduos. A. Diferença na duração do canto (Dur. Canto); B. Diferença na freqüência dominante (Freq. Dom.); C. Diferença na intensidade (Intens.).

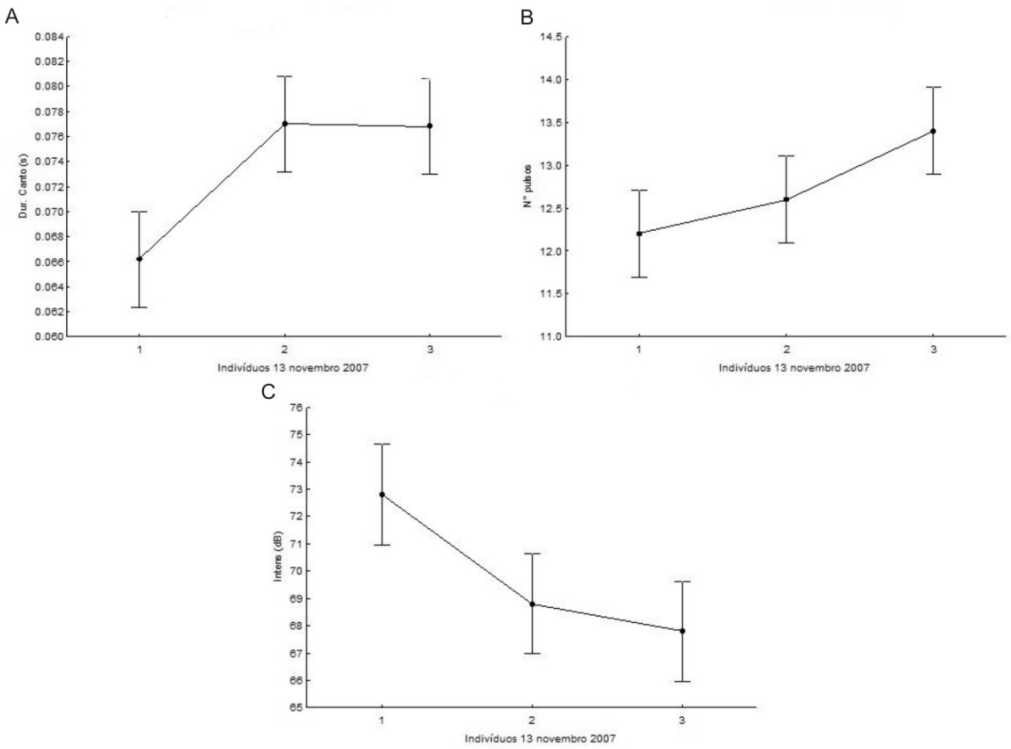


Figura 6 – Diferenças entre cantos de diferentes machos em um coro com três indivíduos. A. Diferença na duração do canto (Dur. Canto); B. Diferença no número de pulsos no canto (N° pulsos); C. Diferença na intensidade (Intens.).

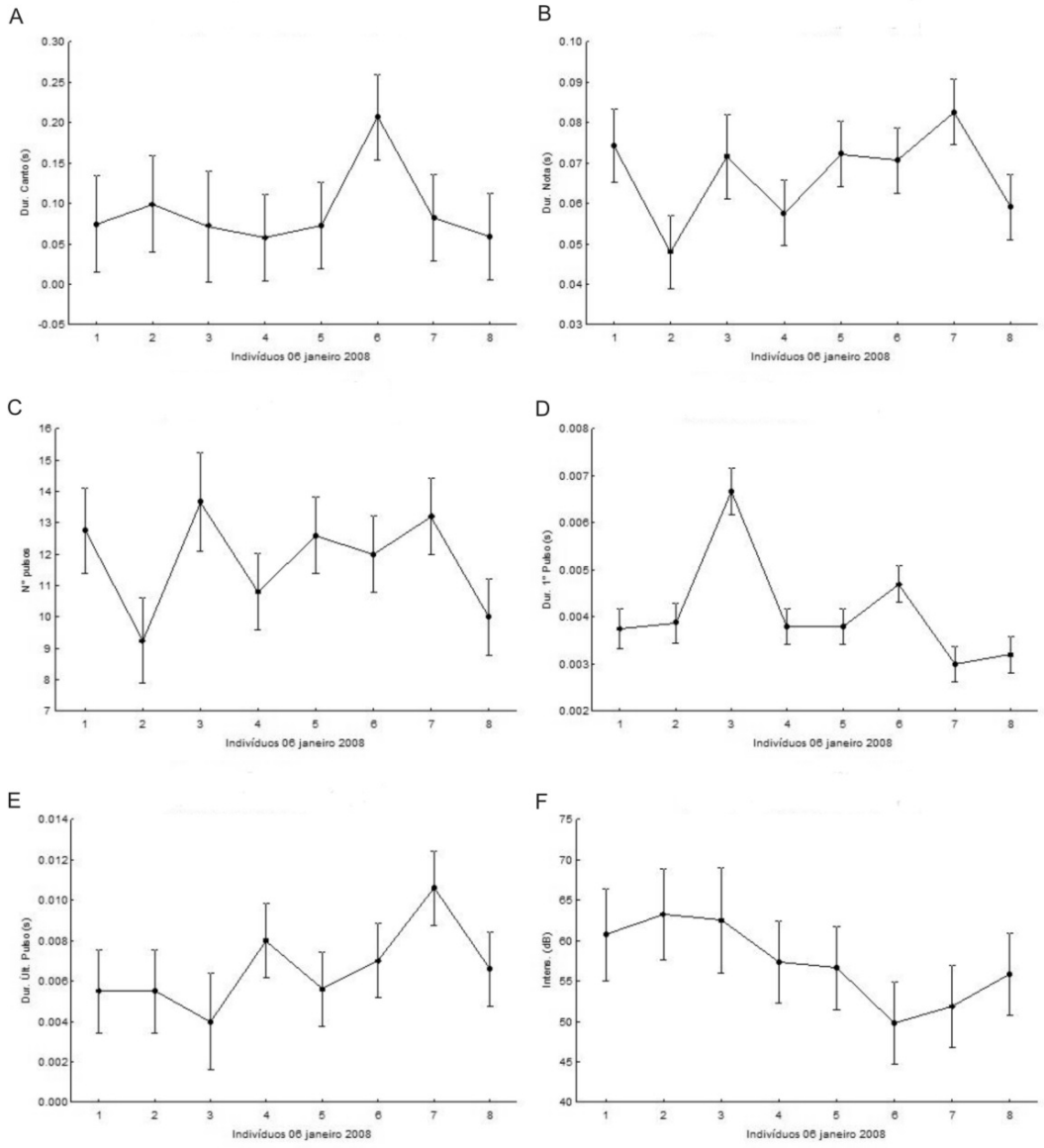


Figura 7 – Diferenças entre cantos de diferentes machos em um coro com oito indivíduos. A. Diferença na duração do canto (Dur. Canto); B. Diferença na duração da primeira nota do canto (Dur. Nota); C. Diferença no número de pulsos do canto (N° pulsos); D. Diferença na duração do primeiro pulso do canto (Dur. 1° Pulso); E. Duração do último pulso do canto (Dur. Últ. Pulso); C. Diferença entre intensidades dos cantos (Intens).

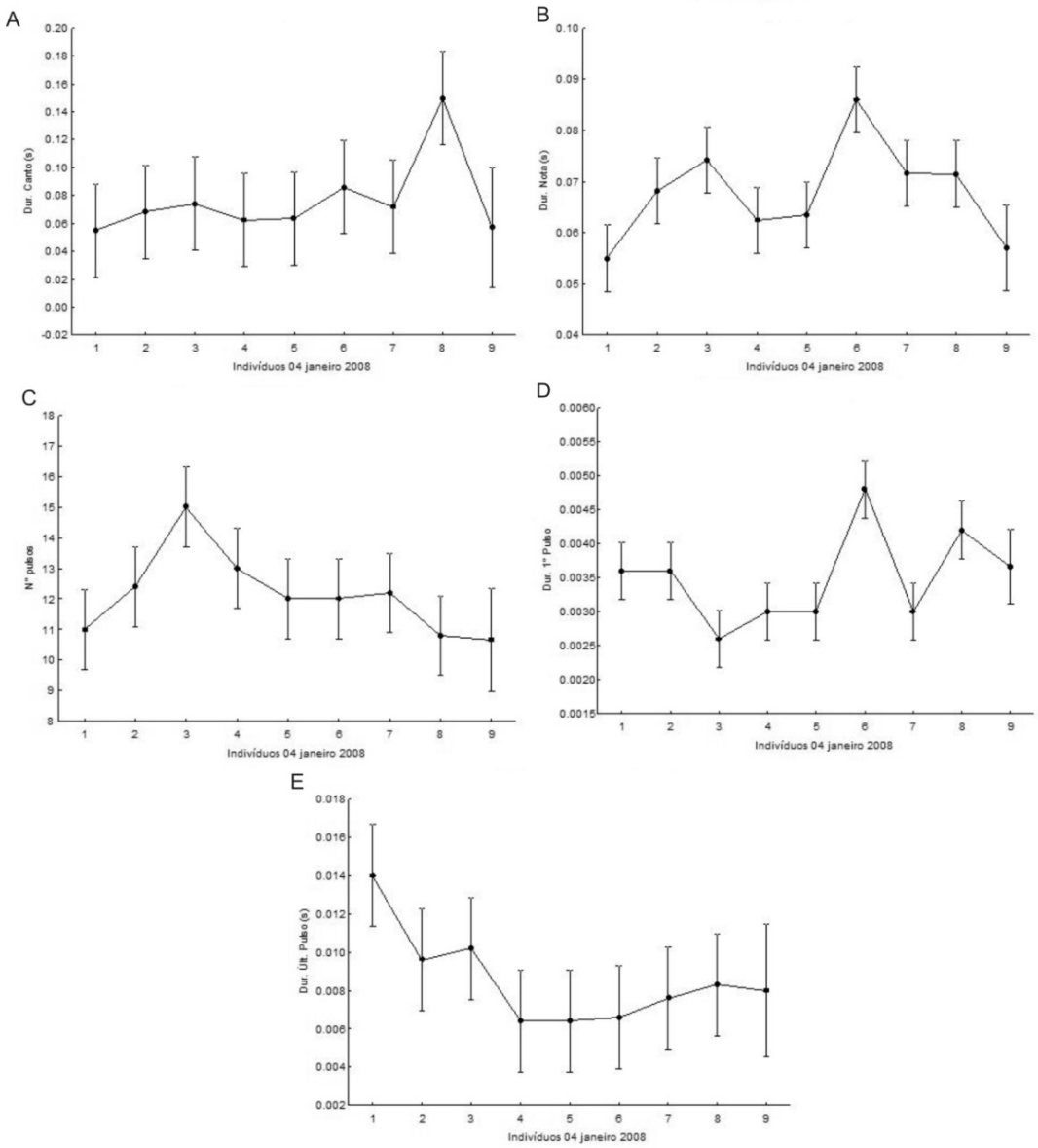


Figura 8 – Diferenças entre cantos de diferentes machos em um coro com nove indivíduos. A. Diferença na duração do canto (Dur. Canto); B. Diferença na duração da primeira nota do canto (Dur. Nota); C. Diferença no número de pulsos do canto (N° pulsos); D. Diferença na duração do primeiro pulso do canto (Dur. 1° Pulso); E. Duração do último pulso do canto (Dur. Últ. Pulso).

Tabela 8 – Parâmetros acústicos discriminadores entre machos de coro formado por oito indivíduos, gravados na noite de 6 de janeiro de 2008. Ind. – indivíduo 1 a 8; PA - parâmetro acústico; Q – resultado do teste de Tukey; p – nível de significância. Dur Canto – duração total do canto; DurNota – duração da prmeira nota; N pul – número de pulsos na primeira nota; P1 – duração do primeiro pulso; Pulti – duração do último pulso; Intens – intensidade do canto.

| Ind. | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **PA** | | DurNota; Npul | DurNota; N pul; P1 | | | Dur Canto | Pulti | |
| **1** | **Q** | | 5,87; 5,29 | 4,90; 6,18; 6,62 | | | 4,78 | 5,38 | |
| | **p** | | 0,01; 0,02 | 0,03; <0,01; <0,01 | | | 0,04 | 0,01 | |
| **2** | **PA** | | | P1 | | DurNota; N pul | DurNota; Intens | DurNota; N pul; Pulti | DurNota |
| | **Q** | | | 6,05 | | 5,70; 5,34 | 5,42; 5,11 | 8,15; 6,30; 5,38 | 5,42 |
| | **p** | | | <0,01 | | 0,01; 0,01 | 0,01; 0,02 | <0,01; <0,01; 0,01 | 0,01 |
| | **PA** | | | | P1 | P1 | | P1; Pulti | N pul; P1 |
| **3** | **Q** | | | | 6,81 | 6,81 | | 8,71; 6,39 | 5,37; 8,23 |
| | **p** | | | | <0,01 | <0,01 | | <0,01; <0,01 | 0,01; <0,01 |
| | **PA** | | | | | | Dur Canto | DurNota | |
| **4** | **Q** | | | | | | 5,71 | 6,25 | |
| | **p** | | | | | | <0,01 | <0,01 | |
| | **PA** | | | | | | Dur Canto | Pulti | |
| **5** | **Q** | | | | | | 5,15 | 5,59 | |
| | **p** | | | | | | 0,02 | 0,01 | |
| | **PA** | | | | | | | Dur Canto; P1 | Dur Canto |
| **6** | **Q** | | | | | | | 4,75; 4,94 | 5,65 |
| | **p** | | | | | | | 0,04 | <0,01 |
| | **PA** | | | | | | | | N pul |
| **7** | **Q** | | | | | | | | 5,41 |
| | **p** | | | | | | | | 0,01 |
| | **PA** | | | | | | | | |
| **8** | **Q** | | | | | | | | |
| | **p** | | | | | | | | |

Tabela 9 – Parâmetros acústicos discriminadores entre machos de coro formado por nove indivíduos, gravados na noite de 4 de janeiro de 2008. Ind. – indivíduo 8 a 9; PA - parâmetro acústico; Q – resultado do teste de Tukey; p – nível de significância. Dur Canto – duração total do canto; DurNota – duração da prmeira nota; N pul – número de pulsos na primeira nota; P1 – duração do primeiro pulso; Pulti – duração do último pulso.

| Ind | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **PA** | | | DurNota; Npul | Pulti | Pulti | DurNota; Pulti | DurNota; Pulti | DurCanto; DurNota | |
| | **Q** | | | 6,01; 6,26 | 5,66 | 5,66 | 9,71; 5,52 | 5,20; 4,77 | 5,75; 5,17 | |
| **1** | **p** | | | <0,01; <0,01 | 0,01 | 0,01 | <0,01; 0,01 | 0,02; 0,03 | 0,01; 0,02 | |
| | **PA** | | | | | | DurNota | | DurCanto | |
| | **Q** | | | | | | 5,57 | | 4,95 | |
| **2** | **p** | | | | | | 0,01 | | 0,03 | |
| | **PA** | | | | | Npul | Npul;P1 | | Npul | Npul |
| | **Q** | | | | | 4,69 | 4,69; 5,71 | | 6,57 | 5,87 |
| **3** | **p** | | | | | 0,05 | 0,05; <0,01 | | <0,01 | 0,01 |
| | **PA** | | | | | | DurNota | | DurCanto | |
| | **Q** | | | | | | 7,39 | | 5,30 | |
| **4** | **p** | | | | | | <0,01 | | 0,02 | |
| | **PA** | | | | | | DurNota | | DurCanto | |
| | **Q** | | | | | | 7,08 | | 5,24 | |
| **5** | **p** | | | | | | <0,01 | | 0,02 | |
| | **PA** | | | | | | | | | DurNota |
| | **Q** | | | | | | | | | 7,86 |
| **6** | **p** | | | | | | | | | 0,01 |
| | **PA** | | | | | | | | DurCanto | |
| | **Q** | | | | | | | | 4,74 | |
| **7** | **p** | | | | | | | | 0,04 | |
| | **PA** | | | | | | | | | DurCanto |
| | **Q** | | | | | | | | | 4,88 |
| **8** | **p** | | | | | | | | | 0,04 |
| | **PA** | | | | | | | | | |
| | **Q** | | | | | | | | | |
| **9** | **p** | | | | | | | | | |

## 3.3. INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS

Investigando a influência da temperatura e da umidade sobre os parâmetros acústicos do canto de anúncio foi encontrado que quanto maior a temperatura, menor o intervalo entre os últimos pulsos dessas vocalizações (F=5,40; p=0,009; t=-3,28; p=0,002; n=40 indvíduos). As outras relações esperadas, mas que não foram encontradas, estão dispostas na Tabela 10.

O horário não influenciou nenhum dos parâmetros acústicos analisados (Tabela 10).

Tabela 10 – Influência de variáveis ambientais temperatura e umidade e do horário sobre parâmetros acústicos da vocalização de anúncio de *Hypsiboas bischoffi*. PA - Parâmetros acústicos; DuCan – duração do canto; Npul – número de pulsos na primeira nota do canto; P1- duração do primeiro pulso; Pulti – duração do último pulso; intPul – intervalo entre os dois últimos pulsos; FrDom – freqüência dominante da vocalização; TxRep – taxa de repetição de cantos; Intes – intensidade das vocalizações.

| | Temperatura e umidade | | | | | Horário | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **PA** | **F** | **P** | **n** | **g°l** | **Equação** | **F** | **p** | **n** | **g°l** | **Equação** |
| **DuCan** | 0,99 | 0,62 | 40 | 39 | Y= 0,11+(-1,18X1)+(-0,78X2) | 0,01 | 0,92 | 23 | 22 | Y=0,07 |
| **Npul** | 0,82 | 0,55 | 40 | 39 | Y=15,12+(-0,05X1)+0,06X2 | 0,61 | 0,55 | 23 | 22 | Y=11,64+0,03X1 |
| **P1** | 0,01 | 0,99 | 40 | 39 | Y=0,004 | 0,53 | 0,52 | 23 | 22 | Y=0,004 |
| **Pulti** | 0,97 | 0,61 | 40 | 39 | Y=0,001 | 0,01 | 0,93 | 23 | 22 | Y=0,01 |
| **intPul** | 5,40 | 0,01 | 40 | 39 | Y=0,01+(-0,001X2) | 0,02 | 0,87 | 23 | 22 | Y=0,002 |
| **FrDom** | 0,39 | 0,69 | 40 | 39 | Y=2198,37+(-0,40X1)+ (-11,17X2) | 0,30 | 0,60 | 23 | 22 | Y=1893,96+2,06 X1 |
| **TxRep** | 0,83 | 0,55 | 40 | 39 | Y=(-2,78)+0,03X1+0,2X2 | 0,16 | 0,69 | 23 | 22 | Y=3,48+0,02X1 |
| **Intens** | 0,24 | 0,79 | 40 | 39 | Y=54,07+(0,36X2) | 1,50 | 0,23 | 23 | 22 | Y=56,68+0,16 |

## 3.4. INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS MORFOLÓGICAS

Para a comunidade de *Hypsiboas bischoffi* estudada o tamanho corporal, como resultado da multiplicação de CRC pela massa, não influencia nenhum dos parâmetros acústicos (Tabela 11).

Tabela 11 – Ausência de influência da variável morfológica tamanho (CRCxMassa) sobre parâmetros acústicos da vocalização de anúncio de *Hypsiboas bischoffi*. PA - Parâmetros acústicos; DuCan – duração do canto; Npul – número de pulsos na primeira nota do canto; P1- duração do primeiro pulso; Pulti – duração do último pulso; intPul – intervalo entre os dois últimos pulsos; FrDom – freqüência dominante da vocalização; TxRep – taxa de repetição de cantos; Intes – intensidade das vocalizações.

| | Tamanho | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **PA** | **F** | **p** | **n** | **g°l** | **equação** |
| **DuCan** | 3,17 | 0,08 | 40 | 39 | Y=0,07 |
| **Npul** | 2,59 | 0,11 | 40 | 39 | Y=12,48+(-0,002X1) |
| **P1** | 0,04 | 0,84 | 40 | 39 | Y=0,004 |
| **Pulti** | 0,39 | 0,54 | 40 | 39 | Y=0,009 |
| **intPul** | 0,30 | 0,59 | 40 | 39 | Y=0,003 |
| **FrDom** | 0,79 | 0,62 | 40 | 39 | Y=1973,34+(-0,10X1) |
| **TxRep** | 2,01 | 0,16 | 40 | 39 | Y=3,43+0,002X1 |
| **Intens** | 0,69 | 0,58 | 40 | 39 | Y=61,25+(-0,004X1) |

## 3.5. INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS SOCIAIS

As variáveis sociais número de machos no coro e distância do macho ao macho mais próximo não influenciaram nenhum dos parâmetros acústicos do canto de anúncio de *Hypsiboas bischoffi* (Tabela 12).

Tabela 12 – Ausência de influência de variáveis sociais, número de machos no coro e distância entre um macho e o macho mais próximo, sobre parâmetros acústicos da vocalização de anúncio de *Hypsiboas bischoffi*. PA - Parâmetros acústicos; DuCan – duração do canto; Npul – número de pulsos na primeira nota do canto; P1- duração do primeiro pulso; Pulti – duração do último pulso; intPul – intervalo entre os dois últimos pulsos; FrDom – freqüência dominante da vocalização; TxRep – taxa de repetição de cantos; Intes – intensidade das vocalizações.

| | **N° machos coro e distância machos próximos** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **PA** | **F** | **p** | **n** | **G°L** | **Equação** |
| **DuCan** | 0,02 | 0,98 | 26 | 25 | Y=0,07 |
| **Npul** | 0,57 | 0,58 | 26 | 25 | Y=10,74+0,13X1+0,001X2 |
| **P1** | 0,32 | 0,73 | 26 | 25 | Y=0,003 |
| **Pulti** | 0,42 | 0,66 | 26 | 25 | Y=0,012 |
| **intPul** | 1,93 | 0,17 | 26 | 25 | Y=0,001 |
| **FrDom** | 0,18 | 0,84 | 26 | 25 | Y=1791,56+(-5,80X1)+0,002X2 |
| **TxRep** | 0,04 | 0,96 | 26 | 25 | Y=4,22+(-0,05X1) |
| **Intens** | 0,85 | 0,56 | 26 | 25 | Y=58,34+0,20X1+(-0,003X2) |

# 4. DISCUSSÃO

## 4.1. REPERTÓRIO VOCAL

*Hypsiboas bischoffi* pertence ao grupo *Hypsiboas pulchellus* (*sensu* Faivovich *et al.*, 2005). Esse grupo é composto por 33 espécies (Antunes, Faivovich & Haddad, 2008; Garcia, Peixoto & Haddad, 2008), sendo que há a descrição de vocalizações de 12 delas, incluindo *Hypsiboas bischoffi*.

A primeira referência à vocalização de *Hypsiboas bischoffi* data de 1967 (Bokermann, 1967) e nela são descritos os cantos emitidos por uma população de Paranapiacaba, Estado de São Paulo. No referido trabalho, a espécie é citada como *Hyla multilineata* A. Lutz e B. Lutz, 1939, nome que foi sinonimizado a *Hypsiboas bischoffi* Boulenger, 1887 por Cochran (1955), por ser subespécie de *H. bischoffi*. Bokermann (1967) descreve como canto de anúncio o que foi considerado no presente estudo como o canto de anúncio e o canto misto, além de apresentar um espectograma do canto misto. Assim, o canto de anúncio *sensu* Bokermann (1967) consiste em uma nota inicial seguida ou não por uma série de notas espaçadas entre si que soam como um “rangido”. Essa nota inicial é a aqui chamada nota “A” e apresentou, na população estudada por Bokermann (1967), duração de 0,1 s. O rangido, que pode ou não seguir a nota inicial, equivale à nota “B”. Segundo o critério usado por Bokermann (1967), os pulsos que compõem a nota “B” foram considerados notas. A nota “B” é, então, descrita por Bokermann (1967) como um conjunto de 15 a 20 “notas”, com duração total de 0,8 s a 1 s, espaçadas entre si e emitidas entre 0,3 e 0,4 s após a nota inicial. Tais notas foram aqui consideradas pulsos, pois têm duração inferior a 0,03 s, critério proposto por Gerhardt (1998) para definir o que são notas e o que são pulsos.

Kwet & Di-Bernardo (1999) fazem menção ao canto de quatro espécies do grupo: *Hypsiboas leptolineatus*, com canto trinado semelhante à grilos; *Hypsiboas marginatus*, com canto com “som semelhante a um rangido”; *Hypsiboas pulchellus*, com canto melódico e metálico, semelhante à soar de sinos; e *Hypsiboas semiguttatus*: canto semelhante ao de *H. marginatus,* parecendo um rangido, mas mais “delicado”. Apesar de Kwet & Di-Bernardo (1999) não apresentarem maiores informações a respeito da estrutura temporal e espectral das vocalizações dessas espécies, é possível perceber que os quatro cantos possuem estrutura pulsionada. Além disso, a vocalização de outra espécie do grupo, *Hypsiboas goianus*, é

comparada ao bater de pequenos sinos (Menin, Silva & Giaretta, 2004), como é a vocalização de *H. pulchellus*.

Para *Hypsiboas callipleura* (Márquez, De la Riva & Bosch, 1993); *Hypsiboas cipoensis* (Haddad, Andrade & Cardoso, 1988); *H. marginatus* (Garcia, Vinciprova & Haddad, 2001); *H. poaju* (Garcia, Peixoto & Haddad, 2008); *H. polytaenius* (Heyer *et al.*, 1990) e *Hypsiboas andinus* / *riojanus* (Márquez, De la Riva & Bosch, 1993) há a descrição do canto de anúncio, com apresentação de seus oscilogramas e/ou espectogramas (Tabela 13).

O canto de anúncio de *Hypsiboas callipleura* (Márquez, De la Riva & Bosch, 1993) apresenta só uma nota com duração de 0,357± 0,137 s, composta em média por 12± 1,4 pulsos e com freqüência dominante de 882,9± 34 Hz. O canto de *Hypsiboas cipoensis* (Haddad, Andrade & Cardoso, 1988) apresenta de 1 a 3 notas, sendo que a primeira nota é composta por 1 pulso, a segunda por dois pulsos e a terceira por três pulsos. Podem ser emitidas somente a primeira e a segunda nota ou apenas a segunda e a terceira nota. Em *H. marginatus* (Garcia, Vinciprova & Haddad, 2001), o canto de anúncio possui dois tipos de nota, a primeira mais curta ($\bar{x}$ =0,49 ± 0,11 pulsos) e com menor número de pulsos ($\bar{x}$ =13,2± 4,4 pulsos), que pode ser seguida por uma a 11 notas semelhantes entre si, com duração de 0,57± 0,77 s e constituídas por maior número de pulsos cada uma ($\bar{x}$ = 33,8± 7,5 pulsos). Em *H. poaju* (Garcia, Peixoto & Haddad, 2008), o canto de anúncio consiste em conjunto de, em média, 11± 5,35 notas, com duração total de 1,017 ± 0,18 s. Cada nota é constituída por 22,1± 4,72 pulsos espaçados 0,05 s uns dos outros. *Hypsiboas polytaenius* (Heyer *et al.*, 1990) apresenta dois “tipos” de canto de anúncio, que, pela semelhança estrutural com vocalizações de *H. bischoffi,* provavelmente são canto misto e canto agressivo. Em *H. polytaenius*, o canto de anúncio tipo 1 é composto por 1 a 6 notas estruturalmente semelhantes aos pulsos componentes da nota “A” de *H. bischoffi*, seguidas de um trinado breve de “notas” mais espaçadas entre si (= pulsos, *sensu* Gerahrdt, 1998), semelhante à nota “B” de *H. bischoffi*. O canto de anúncio tipo 2 (Heyer *et al.* 1990) é trinado, com 4 a 13 “notas” (pulsos *sensu* Gerahrdt, 1998), aparentemente correspondendo ao trinado do canto de anúncio tipo 1. Heyer *et al.* (1990) não citam o contexto social em que tais vocalizações foram emitidas e, portanto, a correspondência desses cantos com uma função é uma hipótese que precisa de observações da espécie, *Hypsiboas polytaenius*, para ser confirmada. Em *H. andinus / riojanus* (Márquez, De la Riva &

Bosch, 1993), o canto pode ter de 1 a 4 notas, sendo que a primeira nota é mais longa, com duração de 0,182 ± 0,027 s e freqüência dominante de 1785,6± 114,2 Hz. As demais notas parecem repetição da segunda nota, com duração de 0,110± 0,018 s e freqüência dominante de 1861,3± 128,9 Hz. Todas as notas são tonais, ou seja, não apresentam pulsos, sendo a vocalização dessa espécie a mais distinta das demais conhecidas para o grupo, por apresentar estrutura harmônica.

Há, ainda a descrição de vocalizações de mais duas espécies do grupo *Hypsiboas pulchellus* (*sensu* Faivovich *et al.*, 2005): *Hypsiboas goianus* (Guimarães *et al.*, 2001; Menin, Silva & Giaretta, 2004); e *Hypsiboas caipora* (Antunes *et al.*, 2008). Para *Hypsiboas goianus* são descritos os cantos de anúncio e de encontro (agressivo) (Tabela 14); e para *H. caipora* os cantos de anúncio simples, que consiste em uma nota curta (14 a 48 pulsos; 2500 a 2930 Hz e 0,1 a 0,4 s de duração) e, menos freqüentemente quando machos agregados, o canto de anúncio composto, consistindo em duas notas de canto de anúncio simples. Para *H. caipora*, ainda, são descritos os cantos territorial simples, composto por uma nota ($\bar{x}$ =0,249± 0,073 s) formada, em média, por 32± 10 pulsos; e o territorial composto, que consiste em duas notas, a segunda nota composta por 13 a 15 pulsos e com duração total de 1,4 a 1,6 s. E o canto *distress*, emitido quando um macho foi segurado pelas pernas, sendo um canto multipulsionado com duração e número de pulsos variável.

Tabela 13 – Parâmetros acústicos dos cantos de anúncio de espécies do grupo *Hypsiboas pulchellus.* Can. Anún. – tipo de canto de anúncio; n - número de cantos analisados; Dur – duração total do canto; N – número de notas; Dur N 1 – duração da nota inicial; N° P – número de pulsos; Dur P – duração dos pulsos; Tx – taxa de repetição de pulsos; Freq Dom N1 – freqüência dominante da nota inicial; Dur N – duração demais notas; N° P – número de pulsos das demais notas; Freq Dom N – freqüência dominante das demais notas; Freq Dom C – freqüência dominante do canto; Tx C/min – taxa de repetição de cantos. *s*imp – canto simples; comp. – canto composto; E – estrutura do canto: P – pulsionado, H- harmônico. Informações obtidas de outros trabalhos, exceto para *Hypsiboas bischoffi* (ver Tabela 1, na seção Material e Métodos).

| **Espécie** | **Can.** | **n** | **Dur (s)** | **N** | **Dur N 1 (s)** | **N° P** | **Dur P (s)** | **Tx (P/s)** | **Freq Dom N1 (Hz)** | **Dur N (s)** | **N° P** | **Freq Dom N (Hz)** | **Freq Dom C (Hz)** | **Tx C/min** | **E** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H. bischoffi* | Simp. | | | | | | | | | | | | | | |
| *H. caipora* | Simp | 18 | 0,15-0,41 | 1 | 0,15-0,41 | 14-48 | | | | | | | 2500-2930 | | P |
| | comp | | | 2 | 0,34-0,39 | 32-35 | | | 2420-2750 | 0,15-0,19 | 13-15 | 2400-2750 | | | P |
| *H. callipleura* | | 5 | 0,25-0,60 | 1 | 0,25-0,59 | 11-13 | | 44-45 | | | | | 840-926 | 15-23 | P |
| *H. cipoensis* | | | | 1–3 | | 1-3 | | | | | | | 3700-4800 | | P |
| *H. goianus* | Simp. | 55 | 0,11-0,47 | 1 | 0,11-0,47 | 1-10 | 0,01-0,06 | | | | | | 3020-3451 | 2-28 | P |
| | harsh notes | 1 | 0,33 | ‘2 | 0,14 | | | | 2295-3280 | 0,09 | | 2925-3694 | | | |
| | trilled | 4 | 0,15-0,27 | 1 | 0,15-0,27 | 3-5 | 0,02-0,05 | | | | | | | | P |
| *H. marginatus* | | 25 | | 1–12 | 0,38-0,62 | 10-18 | | | 1500-2300 | 0,36-0,71 | 22-48 | 1400-2100 | | | P |
| *H. poaju* | | 4 | | 5-16 | 0,70-1,34 | 17-34 | | 16- 28 | | | | | 2473-2885 | 5-16 | P |
| *H. polytaenius* | harsh notes | | 0,1-1 | 1–6 | 0,05-0,15 | | | 150-250 | | | | | 4800-6700 | | P |
| | trilled | | | 1 | | 4-13 | 0,02-0,03 | 6-20 | | | | | 4500-6600 | | P |
| *H. andinus/* | | 7 | | 1-4 | 0,14-0,21 | | | | 1615-2089 | 0,08-0,15 | | 1725-2110 | | 11-21 | H |
| *Riojanus* | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabela 14 – Parâmetros acústicos dos cantos agressivos e *distress* de algumas espécies do grupo *Hypsiboas pulchellus*. N° - número de cantos analisados; Es – estrutura do canto: P – pulsionado, H- harmônico; Dur – duração total do canto; N – número de notas; Dur N 1 – duração da nota inicial; N° P – número de pulsos; Tx – taxa de repetição de pulsos; Freq Dom N1 – freqüência dominante da nota inicial; Dur N – duração demais notas; Freq Dom N – freqüência dominante das demais notas; Freq Dom C – freqüência dominante do canto; Tx C/min – taxa de repetição de cantos. Agr – canto agressivo; Simpl. – simples; Comp – canto agressivo composto; *Dist* – canto *distress*. Informações obtidas de outros trabalhos, exceto para *Hypsiboas bischoffi* (ver Tabela 1, na seção Material e Métodos).

| **Espécie** | **Canto** | **N°** | **Dur (s)** | **N** | **Dur N 1 (s)** | **N° P** | **Tx (P/s)** | **Freq Dom. N 1 (Hz)** | **Dur N** | **Freq Dom N (Hz)** | **Freq Dom C (Hz)** | **Tx repet C/min** | **Es** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H. goianus* | Agr | 53 | 0,12-0,70 | 1-4 | 0,02-0,14 | | | | | | 2074,5-3472,4 | 2-17 | H |
| *H. caipora* | Simpl | 18 | 0,03-0,04 | 1 | 0,03-0,04 | | | | | | 2070-2420 | | |
| | Comp | 2 | 0,14-0,16 | 2 | 0,03-0,04 | | 0,03-0,3 | 1900-2070 | 0,02-0,03 | 1890-2070 | | | |
| | *Dist* | | 0,06-0,64 | 1 | 0,06-0,64 | 37-256 | | | | | 2750-7570 | | H |

Heyer *et al.* (1990), pesquisando uma população em outra localidade no Estado de São Paulo, encontraram dois tipos de vocalização para *Hypsiboas bischoffi*, também citada sob o sinônimo *Hyla multilineata*. O chamado canto de anúncio tipo 1 ("Call Type 1") corresponde ao canto aqui redescrito como canto de anúncio. Além dele, o chamado canto de anúncio tipo 2 ("Call Type 2") corresponde ao canto aqui descrito como canto misto ("AB"). Heyer *et al.* (1990) apresentam espectogramas e oscilogramas do canto de anúncio e do canto misto.

Posteriormente, Kwet & Di-Bernardo (1999) descrevem o canto de *H. bischoffi* de indivíduos de uma população do Estado do Rio Grande do Sul. O canto de anúncio é descrito como um canto curto, composto por uma ou mais notas simples, provavelmente notas "A". Tal (s) nota (s) inicial (s) pode(m) ser seguida (s) de um rangido, a nota "B". Assim, Kwet & Di-Bernardo (1999) fazem referência aos cantos de anúncio e misto sem, no entanto, apresentarem mais informações sobre as características espectrais (freqüência dominante, intensidade) ou temporais (duração do canto, duração dos pulsos etc.) dessas vocalizações.

Os indivíduos observados em São Paulo (Bokermann, 1967; Heyer *et al.*, 1990) não emitiram a nota "B" isoladamente, e tampouco a emitiram na seqüência de duas notas "A", o canto misto "AAB". Provavelmente isso ocorreu porque Heyer *et al.* (1990) encontraram em geral apenas dois machos vocalizando e Bokermann (1967) não viu indivíduos formando coro, o que não representaria estímulo suficiente para suscitar respostas agressivas mais intensas.

Toledo *et al*. (2007) registraram *Hypsiboas bischoffi* realizando sinalizações visuais, tamborilando dedos e efetuando chutes em resposta agressiva à outros machos. Além dessas sinalizações, os machos da população observada por Toledo *et al*. (2007) emitiram um canto de briga e, finalmente, partiram para confronto direto, ocorrendo luta física.

No presente estudo, cantos de anúncio ("A" ou "AA") foram emitidos mesmo na ausência de outros machos cantores, além de ser a vocalização mais freqüente sugerindo que seja responsável pela atração de fêmeas. O canto agressivo foi mais freqüente em resposta aos *playbacks* (obs. pess.) e o canto misto com duas notas "A" foi emitido apenas durante estímulo de *playback* (obs. pess.), ambos apresentando notas "B" que, provavelmente, são as portadoras do sinal que repele outros machos. Assim em *Hypsiboas bischoffi* a nota "B" tem função agressiva e a nota "A" parece ser a responsável pela atração de fêmeas. As outras espécies do

grupo *Hypsiboas pulchellus* emitem cantos pulsionados, com exceção de *H. andinus / riojanus,* que possui canto composto por notas tonais, e com mais de um tipo de nota que se combinam para formar diferentes tipos de cantos.

Wells (1997a) e Bastos & Haddad (1995) afirmam que a existência de rico repertório vocal evoluiu em espécies com período de reprodução prolongada, pois nessas espécies machos competem por fêmeas em agregações em torno de corpos d´água e as vocalizações são uma forma de competição. Como as espécies do grupo *Hypsiboas pulchellus* são anuros de reprodução prolongada, a evolução de rico repertório vocal era esperada.

Além do complexo repertório vocal, *Hypsiboas bischoffi* apresenta comportamento agressivo gradual, que se inicia com a aproximação de um macho intruso ao sítio de vocalização de um residente, em resposta ao qual o indivíduo residente adiciona notas “A”, possivelmente aumentando sua atratividade à fêmeas, e inclui nota “B”, agressivas e repelentes à machos. Após essa resposta, caso o oponente ainda permaneça próximo ao residente este pode iniciar sinalizações visuais, emitir canto de briga e enfim partir para o confronto físico (Toledo *et al.*, 2007). Esse comportamento agressivo gradativo provavelmente é encontrado também em *H. caipora e H. goianus,*duas espécies do mesmo grupo de *H. bischoffi* e que possuem o contexto social de suas vocalizações já estudados (Antunes *et al.*, 2008, para *Hypsiboas caipora*; Guimarães *et al.*, 2001; Menin, Silva & Giaretta, 2004 para *H. goianus*),

Há outras espécies de Hylidae que também apresentam repertório vocal complexo, envolvido no comportamento agressivo gradual, como por exemplo: *Dendropsophus minutus* (Cardoso & Haddad, 1984), espécie brasileira com repertório vocal composto por 3 notas, “B” territorial e “A” e “C”, atrativas para as fêmeas; *Dendropsophus elegans* (Bastos & Haddad, 1995); *Scinax rizibilis* (Bastos & Haddad, 2002); *Hypsiboas faber* (Martins *et al.*, 1998); *H. raniceps* (Guimarães & Bastos, 2003); e *H albomarginatus* que responde à aproximação de um intruso emitindo vocalizações territoriais e de encontro e efetuando sinalizações visuais, podendo também partir para luta (Giasson & Haddad, 2006).

## 4.2. COEFICIENTES DE VARIAÇÃO

Através dos coeficientes de variação foi possível perceber que *Hypsiboas bischoffi* apresenta grande variação intra-individual de seus cantos de anúncio e canto misto. Mesmo os componentes espectrais (freqüência dominante e intensidade do canto), que em geral são estáticos (Gerahrdt, 1991), comportaram-se de maneira diferente do esperado. No entanto, a variação dos cantos emitidos por diferentes indivíduos foi maior que a intra-individual para todos os parâmetros acústicos (CVe/Cvi>1).

Como a duração do canto, a intensidade e a freqüência dominante permitem a diferenciação de cantos de diferentes machos, a hipótese i foi parcialmente corroborada. Além disso, foram encontrados outros parâmetros não previstos que apresentam a função de identificadores, sendo que a taxa de repetição, um parâmetro previsto como identificador, não apresentou essa característica, embora seja influenciado pelo tamanho do macho.

Já que o número de parâmetros acústicos que distingüem os cantos de diferentes machos aumenta com o aumento de machos no coro (Tabela 7), é possível que em coros menores a maior distância entre machos (r= -0,46; p=0,01) já seja suficiente para que seus cantos sejam reconhecidos e diferenciados.

## 4.3. INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS

Foi verificado efeito da temperatura sobre o intervalo entre os últimos pulsos, resultado que não fora previsto. O menor intervalo entre pulsos não apresentou reflexo sobre a duração do canto, que não foi menor a maiores temperaturas como o esperado. A intensidade também não sofreu efeito da temperatura, permanecendo sem alterações consideráveis mesmo em diferentes temperaturas.

Diferentemente do previsto, a taxa de repetição não é influenciada pela temperatura. Essa ausência de influência da temperatura não era esperada, uma vez que, em vários Hylidae, quanto maior a temperatura, maior a taxa de repetição e, conseqüentemente, mais curto o canto. Isso ocorre como resposta à pressão seletiva exercida por fêmeas, que preferem cantos emitidos mais freqüentemente ou com maior número de notas (Gerahrdt, 1991). Em *Dendropsophus elegans*, em maiores temperaturas ocorre aumento na taxa de repetição de cantos (Bastos & Haddad, 1995) e em *Hypsiboas raniceps*, quanto maior a temperatura do ar, maior

foi o número de notas no canto e menor a duração dessas notas (Guimarães & Bastos, 2003).

Em *Hypsiboas bischoffi,* diferentemente do previsto, a umidade relativa do ar não exerce influência sobre a taxa de repetição, a duração e a intensidade dos cantos de anúncio. Assim, a predição 1 da hipótese *ii* é refutada.

O horário também não influenciou nenhum dos parâmetros do canto. Esse resultado é inesperado, uma vez que Wells & Taigen (1989) sugerem que a atividade de vocalização sofre restrição energética tendo como conseqüência a diminuição do investimento na emissão de cantos ao longo da noite. Diferentemente do previsto, machos não diminuíram a taxa de repetição de seus cantos com o passar da noite. Com isso, a segunda predição da hipótese *ii* também é refutada.

Esse resultado pode representar um viés da coleta dos dados, pois não foram gravados machos antes das 21h30 e após a 1h30. Fora desse intervalo, os machos emitiram cantos apenas esporadicamente, a pequenas taxas de repetição, sendo que se calavam com a aproximação dos observadores, tornando difícil o registro de cantos espontâneos nessas situações. Assim, *Hypsiboas bischoffi* foram gravados em curto intervalo, apenas enquanto vocalizavam mais, sendo que os momentos de menos vocalização não foram registrados.

## 4.4. INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS MORFOLÓGICAS

Em *Hypsiboas bischoffi* o tamanho corporal não influencia nenhum dos parâmetros acústicos estudados, o que refuta a hipótese *iii*.

Isso é inesperado, uma vez que, em *Dendropsophus ebraccatus*, quanto menor massa corporal maior a freqüência dominante (Wollerman, 1998). E em geral quanto menor o CRC, maior a freqüência dominante de um canto (Given, 1987; Giasson & Haddad, 2006). Com o aumento do CRC, ocorre aumento da intensidade do canto de *Anaxyrus americanus* (Gerahrdt, 1975) e *Epidalea calamita* (Arak, 1983b). Em *Hypsiboas raniceps* machos com maior CRC e maior massa emitiram cantos a uma maior taxa de repetição e machos com maior massa tiveram cantos com notas mais longas (Guimarães & Bastos, 2003).

Apesar desses exemplos, há espécies como Hypsiboas bischoffi, em que o CRC não exerce influencia os parâmetros acústicos de suas vocalizações. Exemplos são Bufo bufo (Davies & Haliday, 1978); Engystomops pustulosus (Ryan, 1986) em que o CRC não influencia a intensidade do canto; e os casos extremos de

Eleutherodactylus antillensis (Ovaska & Caldbeck, 1997) e *Incilius alvarius* (Sullivan & Malmos, 1994), em que o CRC não influencia nenhuma das características de suas vocalizações.

Espécies em que a maioria dos parâmetros do canto apresentam caráter dinâmico provavelmente estão sujeitas mais à restrições energéticas que à restrições morfológicas e/ou fisiológicas (Castellano & Giacoma, 1998). Dessa maneira, faz sentido a ausência de influência do tamanho sobre os parâmetros acústicos em *Hypsiboas bischoffi*.

## 4.5. INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS SOCIAIS

O número de machos no coro e a distância entre um macho e o macho mais próximo não influenciaram nenhum dos parâmetros acústicos em *Hypsiboas bischoffi*, o que refuta a hipótese *iv*.

A freqüência dominante, que em muitas espécies é indicativa de tamanho corporal dos machos, não é influenciada por nenhuma das variáveis estudada neste trabalho. Em *Hypsiboas bischoffi* a freqüência dominante do canto não reflete fielmente o tamanho do macho. Isso também foi observado em *Acris crepitans* (Wagner, 1981), em que o CRC não influencia a frequência dominante.

Como em *H. bischoffi* o tamanho não influenciou a freqüência dominante, há poucas alternativas para que machos oponentes ou fêmeas consigam obter informações sobre o tamanho do macho vocalizante. Wagner (1989) supõe que, nesses casos, a estrutura temporal dos cantos traga informações sobre o tamanho dos machos. Em *Acris blanchardi* o tamanho é importante preditor para vencedor de confronto físico. Todavia, nessa espécie o sinal acústico não é confiável como preditor do tamanho, uma vez que a freqüência dominante é explicada de 9% a 26% pelo CRC (Wagner, 1989). Além disso, os machos dessa espécie diminuem a freqüência dominante quando estão em conflito com combatentes maiores, não a reduzindo quando os oponentes são menores. Mesmo assim, Wagner (1989) sugere que a diminuição da freqüência dominante não é um blefe, uma vez que essa variação pode estar indicando a disposição de um macho ao confronto físico, que, por sua vez, refletiria o vigor do macho. Assim, mesmo que falseando a freqüência dominante, a capacidade de fazê-lo indicaria qualidade em um macho. Outra hipótese a ser testada em *Hypsiboas bischoffi* é se a variação na freqüência dominante de um indivíduo é influenciada pelo tamanho. Em caso afirmativo, esse

será um parâmetro que pode dar pistas honestas sobre o tamanho de um macho. Em caso negativo, pode ser que a freqüência dominante tenha evoluído independentemente do tamanho em *Hypsiboas bischoffi*, como o que Ryan (1986) sugere ter ocorrido em *Engystomops pustulosus*. Assim, a freqüência dominante pode ter sido influenciada mais fortemente pela seleção sexual ou pela necessidade de se comunicar a longas distâncias e então não serviria como sinal de tamanho de um macho.

Talvez a baixa densidade em que os machos de Hypsiboas bischoffi foram encontrados no presente estudo não tenha exercido pressão competitiva suficiente para suscitar tais alterações no comportamento de vocalização dos indivíduos observados.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

*Hypsiboas bischoffi* possui amplo repertório vocal, composto por três tipos de canto: anúncio, agressivo e misto. Seus cantos são pulsionados, como os cantos das demais espécies de seu grupo.

A espécie apresenta dois tipos de notas: nota “A” com função de atração de fêmeas e nota “B”, com função agressiva, que se combinam de diferentes maneiras, originando cantos com diferentes níveis de agressividade, dependendo do contexto social em que o macho estiver inserido, apresentando resposta agressiva gradativa.

A freqüência dominante do canto não é influenciada pelo tamanho em H. bischoffi, bem como nenhum dos outros parâmetros acústicos de sua vocalização. Assim, não foi encontrado que características do canto podem conter pistas sobre o comprimento rostro-cloacal (CRC) e a massa do macho vocalizante.

## 6. REFERÊNCIAS


Antunes, A. P.; J. Faivovich & C. F. B. Haddad. 2008. A new species of *Hypsiboas* from the atlantic forest of Southeastern Brazil (Amphibia: Anura: Hylidae). **Copeia 1**: 179-190.

Arak, A. 1983. Sexual selection by male−male competition in natterjack toad choruses. **Nature 306**: 261 – 262.

Awbrey, F. T. 1978. Social interaction among chorusing pacific tree frogs, *Hyla regilla*. **Copeia 2**: 208-214.

Ayres, M., M. Ayres Jr.; D. L. Ayres & A. Assis. 2005. **BioEstat: Aplicações estatísticas nas áreas bio-médicas**. Versão 4.0. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, MCT – CNPq.

Bastos, R. P. & C. F. B. Haddad, C. F. B. 1995. Vocalizations and acoustic interactions in *Hyla elegans* (Anura, Hylidae) during the reproductive activity. **Naturalia 20**:165-176.

Bastos, R. P. & Haddad, C. F. B. 2002. Acoustic and agressive interactions in *Scinax rizibilis* (Anura: Hylidae) during the reproductive activity in southeastern Brazil. **Amphibia-Reptilia 23**: 97-104

Bertoluci, J. & M. T. U Rodrigues. 2002. Utilização de habitats reprodutivos e micro-habitats de vocalização em uma taxocenose de anuros (Amphibia) da Mata Atlântica do Sudeste do Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia 42** (12): 287-297.

Bokermann, W. C. A. 1967. Notas sôbre cantos nupciais de anfíbios brasileiros (Anura). III. **Anais da Academia Brasileira de Ciências 39** (3-4): 491-493.

Cardoso, A. J. & C. F. B. Haddad. 1984. Variabilidade acústica em diferentes populações e interações agressivas de *Hyla minuta* (Amphibia, Anura**). Ciência e Cultura 36** (8): 1393-1399.

Castellano, S. & C. Giacoma. 1998. Stabilizing and directional female choice for male calls in the European green toad. **Animal Behavior 56**: 275-287.

Cochran, D.M. 1955. Frogs of southeastern Brazil. **Bulletin of United States National Museum 206**: 1-423.

Donnelly, M. A.; C. Guyer ; J. E. Juterbock & R. A. Alford. 2001. Técnicas para marcar anfíbios, p. 267-273. *In*: W. R. Heyer; M. A. Donnelly; R. W. McDiarmid; L. C. Hayek & M. S. Foster (Eds.). Medición y monitoreo de la diversidad biológica: Métodos estandarizados para anfíbios, Chubut, Editorial Universitária de la Patagonia, XXVIII+349p.

Duellman, W. E. & L.. Trueb. 1986. **Biology of amphibians**. New York, The Johns Hopkins University Press XXVI+696p.

Eterovick, P. C. & I. Sazima. 2004. **Anfíbios da Serra do Cipó, Minas Gerais - Amphibians from the Serra do Cipó, Minas Gerais**. 1. ed. Belo Horizonte, PUC Minas 152p.

Faivovich, J.; C. F. B. Haddad; P. C. A. Garcia; D. R. Frost; J. A. Campbell & W. C. Wheeler. 2005. Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hylinae: Phylogenetic analysis and taxonomic revision. **Bulletin of the American Museum of Natural History 294**:1-240.

Garcia, P. C. A.; G. Vinciprova & C. F. B. Haddad. 2001. Vocalização, girino, distribuição geográfica e novos comentários sobre *Hyla marginata* Boulenger, 1887 (Anura, Hylidae, Hylinae). **Boletim do Museu Nacional 460:** 1-19.

Gerhardt, H. C. 1991. Female mate choice in treefrogs: static and dynamic acoustic criteria. **Animal Behavior 42**: 615-635.

Gerhardt, H. C. 1998. Acoustic signals of animals: recording, field measurements, analysis ad description, p. 1-25. *In*: S. Hopp,; M. & C. Evans (Eds.). Animal acoustic comunication: sound analysis and research methods. Berlim, Springer-Verlag, XXII+421p.

Giasson, L. O. M. & C. F. B. Haddad. 2006. Social interactions in *Hypsiboas albomarginatus* (Anura: Hylidae) and the significance of acoustic and visual signals. **Journal of Herpetology 40** (2): 171-180.

Given, M. F. 1987. Vocalizations and acoustic interactions of the carpenter frog, *Rana virgatipes*. **Herpetologica 43** (4): 467-481.

Guimarães, L. D. & R. P. Bastos. 2003. Vocalizações e interações acústicas em *Hyla raniceps* (Anura, Hylidae) durante a atividade reprodutiva. **Iheringia 93** (2): 149-158.

Guimarães, L. D.; L. P. Lima; R. F. Juliano & R. P. Bastos. 2001. Vocalizações de espécies de anuros (Amphibia) no Brasil Central. **Boletim do Museu Nacional 474**: 1-15.

Hadddad, C. F. B.; G. V. Andrade & A. J. Cardoso. 1988. Anfíbios anuros no Parque Nacional da Serra da Canastra, Estado de Minas Gerais. **Brasil Florestal 64**: 9-20.

Harding, K. A. 1982. Courtship display in a Bornean Frog. **Proceedings of the Royal Society: Biological Sciences 95** (3): 621-624.

Heyer, W. R.; A. S. Rand; C. A. G. Cruz; O. L. Peixoto & C. E. Nelson. 1990. Frogs of Boracéia. **Arquivos de Zoologia 31** (4): 231-410.

Kwet, A. & M. Di-Bernardo. 1999. Pró-Mata - Anfíbios. Amphibien. Amphibians. Porto Alegre, EDIPUCRS, 107p.

Márquez, R.; I. De la Riva & J. Bosch. 1993. The advertisement calls of Bolivian species of *Hyla* (Amphibia, Anura, Hylidae). **Biotropica 25** (4): 426-443.

Martins, M.; J. P. Pombal JR.; & C. F. B. HADDAD. 1998. Escalated aggressive behavior and facultative parental care in the nest building gladiator frog, *Hyla faber*. **Amphibia-Reptilia 19**: 65-73.

Menin, M.; R. A. Silva & A. A. Giaretta. 2004. Reproductive biology of *Hyla goiana* (Anura, Hylidae). **Iheringia 94** (1): 49-52.

Ovaska, K. E. & J. Caldbeck. 1997. Vocal behavior of the frog *Eleutherodactylus antillensis* on the British Virgin Islands. **Animal Behavior 54**: 181-188.

Ryan, M. J. 1986. Factors influencing the evolution of acoustic communication: biological constraints. **Brain, Behavior and Evolution 28**: 70-82.

Stebbins, R. & N. Cohen. 1995. **A natural history of amphibians**. Princeton, New Jersey, Princeton University Press, XVI+316p.

Sullivan, B. K. & K. B. Malmos. 1994. Call variation in the Colorado River toad (*Bufo alvarius*): behavioral and phylogenetic implications. **Herpetologica 50** (2): 146-156.

Tejedo, M. 1992. Large male mating advantage in natterjack toads, *Bufo calamita*. Sexual selection or energetic constraints? **Animal Behavior 44**: 557-569.

Toledo, L. F.; O. G. S. Araújo; L. D. Guimarães; R. Lingnau & C. F. B. Haddad. 2007. Visual and acoustic signaling in three species of brazilian nocturnal tree frogs (Anura, Hylidae). **Phyllomedusa 6** (1): 61-68.

Wagner, W. E. Jr. 1989. Graded aggressive signals in Blanchard's cricket frog: vocal responses to opponent proximity and size. **Animal Behavior 38**: 1025-1038.

Wells, K. D. 1977a. The courtship of frogs, p. 233-262. *In*: D. H. Taylor & S. I. Gultman (Eds.). The reproductive biology of amphibians, New York, Plenum Publishing Corp., 696 p.

Wells, K. 1977b. The Social behavior of anuran amphibians. **Animal Behavior 25**: 666-693.

Wells, K. D. & T. L. Taigen. 1989. Calling energetics of a neotropical treefrog, *Hyla microcephala*. **Behavioral Ecology and Sociobiology 25**: 13-22.

Wollerman, L. 1998. Stabilizing and directional preferences of female *Hyla ebraccata* for calls differing in static properties. **Animal Behavior 55**: 1619-1630.

Wollerman, L. & H . Wiley. 2002. Background noise from a natural chorus alters female discrimination of male calls in a Neotropical frog. **Animal Behavior 63**: 15-22.

# CAPÍTULO II

## RESPOSTAS DE *Hypsiboas bischoffi* (BOULENGER, 1887) (ANURA, HYLIDAE) A EXPERIMENTOS DE *PLAYBACK*

## RESUMO

Machos de *Hypsiboas bischoffi* foram submetidos a dois experimentos de *playback*. O experimento 1 variou a intensidade dos cantos do *playback* e foi realizado com 30 machos, 10 para cada tipo de canto de *playback* (anúncio, misto e agressivo). Ocorreu diminuição gradativa da taxa de repetição de cantos de anúncio durante o *playback* de cantos agressivos e ocorreu diminuição no intervalo entre pulsos de cantos agressivos durante a fase 1 do *playback* de canto misto. Ocorreu diminuição na taxa de repetição dos cantos com uma nota em resposta ao *playback* de cantos agressivos. O experimento 2, que variou a taxa de cantos de anúncio, foi realizado com 10 indivíduos e o que variou a taxa de cantos agressivos, com cinco machos. Em resposta à quinta seqüência do *playback* de cantos de anúncio, machos responderam aumentando a duração e aumentando a freqüência dominante dos cantos de anúncio emitidos. Aumentaram, ainda, as taxas de repetição de cantos de anúncio e mistos e diminuíram a taxa de repetição de cantos agressivos. Foi verificado aumento progressivo na taxa de repetição de cantos com duas notas (anúncio com duas notas e misto) durante as fases de *playback* de canto de anúncio. Em resposta ao *playback* de cantos agressivos ocorreu diminuição na taxa de repetição de cantos com uma nota. Assim, a resposta de *Hypsiboas bischoffi* à aproximação de um intruso ou de um macho vocalizando a maiores taxas de vocalização é gradativa. *Hypsiboas bischoffi* inicia a interação com canto agressivo e adiciona-lhe notas “A”, atrativas a fêmeas. Machos de *H. bischoffi*, ao serem estimulados pelas vocalizações, iniciam suas respostas com aumento da proporção de cantos agressivos em relação a cantos de anúncio, passando por aumento na taxa de repetição de cantos mistos, compostos, com conseqüente diminuição na taxa de cantos agressivos.

## ABSTRACT

**Responses of *Hypsiboas bischoffi* (Anura, Hylidae) to playback experiments**

*Hypsiboas bischoffi* male were subjected to two playback experiments. The first experiment varied intensity of the playback calls and was carried out with 30 male, 10 to each playback call (advertisement, aggressive and mixed). There was a gradual decrease in the repetition rate of advertisement calls during the aggressive call playback and a decrease in the gap between pulses of aggressive calls during the first phase of the mixed call playback. There was a decrease in the repetition rate of the call with one note in response to the aggressive call playback. The second experiment, which varied the rate of advertisement calls, was carried out with 10 individuals and the one which varied the aggressive calls with 5 males. In response to the fifth sequence of the advertisement calls playback male responded increasing the length and dominant frequency of the advertisement call vocalized. There was still an increase in the repetition rate of advertisement and mixed rates, and a decrease in the repetition rate of aggressive calls. It was verified a progressive increase in the repetition rates of calls with 2 notes (advertisement with 2 notes and mixed) during the playback periods of advertisement calls. In response to the aggressive calls playback there was a decrease in the repetition rate of calls with one note. Therefore, the response of *Hypsiboas bischoffi* to the approach of an intruder or a vocalizing male to higher rates of vocalization is gradual. *Hypsiboas bischoffi* starts the interaction with aggressive calls and adds “A” notes, attractive to female. *H. bischoffi* male, when stimulated by the vocalization start their responses with an increase of the proportion of aggressive calls related to advertisement calls, going through an increase of the rate of repetition in mixed, compound calls as a result of the decrease of the rate of aggressive calls.

## 1. INTRODUÇÃO

Em espécies de reprodução prolongada (*sensu* Wells, 1977a), machos se agrupam em torno de corpos d'agua em espaço limitado e vocalizam para atraírem fêmeas (Wells, 1977a). Embora vocalizações possam ter mais de uma função, algumas espécies possuem várias vocalizações diferentes que podem ser modificadas de acordo com o contexto social em que são emitidas (Arak, 1983), como, por exemplo, a vocalização de anúncio, de encontro e de corte (Littlejohn, 2001).

Essas alterações nas vocalizações provavelmente tentam assegurar o aumento da conspicuidade dos machos a possíveis parceiras ou machos rivais (Schwartz & Wells, 1985). As principais alterações conhecidas são o aumento na taxa de repetição (Given, 1987; Jennions *et al.*, 1995; Bosch & Márquez, 1996), aumento na complexidade dos cantos, com acréscimo de notas ou pulsos (Arak, 1983a; Schwartz & Wells, 1985; Wagner, 1989; Stewart & Bishop, 1994; Martins & Jim, 2003; Martins & Jim, 2004) e alternância das vocalizações de machos vizinhos (Ayre *et al.*, 1984; Grafe, 2003). Essas alterações, envolvidas em interações acústicas entre machos, garantem espaçamento mínimo a fim de evitar confronto físico entre machos e melhorar a localização pelas fêmeas.

A distância de um macho a um vizinho pode ser percebida através da intensidade dos cantos emitidos por esse último (Wells & Schwartz, 1984; Wilczynski & Brenowitz, 1988; Brenowitz, 1989). Se a amplitude do canto do vizinho ultrapassa o limiar agressivo, indicando uma aproximação deste ao macho residente, o macho passa a emitir sinais mais agressivos (Littlejohn, 2001).

Os objetivos deste trabalho foram testar as seguintes hipóteses:

*i.* *Machos de Hypsiboas bischoffi realizam comportamento agressivo em face à aproximação de um macho, simulada através de playback variando a intensidade dos cantos.*

Predição 1: Quando ocorre aproximação de um macho com cantos de anúncio: macho residente aumenta a intensidade de suas vocalizações de anúncio, a taxa de repetição de cantos agressivos e a taxa de repetição de cantos com mais de uma nota.

Predição 2: Com a aproximação simulada de um macho emitindo cantos agressivos ou mistos, o macho residente responde aumentando a taxa de repetição de cantos agressivos, de cantos mistos e de cantos com mais de uma nota. Além disso, o macho residente aumenta a intensidade de seus cantos.

*ii. Machos de Hypsiboas bischoffi submetidos a playbacks aumentando a taxa de repetição de cantos de anúncio e de cantos agressivos respondem aumentando também a taxa de emissão desses cantos.*

Predição 1: Quando submetidos à *playback* de cantos de anúncio, machos aumentam a taxa de repetição e a intensidade de cantos de anúncio. Em contrapartida, a duração de seus cantos é menor e as vocalizações apresentam menor número de pulsos.

Predição 2: Quando confrontados com cantos agressivos com crescente taxa de repetição, machos de *H. bischoffi* aumentam a taxa de repetição de cantos agressivos, aumentam a taxa de repetição de cantos com mais de uma nota e aumentam a intensidade das vocalizações emitidas. Em contrapartida, a duração de seus cantos é menor e com menor número de pulsos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

As observações de campo foram realizadas em novembro e dezembro de 2007; e em janeiro e abril de 2008. Cada turno de observações foi iniciado após o ocaso, geralmente após as 18:00h desconsiderando o horário de verão. As vocalizações de *Hypsiboas bischoffi* foram gravadas com um gravador Marantz PMD 660 acoplado à um microfone Senheiser ME66 posicionado a 0,5 m do espécime vocalizante e, posteriormente, transferidas para computador PC Pentium com freqüência de entrada de 44 kHz e resolução de 16 bits.

Os parâmetros acústicos analisados foram a duração total do canto, o número de notas por canto, a duração das notas, intervalo entre notas; número de pulsos; duração dos pulsos; intervalo entre pulsos, a taxa de repetição de cantos, a intensidade e a freqüência dominante dos cantos. Essas características das vocalizações foram analisadas no programa Cool Edit Pro 2.0 e Avisoft SASLab Light. Foram analisados 5 cantos de cada tipo para cada um dos 10 indivíduos. Os indivíduos gravados foram marcados através de amputação de artelhos segundo o método de Donnelly *et al*. (2001).

Dois experimentos de *playbacks* foram realizados, variando intensidade e taxa de repetição das vocalizações. Em ambos casos, as caixas de som foram posicionadas a 50 cm do macho a ser testado.

Antes e após os *playbacks* (pré e pós), o macho cantor foi gravado por três minutos e a intensidade de seus cantos medida. A digitalização foi como descrita para a análise dos parâmetros acústicos dessas vocalizações emitidas antes, durante e após os *playbacks*.

Os resultados dos 5 *playbacks*, do pré-*playback* e do pós-*playback* foram testados através de ANOVA (Ayres *et al*., 2005), para avalizar se houve diferença significativa entre os parâmetros acústicos das vocalizações antes, durante e após o experimento. Foi considerado o intervalo de confiança de 95%.

Foi utilizado ANOVA com teste *a posteriori* de Tukey para comparar os parâmetros acústicos das vocalizações emitidas antes (pré), durante as cinco seqüências de *playback* e após seu término. Para tanto, foram consideradas separadamente as vocalizações de anúncio, agressivas e mistas emitidas pelos machos testados. Em outro conjunto de testes, os cantos emitidos foram agrupados segundo seu número de notas. Dessa maneira, foram considerados os parâmetros

acústicos dos cantos com uma nota (cantos de anúncio e agressivos); os parâmetros dos cantos com duas notas (canto de anúncio com duas notas e canto misto); e os parâmetros dos cantos com três notas (mistos com três notas). Para a análise por tipo de canto, a ANOVA foi realizada com todos os parâmetros acústicos mensurados. Para a análise por número de notas, a ANOVA foi realizada apenas com a duração do canto e a taxa de repetição.

2.1. EXPERIMENTO 1: Variação da Intensidade

Foram testadas as respostas dos machos para cantos de anúncio, agressivos e alternados (anúncio e agressivo). Com o macho cantor já vocalizando e previamente gravado, o *playback* foi iniciado, com intensidade de 6 db a menos que a média populacional encontrada. Posteriormente, para cada seqüência foram acrescentados 3 db de forma que a última possui 6 db a mais que a média populacional. Esse procedimento simulou a aproximação de um intruso em direção ao macho cantor.

2.2. EXPERIMENTO 2: Variação da taxa de repetição

Para o experimento que variou a taxa de repetição de cantos, nos *playbacks* foram emitidas 5 seqüências de cantos de anúncio ou de cantos agressivos com intervalo entre cantos decrescente.

O intervalo médio entre cantos de anúncio na população estudada foi de 21,72 s. A primeira seqüência apresentou o mesmo intervalo entre cantos encontrado na média populacional. Dividindo o intervalo médio populacional pelo número de seqüências, cinco, foi encontrado o intervalo de 4,3 s. Esse intervalo foi reduzido a cada série de quatro cantos do *playback*. Dessa forma, a segunda seqüência apresentou intervalo entre cantos de 17,42 s; a terceira de 13,12 s, a quarta de 8,82 s e a última de 4,52 s. O intervalo médio entre cantos agressivos foi de 5,46 s. A cada série de cantos, o intervalo foi reduzido em 1,09 s. A primeira série de quatro cantos agressivos apresentou intervalo entre cantos de 5,46 s; a segunda, de 4,32 s; a terceira de 3,28 s; a quarta de 2,19 s; e a última, de 1,10 s. Antes e após os *playbacks* (pré e pós), o macho cantor foi gravado por três minutos e a intensidade de seus cantos medida. A digitalização foi como descrita para a análise dos parâmetros acústicos dessas vocalizações emitidas antes, durante e após os *playbacks*.

# 3. RESULTADOS

## 3.1. EXPERIMENTO 1: Variação da intensidade

O experimento 1 variou a intensidade dos cantos do *playback* e foi realizado com 30 machos, 10 para cada tipo de canto de *playback* (anúncio, misto e agressivo).

### 3.1.1. Tipo de Canto

Machos de *Hypsiboas bischoffi* não alteraram os parâmetros acústicos de suas vocalizações em resposta à aproximação simulada de um macho emitindo cantos de anúncio (Tabela 1). Ocorreu diminuição da taxa de repetição de cantos de anúncio (F=2,77; p=0,02, n=10) durante a quinta fase do *playback* de cantos agressivos (play 5) em relação à fase anterior ao *playback* (pré) (Figura 1 e Tabela 2; Q=4,43; p=0,04).

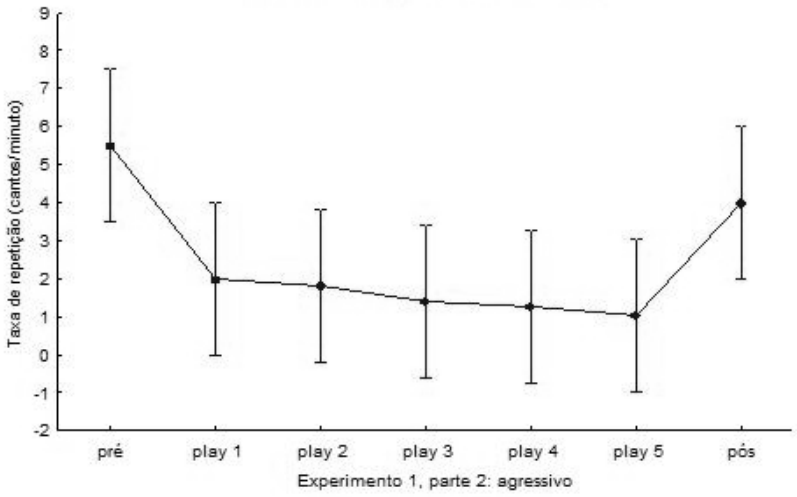


Figura 1 – Diminuição (F=2,77; p=0,02) na taxa de repetição de cantos de anúncio de *Hypsiboas bischoffi* durante *playback* de cantos agressivos com aumento gradativo da intensidade. Barras verticais representam 95% de intervalo de confiança.

Tabela 1 – Resultados de ANOVA para parâmetros acústicos dos cantos de anúncio, agressivos e mistos emitidos em resposta a *playback* de cantos de anúncio. Parâmetros analisados: Dur Canto - duração do canto; Dur Nota – duração da nota inicial; Dur P1 – duração do primeiro pulso; Inter P1 P2 – intervalo entre os dois primeiros pulsos; Dur P – duração dos pulsos seguintes; Inter P – intervalo entre os demais pulsos; Inter Notas – intervalo entre as notas; Dur N2 – duração da segunda nota; N° P Agr – número de pulsos da nota agressiva; Dur P Agr – duração dos pulsos da nota agressiva; Inter P Agr – intervalo entre pulsos da nota agressiva; Freq Dom – freqüência dominante do canto; Tx rept – taxa de repetição do canto; Intens – intensidade do canto. * Número insuficiente de cantos para análise.

| **Exp. 1 parte 1** | | **Anúncio** | **Agressivo** | **Misto** |
|---|---|---|---|---|
| **Dur Canto** | F | 0,35 | 0,40 | 0,15 |
| | P | 0,90 | 0,79 | 0,99 |
| **Dur Nota** | F | 1,26 | 0,58 | 0,45 |
| | P | 0,30 | 0,74 | 0,84 |
| **N° pulsos** | F | 0,34 | 1,06 | 0,56 |
| | P | 0,91 | 0,60 | 0,76 |
| **Dur P1** | F | 0,48 | 1,93 | 1,26 |
| | P | 0,82 | 0,31 | 0,35 |
| **Inter P1 P2** | F | 0,52 | 9,70 | 1,00 |
| | P | 0,79 | 0,23 | 0,43 |
| **Dur P** | F | 0,79 | | 0,50 |
| | P | 0,59 | | 0,80 |
| **Inter P** | F | 0,87 | | 0,20 |
| | P | 0,53 | | 0,95 |
| **Inter Notas** | F | | | 0,10 |
| | P | | | 0,99 |
| **Dur N2** | F | | | 0,35 |
| | P | | | 0,89 |
| **N° P Agr** | F | | | 0,67 |
| | P | | | 0,68 |
| **Dur P Agr** | F | | | 1,04 |
| | P | | | 0,45 |
| **Inter P Agr** | F | | | 1,30 |
| | P | | | 0,34 |
| **Freq Dom** | F | 0,81 | ---* | 2,75 |
| | P | 0,57 | ---* | 0,07 |
| **Tx Rept** | F | 0,62 | 0,94 | 1,63 |
| | P | 0,71 | 0,48 | 0,15 |
| **Intens** | F | 0,58 | 0,27 | 1,46 |
| | P | 0,74 | 0,85 | 0,29 |

Tabela 2 – Resultados de ANOVA para parâmetros acústicos dos cantos de anúncio, agressivos e mistos emitidos em resposta a *playback* de cantos agressivos. Parâmetros analisados: Dur Canto - duração do canto; Dur Nota – duração da nota inicial; Dur P1 – duração do primeiro pulso; Inter P1 P2 – intervalo entre os dois primeiros pulsos; Dur P – duração dos pulsos seguintes; Inter P – intervalo entre os demais pulsos; Inter Notas – intervalo entre as notas; Dur N2 – duração da segunda nota; N° P Agr – número de pulsos da nota agressiva; Dur P Agr – duração dos pulsos da nota agressiva; Inter P Agr – intervalo entre pulsos da nota agressiva; Freq Dom – freqüência dominante do canto; Tx rept – taxa de repetição do canto; Intens – intensidade do canto.

| **Exp. 1 parte 2** | | **Anúncio** | **Agressivo** | **Misto** |
|---|---|---|---|---|
| **Dur Canto** | F | 0,56 | 0,88 | 0,43 |
| | P | 0,76 | 0,50 | 0,82 |
| **Dur Nota** | F | 1,03 | 0,72 | 1,37 |
| | P | 0,43 | 0,63 | 0,30 |
| **N° pulsos** | F | 0,64 | 0,03 | 2,02 |
| | P | 0,69 | 0,97 | 0,15 |
| **Dur P1** | F | 1,33 | 0,35 | 1,93 |
| | P | 0,28 | 0,73 | 0,17 |
| **Inter P1 P2** | F | --- | 0,07 | --- |
| | P | --- | 0,94 | --- |
| **Dur P** | F | 0,61 | | 0,71 |
| | P | 0,72 | | 0,63 |
| **Inter P** | F | 0,33 | | 0,46 |
| | P | 0,91 | | 0,80 |
| **Inter Notas** | F | | | 1,12 |
| | P | | | 0,40 |
| **Dur N2** | F | | | 0,14 |
| | P | | | 0,98 |
| **N° P Agr** | F | | | 0,61 |
| | P | | | 0,70 |
| **Dur P Agr** | F | | | 1,73 |
| | P | | | 0,20 |
| **Inter P Agr** | F | | | 0,72 |
| | P | | | 0,62 |
| **Freq Dom** | F | 1,91 | 0,23 | 0,72 |
| | P | 0,11 | 0,81 | 0,62 |
| **Tx Rept** | F | **2,77** | 1,52 | 0,98 |
| | P | **0,02** | 0,19 | 0,45 |
| **Intens** | F | 0,72 | 0,22 | 1,21 |
| | P | 0,63 | 0,81 | 0,36 |

Ocorreu diminuição no intervalo entre pulsos de cantos agressivos (F=31; p=0,03) durante a fase 1 (play 1, p=0,03) e a 5 do *playback* (play 5, p=0,05) de canto misto em relação à fase anterior ao *playback* (pré) (Figura 2, Tabela 3). *Hypsiboas bischoffi* não emitiu cantos agressivos durante a fase 3 (play 3) tampouco após o experimento (pós).

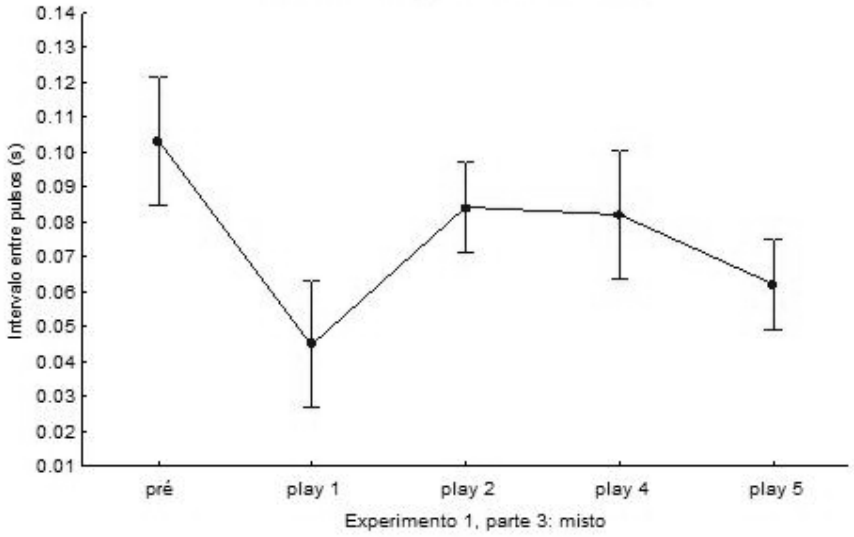


Figura 2 – Diminuição do intervalo entre pulsos do canto agressivo (F=31; p=0,03) de *Hypsiboas bischoffi* durante a fase 1 do *playback* de cantos mistos com aumento gradativo da intensidade. Barras verticais representam 95% de intervalo de confiança.

Tabela 3 – Resultados de ANOVA para parâmetros acústicos dos cantos de anúncio, agressivos e mistos emitidos em resposta a *playback* de cantos mistos. Parâmetros analisados: Dur Canto - duração do canto; Dur Nota – duração da nota inicial; Dur P1 – duração do primeiro pulso; Inter P1 P2 – intervalo entre os dois primeiros pulsos; Dur P – duração dos pulsos seguintes; Inter P – intervalo entre os demais pulsos; Inter Notas – intervalo entre as notas; Dur N2 – duração da segunda nota; N° P Agr – número de pulsos da nota agressiva; Dur P Agr – duração dos pulsos da nota agressiva; Inter P Agr – intervalo entre pulsos da nota agressiva; Freq Dom – freqüência dominante do canto; Tx rept – taxa de repetição do canto; Intens – intensidade do canto.

| **Exp. 1 parte 3** | | **Anúncio** | **Agressivo** | **Misto** |
|---|---|---|---|---|
| **Dur Canto** | F | 1,31 | 0,37 | 0,41 |
| | p | 0,28 | 0,82 | 0,86 |
| **Dur Nota** | F | 1,21 | 0,21 | 0,50 |
| | p | 0,32 | 0,97 | 0,80 |
| **N° pulsos** | F | 1,66 | 1,09 | 1,52 |
| | p | 0,16 | 0,49 | 0,22 |
| **Dur P1** | F | 0,36 | 4,78 | 0,45 |
| | p | 0,90 | 0,12 | 0,84 |
| **Inter P1 P2** | F | X | **31** | x |
| | p | X | **0,03** | x |
| **Dur P** | F | 0,65 | | 0,71 |
| | p | 0,69 | | 0,64 |
| **Inter P** | F | 1,41 | | 1,03 |
| | p | 0,24 | | 0,43 |
| **Inter Notas** | F | | | 1,30 |
| | p | | | 0,30 |
| **Dur N2** | F | | | 0,36 |
| | p | | | 0,90 |
| **N° P Agr** | F | | | 0,24 |
| | p | | | 0,96 |
| **Dur P Agr** | F | | | 0,57 |
| | p | | | 0,75 |
| **Inter P Agr** | F | | | 0,14 |
| | p | | | 0,99 |
| **Freq Dom** | F | 0,91 | 0,87 | 0,24 |
| | p | 0,50 | 0,97 | 0,96 |
| **Tx Rept** | F | 0,68 | 2,00 | 0,87 |
| | p | 0,66 | 0,10 | 0,52 |
| **Intens** | F | 0,21 | 6,64 | 0,99 |
| | p | 0,97 | 0,14 | 0,46 |

### 3.1.2. Número de Notas no Canto

Foram considerados os cantos de anúncio com uma nota e os agressivos juntamente. Em outro grupo, foram considerados os cantos de anúncio com duas notas e os mistos com duas notas, enquanto que os mistos com três notas foram considerados separadamente dos demais.

Foi encontrada resposta apenas nos cantos com uma nota emitidos (Tabelas 4, 5 e 6). Ocorreu diminuição na taxa de repetição dos cantos com uma nota (F=2,66; p=0,02) em resposta ao *playback* de cantos agressivos (Figura 3).

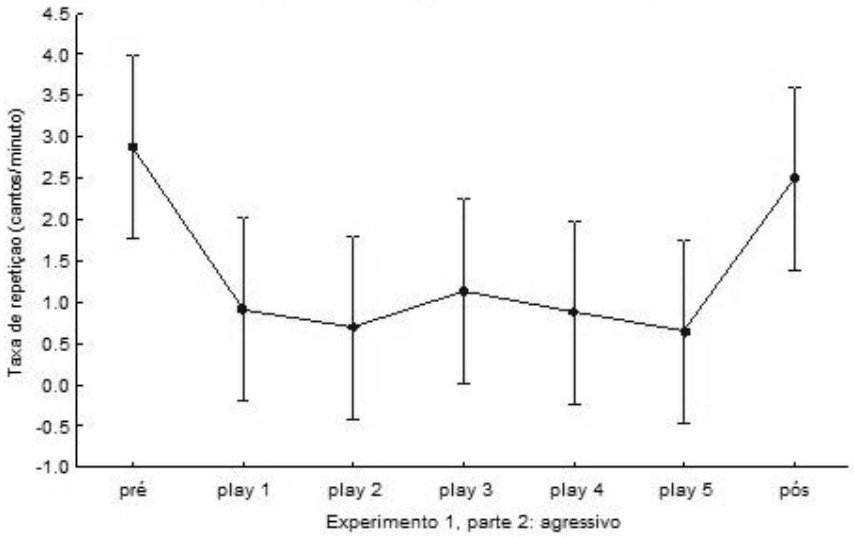


Figura 3 - Diminuição da taxa de repetição de cantos com uma nota (anúncios e agressivos), durante o *playback* de cantos agressivos (F=2,66; p=0,02). Barras verticais representam 95% de intervalo de confiança.

Tabela 4 – Resultados de ANOVA para parâmetros acústicos dos cantos com uma, duas ou três notas emitidos em resposta a *playback* de cantos de anúncio. Parâmetros analisados: Dur Canto - duração do canto; e Tx rept – taxa de repetição do canto.

| **Exp. 1 parte 1** | | **1 nota** | **2 notas** | **3 notas*** |
|---|---|---|---|---|
| **Dur Canto** | F | 0,40 | 0,41 | |
| | p | 0,79 | 0,86 | |
| **Tx Rept** | F | 0,34 | 1,27 | 0,63 |
| | p | 0,91 | 0,27 | 0,70 |

*sem cantos suficientes para análise.

Tabela 5 - Resultados de ANOVA para parâmetros acústicos dos cantos com uma, duas ou três notas emitidos em resposta a *playback* de cantos agressivos. Parâmetros analisados: Dur Canto - duração do canto; e Tx rept – taxa de repetição do canto.

| Exp. 1 parte 2 | | 1 nota | 2 notas | 3 notas* |
|---|---|---|---|---|
| **Dur Canto** | F | 0,43 | 0,97 | |
| | p | 0,82 | 0,47 | |
| **Tx Rept** | F | **2,66** | 0,51 | 0,62 |
| | p | **0,02** | 0,80 | 0,71 |

*sem cantos suficientes para análise.

Tabela 6 - Resultados de ANOVA para parâmetros acústicos dos cantos dos cantos com uma, duas ou três notas emitidos em resposta a *playback* de cantos mistos. Parâmetros analisados: Dur Canto - duração do canto; e Tx rept – taxa de repetição do canto.

| Exp. 1 parte 3 | | 1 nota | 2 notas | 3 notas |
|---|---|---|---|---|
| | F | 0,36 | 0,22 | 8,88 |
| **Dur Canto** | p | 0,90 | 0,97 | 0,10 |
| | F | 0,71 | 0,65 | 0,43 |
| **Tx Rept** | p | 0,65 | 0,70 | 0,86 |

## 3.2. EXPERIMENTO 2: variação taxa de repetição

O experimento 2 variou a taxa de repetição dos cantos e foi realizado com 15 machos. O experimento que variou a taxa de cantos de anúncio foi realizado com 10 indivíduos e o que variou a taxa de cantos agressivos, com cinco machos.

### 3.2.1. Tipo de Canto

Machos de *Hypsiboas bichoffi* responderam à quinta etapa do experimento 2, com *playback* de cantos de anúncio (Tabela 7), aumentando a duração (F=3,18; p=0,01) e aumentando a freqüência dominante dos cantos de anúncio emitidos (F=3.47; p=0,01). Os cantos de anúncios emitidos durante o *play* 5 foram mais longos que aqueles emitidos durante a fase pré (Q=8,58; p=0,05); que os emitidos durante o play 1 (Q=7,80, p=0,01); o play 2 (Q=8,03; p=0,02); o play 3 (Q=8,03, p=0,01); o play 4 (Q=6,82; p=0,03) e a fase pós *playback* (Q=7,47; p=0,02). Tais respostas podem ser observadas nas Figuras 4 e 5. Os cantos emitidos durante o play 5 apresentaram, ainda, maior freqüência dominante que os cantos emitidos nas outras fases (Q=8,58, p<0,01 para diferenças entre play 5 e pré; Q=0,01, p=0,01, entre play 5 e play 1; Q=8,03, p=0,01 entre play 5 e play 2; Q=8,03; p=0,01 entre

play 5 e play 3; Q=6,82; p=0,04, entre play 5 e play 4; e Q=7,47; p=0,02 para diferença entre play 5 e pós).

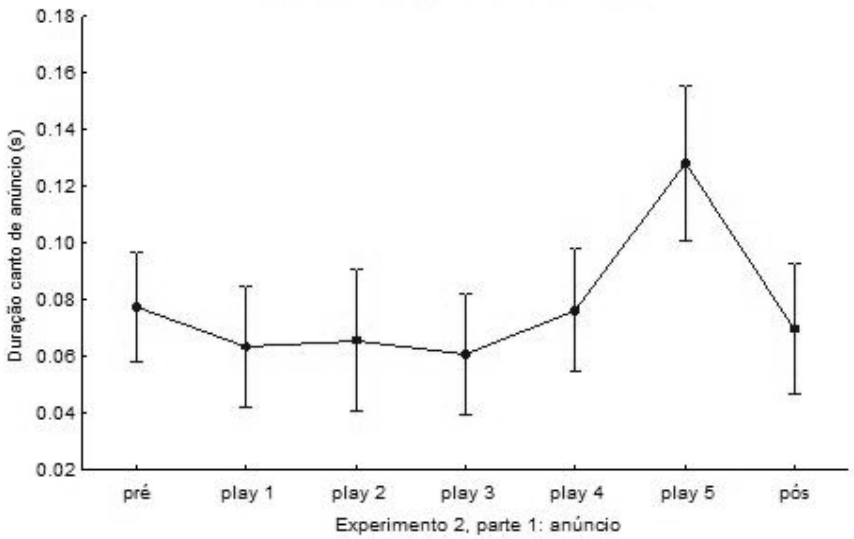


Figura 4 – Aumento na duração de cantos de anúncio (F=3,18; p=0,01) de *Hypsiboas bischoffi* durante *playback* de cantos de anúncio com aumento gradativo da taxa de repetição. Barras verticais representam 95% de intervalo de confiança.

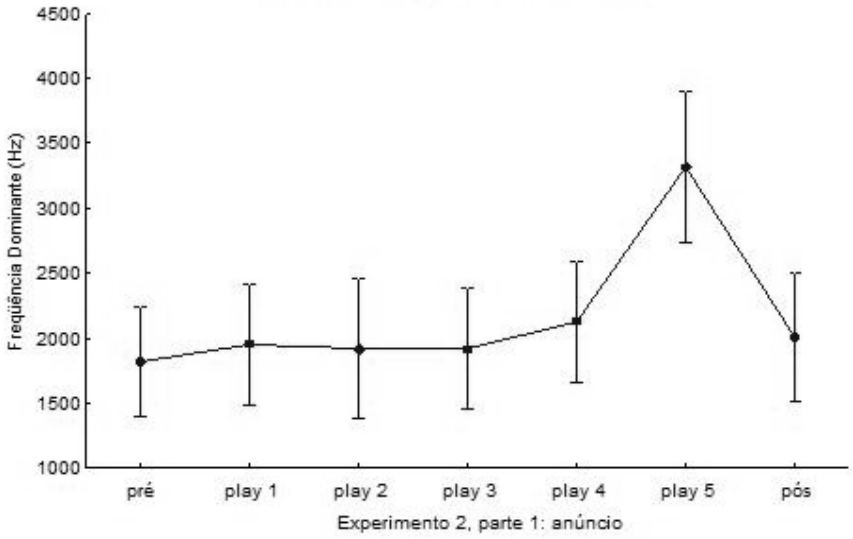


Figura 5 – Aumento na freqüência dominante de cantos de anúncio (F=3.47; p=0,01) de *Hypsiboas bischoffi* durante a quinta fase do *playback* de cantos de anúncio com aumento gradativo da taxa de repetição. Barras verticais representam 95% de intervalo de confiança.

Tabela 7 - Resultados de ANOVA para parâmetros acústicos dos cantos de anúncio, agressivos e mistos emitidos em resposta a *playback* de cantos de anúncio. Parâmetros analisados: Dur Canto - duração do canto; Dur Nota – duração da nota inicial; Dur P1 – duração do primeiro pulso; Inter P1 P2 – intervalo entre os dois primeiros pulsos; Dur P – duração dos pulsos seguintes; Inter P – intervalo entre os demais pulsos; Inter Notas – intervalo entre as notas; Dur N2 – duração da segunda nota; N° P Agr – número de pulsos da nota agressiva; Dur P Agr – duração dos pulsos da nota agressiva; Inter P Agr – intervalo entre pulsos da nota agressiva; Freq Dom – freqüência dominante do canto; Tx rept – taxa de repetição do canto; Intens – intensidade do canto.

| **Experimento 2 parte 1** | | **Anúncio** | **Agressivo** | **Misto** |
|---|---|---|---|---|
| **Dur Canto** | F | **3,18** | 0,86 | 0,24 |
| | p | **0,01** | 0,54 | 0,96 |
| **Dur Nota** | F | 0,17 | 0,86 | 0,46 |
| | p | 0,91 | 0,54 | 0,83 |
| **N° pulsos** | F | 0,11 | 0,42 | 0,92 |
| | p | 1,00 | 0,86 | 0,50 |
| **Dur P1** | F | 0,60 | 0,39 | 0,40 |
| | p | 0,73 | 0,88 | 0,87 |
| **Inter P1 P2** | F | x | 0,63 | X |
| | P | x | 0,70 | X |
| **Dur P** | F | 0,91 | | 1,22 |
| | P | 0,50 | | 0,33 |
| **Inter P** | F | 0,92 | | 1,82 |
| | P | 0,49 | | 0,13 |
| **Inter Notas** | F | | | 1,04 |
| | P | | | 0,42 |
| **Dur N2** | F | | | 0,13 |
| | p | | | 0,99 |
| **N° P Agr** | F | | | 0,34 |
| | p | | | 0,91 |
| **Dur P Agr** | F | | | 1,16 |
| | p | | | 0,36 |
| **Inter P Agr** | F | | | 1,22 |
| | p | | | 0,33 |
| **Freq Dom** | F | **3,47** | 1,42 | 0,73 |
| | p | **<0,01** | 0,25 | 0,63 |
| **Tx Rept** | F | 1,09 | **2,73** | **7,67** |
| | p | 0,38 | **0,02** | **<0,01** |
| **Intens** | F | 1,27 | **3,77** | 0,37 |
| | p | 0,29 | **0,01** | 0,89 |

Machos de *Hypsiboas bischoffi* responderam ao *playback* de cantos de anúncio aumentando as taxas de repetição dos cantos mistos (F=7,67; p<0,01). Durante as fases de play 1, play 2, play 3 e play 4 não ocorreu alteração na taxa de repetição de cantos mistos em relação à fase pré e pós. Durante o play 5, fase com estímulo dado a uma maior taxa de repetição, os machos responderam com

aumento da taxa de repetição de cantos mistos (ver Tabela 8). A taxa de repetição de cantos agressivos diminuiu (F=2,73; p=0,02) na fase 4 do experimento (play 4) em relação às taxas de repetição dos cantos agressivos emitidos durante o pré (Q=4,38; p=0,04) e o pós *playback* (Q=4,38; p=0,04) (Figura 6).

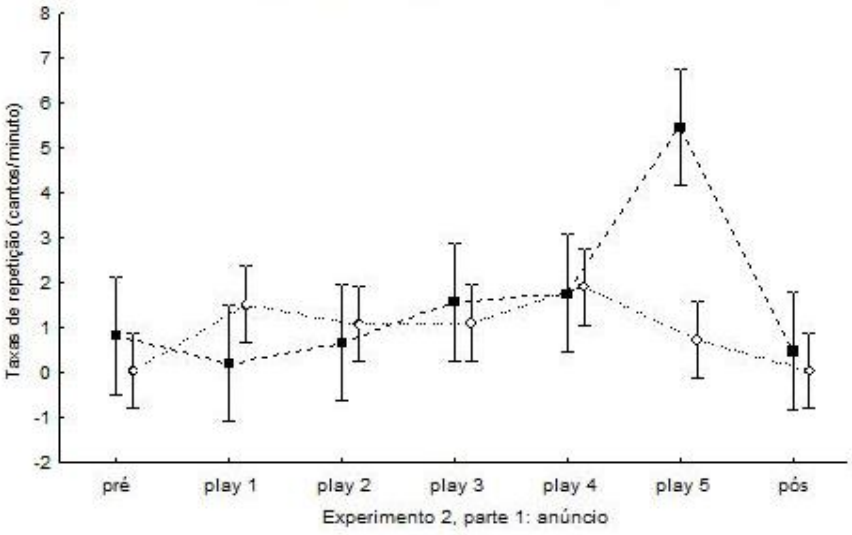


Figura 6 – Variação na taxa de repetição de cantos mistos (quadrados) e de cantos agressivos (círculos abertos) emitidos por machos de *Hypsiboas bischoffi* em xa resposta ao *playback* de cantos de anúncio. Barras verticais representam 95% de intervalo de confiança.

Tabela 8 – Efeito do experimento 2, parte 1, com taxa de repetição crescente de canto de anúncio, sobre os cantos mistos.

| **Misto** | **Pré** | | **play1** | | **play2** | | **play3** | | **play4** | | **pós** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Q** | **p** | **Q** | **p** | **Q** | **p** | **Q** | **p** | **Q** | **p** | **Q** | **p** |
| **play5** | 7,10 | <0,01 | 8,05 | <0,01 | 7,35 | <0,01 | 5,98 | <0,01 | 5,66 | <0,01 | 7,64 | <0,01 |

Ainda em resposta ao *playback* de cantos de anúncio, ocorreu aumento crescente na intensidade dos cantos agressivos emitidos da fase pré até o play 4. Os cantos emitidos em resposta ao play 5, fase com estímulo a uma maior taxa de repetição, apresentaram intensidade semelhante à da fase anterior (pré) e à posterior (pós) ao estímulo (F=3,77; p=0,01), como pode ser visto na Figura 7.

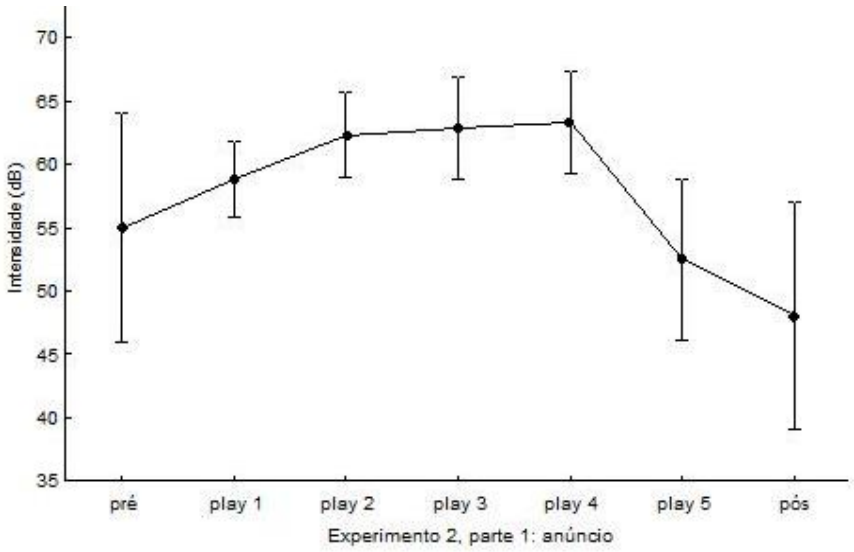


Figura 7 – Aumento na intensidade de cantos agressivos (F=3,77; p=0,01) de *Hypsiboas bischoffi* em resposta ao *playback* de cantos de anúncio. Barras verticais representam 95% de intervalo de confiança.

Não ocorreu variação nos parâmetros acústicos de cantos de anúncio, mistos ou agressivos em resposta ao *playback* de cantos agressivos. Em resposta aos cantos agressivos, dos cinco machos testados, apenas um respondeu emitindo uma vocalização de anúncio durante o *playback*. Outro indivíduo emitiu um canto agressivo e nenhum dos machos observados respondeu com canto misto.

### 3.2.2. Número de notas no canto

Foi verificado aumento progressivo na taxa de repetição de cantos com duas notas (anúncio com duas notas e misto) durante as fases de *playback* de canto de anúncio (Tabela 9). A maior taxa de repetição foi emitida em resposta à fase do *playback* com maior taxa de repetição (play 5). No pós *playback*, a taxa de repetição de cantos com duas notas foi semelhante à registrada no período anterior ao *playback* (pré) (F=4,96 p<0,01), o que pode ser visto na Figura 8. Esse resultado corrobora parcialmente a predição 2 da hipótese ii.

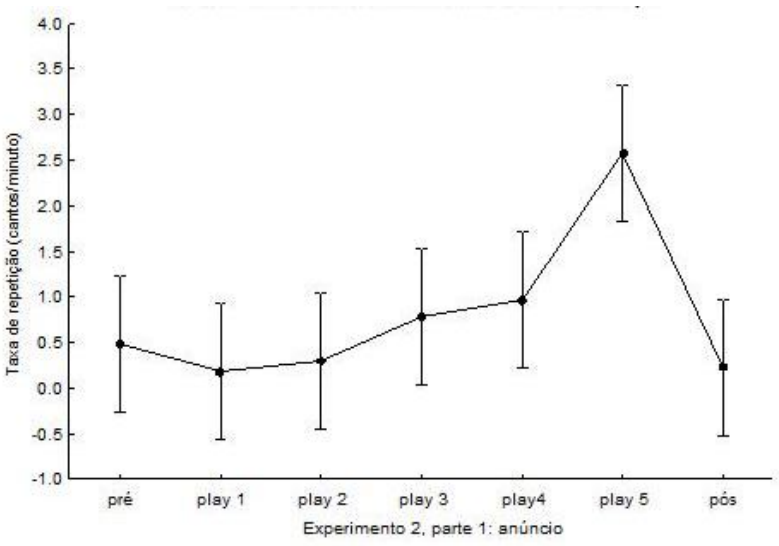


Figura 8 – Aumento na taxa de repetição de cantos com duas notas emitidos por *Hypsiboas bischoffi* (F=4,96 p<0,01) em reposta ao *playback* de cantos de anúncio. Barras verticais representam 95% de intervalo de confiança.

Tabela 9 – Resultados de ANOVA para parâmetros acústicos dos cantos com uma, duas ou três notas emitidos em resposta a *playback* de cantos de anúncio. Parâmetros analisados: Dur Canto - duração do canto; e Tx rept – taxa de repetição do canto.

| **Exp. 2 parte 1** | | **1 nota** | **2 notas** | **3 notas** |
|---|---|---|---|---|
| **Dur Canto** | F | 2,00 | 0,35 | 1,06 |
| | p | 0,08 | 0,91 | 0,48 |
| **Tx Rept** | F | 0,70 | **4,96** | 1,85 |
| | p | 0,65 | **<0,01** | 0,10 |

Em resposta ao *playback* de cantos agressivos ocorreu diminuição na taxa de repetição de cantos com uma nota. A taxa de repetição do período pós-experimento foi maior que a observada durante o *playback*, mas inferior à registrada no período de pré-*playback* (F=4,77; p<0,01), como pode ser visto na Figura 9. No entanto, durante o *playback* de cantos agressivos nenhum canto agressivo foi emitido e a resposta encontrada para cantos com uma nota (agressivo + anúncio) equivale àquela vista nos cantos de anúncio emitidos em resposta a este experimento. Durante esse experimento, nenhum macho emitiu cantos com duas ou com três notas.

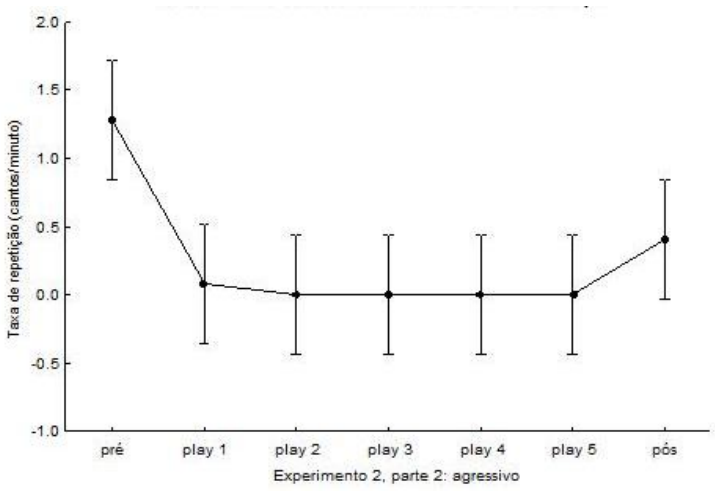


Figura 9 – Diminuição na taxa de repetição de cantos com uma nota emitidos por *Hypsiboas bischoffi* (F=4,77; p<0,01) em resposta ao *playback* de canto territorial. Barras verticais representam 95% de intervalo de confiança.

# 4. DISCUSSÃO

## 4.1. EXPERIMENTO 1: variação da intensidade

A simulação de aproximação de um macho emitindo cantos de anúncio através do experimento 1 não provocou resposta dos machos testados. Esse resultado refuta a primeira predição da hipótese i.

Talvez o limiar para causar a emissão de cantos agressivos fosse mais alto por haver poucos machos cantando na mesma noite e bastantes distantes uns dos outros. Contrariamente, em *Hyla regilla* machos vocalizando em noites com menores densidades no coro e maior distancia entre indivíduos diminuem o limiar para cantos agressivos (Brenowitz & Rose, 1994).

Outra explicação para a ausência de resposta, que não implica em descartar a primeira, é que, talvez mesmo com a chegada de um intruso muito próximo, ainda compensaria investir em cantos de anúncio sem aumentar a quantidade de cantos agressivos, uma vez que os machos de *Hypsiboas bischoffi* estudados estavam em coros pequenos. Em outra espécie de Hylidae, *Dendropsophus microcephalus*, mesmo em coros maiores os machos emitiram apenas cantos sem notas agressivas, suportando os machos ao seu redor e evitando o confronto (Schwartz & Wells, 1985). Os machos dessa espécie só emitiram cantos agressivos quando outros machos também os emitiram (Schwartz & Wells, 1985). Em *Pseudacris crucifer* e *Hyla regilla*, machos aumentam o limiar que suscita resposta agressiva quando sob influência de *playbacks* de anúncio a maiores intensidades, respondendo com uma acomodação temporária (Brenowitz & Rose, 1994; Marshall; Humfeld & Bee, 2003) e evitando o confronto.

Sendo que fêmeas de várias espécies preferem cantos de anúncio a cantos agressivos (Marshal, Humfeld & Bee, 2003), a sinalização agressiva tem custo alto e parece ser evitada por machos, que sofrem pressão de seleção sexual para a formação de coro (Marshall; Humfeld & Bee, 2003).

Além disso, em *H. bischoffi* é provável que a freqüência dominante não contenha informações sobre tamanho do macho e as fêmeas os escolham pelo sítio reprodutivo ou por outras características do macho não expressadas nas vocalizações. Dessa maneira, o canto serviria para que ele fosse localizado e, em baixas densidade de machos, isso seria possível mesmo com outro macho

vocalizando próximo, desde que com menor taxa de repetição, de maneira a possibilitar alternância entre os seus cantos.

Machos de *Hypsiboas bischoffi*, de outra população, efetuaram sinalizações visuais, emitiram cantos de briga e realizaram confronto físico (Toledo *et al.*, 2007) apenas em populações com maiores densidades, evidenciando que evitam comportamento agressivo, manifestando-o apenas em situações extremas. Os indivíduos de *Hypsiboas bischoffi* estudados responderam ao *playback* de cantos agressivos que apresentava aumento progressivo da intensidade. Os machos submetidos à esse experimento responderam com uma diminuição na taxa de repetição de cantos de anúncio. No entanto, não foi verificado aumento na taxa de repetição de cantos agressivos nem de cantos mistos em resposta à esse *playback*, refutando a predição 2 da hipótese ii.

Esse resultado é inesperado, pois em várias espécies ocorre resposta agressiva à *playback* de cantos agressivos. Um exemplo é *Acris crepitans*, que responde com aumento no número de cantos em grupos, aumenta a duração dos grupos de cantos e diminui a taxa de repetição desses cantos no grupo (Burmeister, Wilczynski & Ryan, 1999). Em *Lithobates virgatipes* em que ocorre diminuição no número de notas e no número de cantos de anúncio, sendo aumentada a taxa de emissão de cantos agressivos, com uma nota. (Given, 1987).

Em *Hypsiboas bischoffi*, embora não tenha sido verificado um aumento na taxa de repetição de cantos com duas notas em resposta ao *playback* de cantos agressivos, a relação entre taxa de repetição de cantos com duas notas e taxa de repetição de cantos com uma nota aumenta. Isso ocorreu pois a taxa de repetição de cantos com uma nota (cantos de anúncio com uma nota + cantos agressivos) diminuiu durante esse experimento. Dessa forma, o número de cantos mistos e de cantos de anúncio com duas notas torna-se maior que o de cantos de anúncio e agressivos. Também em outras espécies machos investem em maior complexidade do canto quando em disputa vocal (Arak, 1983a; Schwartz & Wells, 1985; Wagner, 1989; Stewart & Bishop, 1994; Martins & Jim, 2003; Martins & Jim, 2004). Fêmeas de algumas espécies preferem cantos com maior número de notas (Arak, 1983a; Schwartz & Wells, 1985). Os cantos compostos servem também como indicador de maior investimento do macho, facilitando sua localização por fêmeas e atende, através dos cantos mistos, a demandas conflitantes e excludentes de atrair fêmeas e repelir machos (Wells, 1988).

A diminuição no intervalo entre pulsos de cantos agressivos durante o *playback* de cantos mistos não teve como conseqüência o aumento na taxa de repetição de cantos agressivos, conforme o proposto pela predição 2 da hipótese ii. *Acris crepitans* responde a *playback* de maneira oposta àquela dada por *Hypsiboas bischoffi*: machos responderam aos *playbacks* aumentando o intervalo entre cantos (Burmeister, Wilczynski & Ryan, 1999).

Diferentemente do encontrado em *Hypsiboas bischoffi* e *Acris crepitans* (Burmeister, Wilczynski & Ryan, 1999), em *Lithobates virgatipes* os machos respondem mais aos *playbacks* de maior intensidade, independentemente do número de notas ou do tipo do estímulo (agressivo com uma nota ou multi-notas ou anúncio). Isso talvez ocorra porque, em *Lithobates virgatipes*, fêmeas prefiram machos com cantos de maior amplitude, como o que é encontrado em *Phillautus leucorhinus* (Arak, 1983).

## 4.2. EXPERIMENTO 2: variação da taxa de repetição

O aumento na duração dos cantos de anúncio ocorrida durante o play 5 do *playback* de cantos de anúncio contraria parcialmente a predição 1 da hipótese ii, mas não é reflexo da diminuição na taxa de repetição de cantos de anúncio. Ao contrário, durante essa fase do *playback* ocorre aumento na taxa de repetição de cantos de anúncio. Assim, machos de *H. bischoffi* parecem investir em maior número de cantos e em cantos mais longos em resposta à intruso emitindo alta taxa de repetição. Em pelo menos mais duas espécies ocorre aumento na duração do canto como resposta a confronto vocal: *Pelodytes ibericus* (Márquez, Pargana & Crespo, 2001) e em *Hyla versicolor* (Wells & Taigen, 1986). No entanto, em *Hyla versicolor* o aumento na duração do canto implica em diminuição na sua taxa de emissão, o que não ocorre em *Hypsiboas bischoffi*. *Hypsiboas bischoffi* é capaz de aumentar a duração de seu canto de anúncio e ainda assim aumentar a taxa de emissão dessa vocalização. Uma vez que a taxa de repetição é relacionada à custo energético (Bosch & Márquez, 1996), é provável que antes do estímulo a atividade de vocalização de *Hypsiboas bischoffi* não estivesse no limite máximo de gasto de energia.

Durante a fase 5 do *playback*, com cantos de anúncio emitidos a maior taxa de repetição, machos de *Hypsiboas bischoffi* responderam aumentando taxa de

repetição de cantos mistos e diminuindo a de cantos agressivos. Assim, a resposta consistiu na adição de uma nota atrativa “A”, ao canto agressivo, composto por uma nota “B”, repelente a machos, formando então o canto misto. No entanto, não ocorreu aumento na intensidade dos cantos de anúncio conforme o esperado, mas sim aumento na intensidade de cantos agressivos emitidos em resposta aos cantos de anúncio. Esse aumento na intensidade ocorreu até o play 4. Durante o play 5, com o estímulo emitido à maior taxa de repetição, o investimento parece ter deixado de ser em intensidade de cantos agressivos, passando a ser dispensado com aumento na taxa de repetição de cantos de anúncio e mistos. Além disso, ocorreu aumento na emissão de cantos com duas notas (anúncios duplos e mistos).

Dessa maneira, apesar de diminuir a taxa de cantos agressivos, passam a responder à demanda de confrontar o macho intruso, através da nota “B” agressiva do canto misto emitida em seqüência à nota “A” atrativa para fêmeas. Além de ser conhecido que fêmeas preferem cantos com maior número de notas (Arak, 1983a; Schwartz & Wells, 1985) e cantos a maiores taxas de repetição (Given, 1987; Jennions *et al.*, 1995; Bosch & Márquez, 1996), cantos mistos servem tanto para a atração de fêmeas quanto para repelir machos, equilibrando essas duas demandas (Wells, 1988). Tais resultados corroboram parcialmente a predição 1 da hipótese ii e indicam investimento do macho em se tornar mais conspícuo à fêmeas, provavelmente porque o intruso simulado pelo *playback* emite apenas cantos atrativos. Em *Alytes obstetricans* e *A. cisternasii* ocorre aumento da taxa de repetição em resposta à *playback* com duas taxas de repetição diferentes (Bosch & Márquez, 1996). Esse acréscimo ocorre para aumentar a atração do macho a fêmeas, uma vez que não indica agressividade pois machos ficam muito próximos sem entrar em confronto direto (luta). Também em *Hyla regilla* o aumento na taxa de repetição tem função de aumentar as chances de ser ouvido por fêmeas (Awbrey, 1978).

Em resposta ao *playback* de cantos agressivos ocorreu diminuição na taxa de repetição de cantos com uma nota (anúncio com uma nota + agressivo). Assim, a relação entre cantos com duas notas e cantos com uma nota emitidos aumenta, o que torna os machos mais conspícuos, ressaltando o sinal de anúncio com duas notas ou o misto. Em *Philautus leucorhinus* também ocorre diminuição de cantos com uma nota durante *playback* e a proporção de cantos com mais de uma nota sofre um acréscimo (Arak, 1983).

Em algumas espécies o limiar para suscitar canto agressivo é do tipo tudo ou nada (e. g. em *Rana esculenta* e *Lithobates berlandieri*, Wagner, 1989). Todavia, há espécies que apresentam comportamento agressivo gradativo, como *Hypsiboas bischoffi* (Arak, 1983a; Wagner, 1989; Rose & Brenowitz, 1997). Por ser comportamento amplamente distribuído, provavelmente evoluiu cedo na linhagem de Anura, como resposta a pressões seletivas semelhantes (Arak, 1983a). Provavelmente a resposta gradativa seja resposta às demandas conflitantes e excludentes de atração de fêmeas e repulsão de machos (Wells, 1988). Além disso, através do comportamento agressivo gradual o macho é capaz de indicar aumento na motivação para confronto direto (Arak, 1983a), sem a necessidade de se arriscar em luta.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A resposta de *Hypsiboas bischoffi* à aproximação de um intruso ou de um macho vocalizando a maiores taxas de vocalização é gradativa.

*Hypsiboas bischoffi* responde a machos intrusos de maneira gradativa, iniciando a interação com canto agressivo e adicionando-lhe notas “A”, atrativas a fêmeas.

Machos de *H. bischoffi*, ao serem estimulados pelas vocalizações, iniciam suas respostas com aumento da proporção de cantos agressivos em relação a cantos de anúncio, passando por aumento na taxa de repetição de cantos mistos, compostos, com conseqüente diminuição na taxa de cantos agressivos.

## 6. REFERÊNCIAS


Arak, A. 1983a. Vocal interactions, call mating and territoriality in a Sri Lankan treefrog, *Philautus leucorhinus* (Racophoridae). **Animal Behavior 31**: 292-302.

Arak, A. 1983b. Sexual selection by male−male competition in natterjack toad choruses. **Nature 306**: 261 – 262.

Awbrey, F. T. 1978. Social interaction among chorusing pacific tree frogs, *Hyla regilla*. **Copeia 2**: 208-214.

Ayre, D. J.; Coster, P.; Bailey, W. J. & Roberts, J. D. 1984. Calling tactics in *Crinia georgiana* (Anura: Myobatrachidae): alteration and variation in call duration.

Ayres, M., M. Ayres Jr.; D. L. Ayres & A. Assis. 2005. **BioEstat: Aplicações estatísticas nas áreas bio-médicas**. Versão 4.0. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, MCT – CNPq.

Bosch, J. & R. Márquez. 1996. Acoustic competition in male midwife toads *Alytes obstetricans* and *Alytes cisternasii*: response to neighbor size and calling rate. Implications for female choice. **Ethology 102**: 841-855.

Brenowitz, E. A. 1989. Neighbor call amplitude influences aggressive behavior and intermale spacing in choruses of th epacif treefrog (*Hyla regilla*). **Ethology 83**: 69-79.

Brenowitz, E. A.. & G. J. Rose. 1994. Behavioural plasticity mediates aggression in choruses of the Pacific treefrog. **Animal Behaviour 47**: 633-641.

Burmeister, S.; W. Wilczynski & M. J. Ryan. 1999. Temporal call changes and prior experience affect graded signalling in the cricket frog. **Animal Behaviour 57**: 611-618.

Donnelly, M. A.; C. Guyer ; J. E. Juterbock & R. A. Alford. 2001. Técnicas para marcar anfíbios, p. 267-273. *In*: W. R. Heyer; M. A. Donnelly; R. W. McDiarmid; L. C. Hayek & M. S. Foster (Eds.). Medición y monitoreo de la diversidad biológica: Métodos estandarizados para anfíbios, Chubut, Editorial Universitária de la Patagonia, XXVIII+349p.

Given, M. F. 1987. Vocalizations and acoustic interactions of the carpenter frog, *Rana virgatipes*. **Herpetologica 43** (4): 467-481.

Grafe, T. U. 2003. Synchronized interdigitated calling in the Kuvangu running frog, *Kassina kuvangensis*. **Animal Behaviour 66**: 127-136.

Jennions, M. D.; Bishop, P. J.; Backwell, P. R.Y. & Passmore, N. I. 1995. Call rate variability and female choice in the African frog, *Hyperolius marmoratus*. **Behaviour 132**(9-10): 709-720.

Littlejohn, M. J.. 2001. Patterns of differentiation in temporal properties of acoustic signals of anurans. *In*: Ryan, M. J. (Ed.) Anuran Communication. Smithsonian Institution Press. p.102-120.

Marshall, V. T.; S. C. Humfeld & M. A. Bee, 2003. Plasticity of aggressive signalling and its evolution in male spring peepers, *Pseudacris crucifer*. **Animal Behaviour 65**: 1223-1234.

Márquez, R.; Pargana, J. M.; & Crespo, E. G. 2001. Acoustic competition in male *Pelodytes ibericus* (Anura: Pelodytidae): interactive *playback* tests. **Copeia 4**: 1142-1150.

Martins, I. A. & J. Jim. 2003. Bioacoustic analysis of advertisement call in *Hyla nana* and *Hyla sanborni* (Anura, Hylidae) in Botucatu, São Paulo, **Brazilian Journal of Biology 63** (3): 507:516.

Martins, I. A. & J. Jim. 2004. Advertisement call of *Hyla jimi* and *Hyla elianeae* (Anura, Hylidae) in the Botucatu region , São Paulo, Brazil. **Brazilian Journal of Biology 64** (3B): 645-654.

Murphy, C. G. & S. B. Floyd. 2005. The effect of call amplitude on male spacing in choruses of barking treefrogs, *Hyla gratiosa*. **Animal Behaviour 69**: 419-426.

Rose, G. J.; Brenowitz, E. A. 1997. Plasticity of the aggressive thresholds in *Hyla regilla*: discrete accommodation to encounter calls. **Animal Behaviour, 53**: 353-361.

Schwartz, J. J. e Wells, K. D. 1985. Intra- and interespecific vocal behavior of the Neotropical treefrog *Hyla microcephala*. **Copeia 1**: 27-38.

Stewart, M. M.; & Bishop, P. J. 1994. Effects of increased sound level of advertisiment calls on calling male frogs, *Eleutherodactylus coqui*. **Journal of Herpetology 28**(1): 46-53.

Toledo, L. F.; O. G. S. Araújo; L. D. Guimarães; R. Lingnau & C. F. B. Haddad. 2007. Visual and acoustic signaling in three species of brazilian nocturnal tree frogs (Anura, Hylidae). **Phyllomedusa 6** (1): 61-68.

Wagner, W. E. Jr. 1992. Graded aggressive signals in Blanchard's cricket frog: vocal responses to opponent proximity and size. **Animal Behavior 38**: 1025-1038.

Wells, K. 1977. The Social behavior of anuran amphibians. **Animal Behavior 25**: 666-693.

Wells, K. D. 1988. The effect of social interactions on anuran vocal behavior, p. 433-454. *In*: B. Fritzsch; M. J. Ryan; W. Wilczynski; T. E. Hetherington & W. Walkowiak (Eds.). The evolution of the amphibian auditory system, John Wiley and Sons, New York.

Wells, K. D. & T. L. Taigen. 1986. Calling energetics of a neotropical treefrog, *Hyla microcephala*. **Behavioral Ecology and Sociobiology 25**: 13-22.

Wilczynski e Brenowitz, 1988. Acoustic cues mediate inter-male spacing in a neotropical frog. **Animal Behaviour 36**: 1054-1063.