
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(ÁREA DE ZOOLOGIA)

Biologia reprodutiva de *Hypsiboas lundii* (Anura, Hylidae) em um fragmento de Cerrado no sudoeste de Minas Gerais

CILENE CRISTINA MATHIAS MAZZARELLI

Dissertação/tese apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Zooologia).

Agosto - 2015

CILENE CRISTINA MATHIAS MAZZARELLI

Biologia reprodutiva de *Hypsiboas lundii* (Anura,
Hylidae) em um fragmento de Cerrado no sudoeste de
Minas Gerais

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do
Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista
Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas
(Zoologia).

Orientadora: Dra. Cynthia Peralta de Almeida Prado

Rio Claro, São Paulo

Agosto 2015

597.8 Mazzarelli, Cilene
M477b Biologia reprodutiva de *Hypsiboas lundii* (Anura,
Hylidae) em um fragmento de cerrado no sudoeste de Minas
Gerais / Cilene Mazzarelli. - Rio Claro, 2015
62 f. : il., figs., gráfs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Cynthia Peralta de Almeida Prado

1. Anuro. 2. Comportamento reprodutivo. 3. Atividade de
vocalização. 4. Esforço reprodutivo. 5. Amphibia. I. Título.

CILENE CRISTINA MATHIAS MAZZARELLI

Biologia reprodutiva de *Hypsiboas lundii* (Anura,
Hylidae) em um fragmento de Cerrado no sudoeste de
Minas Gerais

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biotecnologia do *Campus* de Rio Claro,
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Filho, como parte dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em Ciências Biológicas
(Zoologia).

Comissão examinadora:

Prof. Dra. Cynthia Peralta de Almeida Prado (orientadora)

Prof. Dra. Denise de Cerqueira Rossa-Feres

Prof. Dra. Cinthia Aguirre Brasileiro

Rio Claro, 20 de agosto de 2015

AGRADECIMENTOS

Primeiro e, principalmente, a Cynthia Prado, pelo grande aprendizado ao longo desses dois anos, pelo apoio, e por participar tão ativamente desse crescimento pessoal e profissional. Aos companheiros de laboratório, Natália e Renato, pelos conselhos, auxílio, preocupação durante todo o processo e, principalmente, ao Renato por todas as sugestões durante a confecção do trabalho. Tem um pouco de cada um de vocês neste trabalho.

Às parceiríssimas de campo e amigas Marília e Luíza, que sempre estiveram presentes para rir e chorar juntas nas horas de javali, tensão de qualificação ou para comemorar quando finalmente tudo dava certo. Podem ter certeza de que vocês tornaram tudo muito mais fácil, leve e divertido, e foi um grande prazer dividir essa jornada com vocês. Principalmente a Luíza, que participou tanto e me ajudou imensamente nos últimos momentos, seja auxiliando nos pequenos detalhes ou nos ápices de estresse. Um agradecimento também aos amigos de Rio Claro, conquistados durante as visitas e disciplinas, tornando minhas viagens muito mais divertidas e compensadoras.

Ao Célio Haddad por ter aberto as portas do laboratório e ao Jaime Somera, por ter se dedicado a desenhar o comportamento de corte, e por ter realizado tal tarefa de modo tão competente.

Ao Danilo e dona Vani, donos da fazenda Nascente das Gerais, por permitirem a realização das coletas, por serem tão hospitaleiros e interessados no trabalho, não esquecendo a maravilhosa comida mineira da dona Vani que tornavam as coletas tão esperadas todos os meses.

A todos os ajudantes de campo, Bruno Piato, Jesus, Amanda Santos, João Galharde, Isabela Correa e Rubens Turin, os quais colaboraram muito, não só com ajuda física, mas com seus pontos de vista diferentes e sugestões para enriquecimento do trabalho. Provavelmente esqueci de alguém, mas com certeza a ajuda de vocês foi muito importante para a concretização deste lindo trabalho.

Aos meus irmãos Carlos Henrique e Cibele, minha sobrinha Ana Beatriz e meus cunhados Camila e Gustavo, por sempre cuidarem de mim mesmo em meio a brincadeiras; pelo apoio, não só durante o mestrado mas durante toda minha vida. Um agradecimento muito especial para meu pai Napoleão e minha mãe Miriam, pela preocupação durante os períodos de coleta, pelo amor incondicional, pelos carinhos constantes, mesmo de longe, pelas preces e pelo auxílio psicológico o tempo todo. Mesmo não estando sempre por perto, tudo que faço é porque tenho uma base tão sólida que me

permitiu sempre voar mais alto e lutar pelos meus sonhos. Todos vocês sempre foram meu porto seguro e eu sou quem sou devido à existência de cada um de vocês.

Às amigas Rafaella Carvalho, Andrezza Fernandes e Amanda Santos, por serem exatamente como são e representarem tanto para mim, por aguentarem a chatice, os desabafos e sempre estarem presentes para uma boa conversa, uma noite culinária ou simplesmente rir das coisas mais simples. Vocês são a segunda família que a vida me deu e eu agradeço imensamente todos os dias por isso.

Ao CNPq e FAPESP, pelas bolsas concedidas e apoio financeiro, e por acreditarem no trabalho e torná-lo possível. Ao ICMBio, pela concessão de licença para coletas, e ao INMET, pela disponibilização de dados meteorológicos da área de estudo.

E, o mais importante, aos sapos e pererecas, por encantarem as lagoas e os riachos, e por terem tornado o desenvolvimento deste trabalho algo tão satisfatório!

“O primeiro dever da inteligência é duvidar dela mesma”

Albert Einstein

SUMÁRIO

Resumo	8
Abstract.....	9
Introdução Geral.....	10
Referências	18
CAPÍTULO 1: BIOLOGIA REPRODUTIVA DE <i>HYPISIBOAS LUNDII</i> (ANURA, HYLIDAE) EM UM FRAGMENTO DE CERRADO NO SUDOESTE DE MINAS GERAIS	22
Resumo	23
Abstract.....	24
Introdução.....	25
Objetivos Específicos	26
Material e Métodos.....	26
Resultados.....	31
Discussão.....	46
Referências	56
Conclusões Gerais	62

RESUMO

Atualmente são descritas aproximadamente 7390 espécies de anfíbios no mundo, com o Brasil detendo uma grande diversidade de espécies: 1026 espécies de anfíbios, das quais 988 são anuros. A distribuição e reprodução das espécies são muito influenciadas pelas condições climáticas locais. Nos trópicos sazonais as espécies apresentam um padrão temporal de reprodução mais associado à estação chuvosa, enquanto que em locais mais estáveis, como florestas chuvosas, a reprodução sofre maior influência da temperatura. Há diversas estratégias adotadas pelas espécies de anuros a fim de maximizar seu sucesso reprodutivo, as quais estão relacionadas com o padrão temporal de reprodução. As espécies consideradas explosivas se reproduzem em um curto espaço de tempo, e a competição entre machos é mais intensa do que quando comparada às espécies de reprodução prolongada. Além disso, é comum os anuros alterarem as estratégias de acordo com o contexto social, como em interações agressivas e de corte, as quais podem envolver muitos tipos de estímulos, tais como acústicos, táteis, químicos e visuais. O presente estudo foi desenvolvido em uma área de Cerrado, uma formação que abrange uma grande diversidade de fitofisionomias, desde campos até matas. Descrevemos aqui a biologia reprodutiva do hilídeo *Hypsiboas lundii*, uma espécie amplamente distribuída pelo Cerrado, com ciclo de vida restrito à matas de galeria. As observações foram mensais entre out/2013 e jan/2015, no município de Sacramento, Minas Gerais. A espécie apresentou reprodução prolongada, com os machos vocalizando de outubro/2013 a maio/2014, e em dez/2014 e jan/2015, predominantemente sobre o solo. A espécie apresentou comportamento de corte complexo, envolvendo sinais acústicos e táteis. As desovas foram depositadas, principalmente, em depressões às margens de riachos, as quais foram previamente vistoriadas pela fêmea e, posteriormente ao amplexo, arrumadas por elas. Interações agressivas entre machos envolveram emissão de canto territorial e duelos vocais. Descrevemos também os cantos de anúncio, corte e territorial, os quais puderam ser diferenciados, principalmente, pela duração da nota e intensidade.

Palavras-chave: Amphibia; comportamento reprodutivo; atividade de vocalização; mata de galeria; uso do microhabitat

ABSTRACT

Currently, approximately 7390 amphibian species are known in the world, with a great diversity in Brazil: 1026 amphibians, of which 988 are anuran species. Distribution and reproduction of species are greatly influenced by local climatic conditions. In the seasonal tropics, species exhibit a temporal reproductive pattern more associated to the rainy season, while in more stable regions, such as tropical rain forests, reproduction is more influenced by the temperature. Anuran species adopt a variety of strategies to maximize reproductive success, which are related to the temporal reproductive pattern. Explosive species reproduce in a short period of time, and competition among males is more intense compared to prolonged breeding species. Moreover, anurans commonly change strategies according to social contexts, such as aggressive interactions or courtship, which may involve many stimuli types, such as acoustic, tactile, chemical and visual. The present study was conducted in the Cerrado, a formation composed by many different types of phytophysionomies, from grassfields to forests. We describe the reproductive biology of the hyloid frog *Hypsiboas lundii*, a species widely distributed throughout the Cerrado with a life cycle associated to streams. Observations were monthly between Oct/2013 and Jan/2015, in the municipality of Sacramento, Minas Gerais state. The species exhibited a prolonged reproductive pattern, with males calling from Oct/2013 to May/2014, and in Dec/2014 and Jan/2015, predominantly from the ground. Courtship behavior was complex, involving acoustic and tactile signals. Clutches were deposited mainly in depressions at the stream banks, which were previously inspected by females and, after amplexus, enhanced by them. Aggressive interactions involved territorial call emission and vocal duels. We also describe advertisement, courtship and territorial calls, which were mainly differentiated by note duration and intensity.

Keywords: Amphibia; reproductive behavior; calling activity; gallery forest; habitat use

INTRODUÇÃO GERAL

No mundo existem 7391 espécies de anfíbios (Frost, 2015), e o Brasil se encontra em uma posição de grande destaque de biodiversidade, com 1026 espécies, dentre essas 988 são anuros (Segalla et al., 2014). A riqueza e distribuição destes animais é fortemente influenciada por fatores abióticos, principalmente a precipitação (Duellman & Trueb, 1994; Heyer et al., 1994). Em regiões tropicais que apresentam estação seca, o padrão de precipitação determina a reprodução da maioria das espécies e faz com que os anuros tropicais se tornem muito dependentes deste fator climático (Aichinger, 1987). Portanto, as espécies mais dependentes de fatores climáticos são as que se reproduzem em ambientes mais instáveis e imprevisíveis, como poças temporárias, em comparação com ambientes mais estáveis como florestas, e sua reprodução é mais restrita a estação chuvosa (Bertoluci & Rodrigues 2002; Brasileiro et al., 2005; Kopp & Eterovick, 2006). Em contrapartida, em ambientes não sazonais, como florestas tropicais chuvosas, se observa que uma maior proporção de espécies apresenta reprodução prolongada (Crump, 1974).

O Cerrado é o segundo maior domínio morfoclimático brasileiro, com clima predominantemente sazonal e grande diversidade de fitofisionomias com características próprias, tais como mata de galeria, cerradão, campos, entre outros (Almeida, 1998). A mata de galeria é a fitofisionomia na qual este estudo se desenvolveu, e se refere à vegetação florestal que acompanha rios de pequeno porte e córregos. Estas matas possuem fisionomia perene; altura média de 20 a 30 m, havendo superposição de copas; alta umidade relativa até nos meses mais secos e existência de espécies epífitas. Além disso, a mata de galeria é importante na conservação da biodiversidade e proteção de recursos naturais (Brandão & Araújo, 2001). Já as formações abertas do Cerrado não abrigam uma grande diversidade de espécies de anuros e nem de modos reprodutivos devido a menor diversidade de microclimas e a baixa precipitação (Duellman & Trueb, 1994; Brasileiro et al., 2005).

Modos reprodutivos, oviposição e desova

O modo reprodutivo em anfíbios é definido segundo uma combinação de características, tais como sítio de oviposição, características do ovo, taxa e duração de desenvolvimento, estágio e tamanho dos recém-eclodidos e tipo de cuidado parental, se existir (Salthe & Duellman, 1973; Haddad & Prado, 2005). Atualmente existem 39 modos descritos para anuros, com novos modos tendo sido descritos nos últimos anos (e.g.,

Seshadri et al. 2014; Gururaja et al., 2014). Um componente importante do modo reprodutivo é o sítio de oviposição (Altig & Mcdiarmid, 2007). Estes englobam quatro categorias baseadas em componentes bióticos e condições do ambiente físico: associado aos pais, terrestre, semiterrestre ou aquático, sendo que os ovos semiterrestres são geralmente depositados adjacentes a uma fonte d'água, mas não submersos, como no caso de bacias naturais ou construídas. Este local pode ser temporário e os girinos podem ser levados para outro corpo d'água durante eventos de inundação (Altig & Mcdiarmid, 2007).

Os modos de oviposição determinam a forma da desova e disposição dos ovos, existindo atualmente cinco categorias: ovos independentes; arranjos tridimensionais; arranjos flutuantes (filme); ninhos de espuma e arranjos lineares (Altig & Mcdiarmid, 2007). O arranjo em filme compreende um arranjo bidimensional, que pode ser aderente ou não, possui camada constituída por massa gelatinosa que pode ser hidrofóbica, a qual faz com que os ovos flutuem na superfície da água, desde que não entrem em contato com a água no momento da oviposição. Os ovos em filme podem permanecer na superfície, parcialmente submersos ou submersos (Altig & Mcdiarmid, 2007).

Estratégias reprodutivas, sistemas de acasalamento e padrões temporais de reprodução

Para a escolha da estratégia reprodutiva, os indivíduos devem levar em consideração questões como: “quanto investir em reprodução?”, “quanto investir em cada ovo?” e “quando se reproduzir?” (Angelini & Ghiara, 1984), com o objetivo de produzir um maior número de descendentes viáveis, envolvendo, nesse processo, componentes fisiológicos, morfológicos e comportamentais. O sucesso destas estratégias e transmissão de genes para as gerações seguintes depende da localização do parceiro sexual, seleção do sítio de reprodução, fertilização dos ovos, desenvolvimento dos ovos e juvenis (Duellman & Trueb, 1994). As estratégias reprodutivas podem se diferenciar de acordo com o sexo e com o período reprodutivo da espécie. Nesse contexto das estratégias reprodutivas, os sistemas de acasalamento são estratégias comportamentais usadas para obter parceiros sexuais, levando em conta principalmente o número de parceiros sexuais e o modo no qual estes são adquiridos. Desta forma, os sistemas de acasalamento têm relação com o cuidado parental e seleção sexual (Reynolds, 1996).

Os sistemas de acasalamento podem ser afetados pela duração do período reprodutivo da espécie. Em anuros, o padrão temporal de atividade reprodutiva pode ser

classificado em explosivo ou prolongado, porém ambos representam extremos de um contínuo (Wells, 1977). O padrão temporal pode ser flexível e variar de acordo com fatores bióticos, tais como predação, competição e oportunidade de forrageamento, ou abióticos, como sazonalidade de chuva e permanência de corpos d'água (Wells, 2007). Em adição, o ciclo reprodutivo dos animais também sofre influências de controles hormonais, restrições ambientais, modo reprodutivo e cuidado parental (Duellman & Trueb, 1994). O padrão temporal de reprodução exibido pelas espécies apresenta diferenças nas táticas reprodutivas adotadas, com as espécies de reprodução explosiva podendo exibir as seguintes características (Wells, 2007):

- Fêmeas sem muitas chances de escolha do macho, pois o principal fator que influencia no sucesso reprodutivo é a competição entre machos, devido a sua alta densidade;
- Alocação de energia rápida e gasta em curto espaço de tempo, podendo exaurir as reservas do animal, pois as fêmeas não ficam por muito tempo no sítio de reprodução;
- Estratégias adotadas pelos machos: busca ativa e disputa por fêmeas.

No caso das espécies de reprodução prolongada, estas exibem estratégias diferenciadas, como (Wells, 2007):

- Fêmeas chegam ao sítio de reprodução assincronicamente;
- Menor competição entre machos por fêmeas;
- Fêmeas escolhem os machos, analisando suas qualidades e território;
- Reservas energéticas devem durar, principalmente se o sucesso reprodutivo do macho está relacionado com o tempo que este permanece no coro;
- Estratégias adotadas pelos machos visam poupar energia, como: postura satélite, com macho quieto perto de um macho cantor e capaz de interceptar fêmea que se aproxima do macho cantor; emissão de canto apenas quando há maiores chances da fêmea estar próxima; canto com espaçamentos silenciosos; possibilidade de deixar a área de reprodução para se alimentar.

O comportamento territorial é comum em anuros e ocorre principalmente em espécies de reprodução prolongada, podendo incluir interações acústicas e visuais;

posturas e combates físicos motivados pela competição por recursos, tais como sítio de canto, de desova ou parceiras sexuais (Costa, Guimarães & Bastos, 2010). A posse de um território de alta qualidade para reprodução pode aumentar a atratividade do macho e, conseqüentemente, seu sucesso reprodutivo (Wells, 1978).

Diversos autores buscam compreender as estratégias de acasalamento e o melhor modo de classificá-las (Reynolds, 1996; Wells, 2007; Zamudio & Chan, 2008). Acreditava-se que a habilidade dos machos em conseguir acasalamentos dependia apenas da disponibilidade de alimento e/ou parceiros, então as fêmeas se distribuíam no território e os machos competiam para dominá-los e, conseqüentemente adquirir parceiras (Emlen & Oring, 1977). Após anos de estudo, testes de paternidade revelaram acasalamentos múltiplos, que permitiram distinguir parceiros sociais de parceiros genéticos, assim como foram atribuídos custos e benefícios genéticos para as fêmeas, revelando que os sistemas de acasalamento são muito mais complexos do que se pensava anteriormente (Reynolds, 1996). Por exemplo, a competição por parceiros reprodutivos pode levar à evolução de táticas alternativas de acasalamento. Zamudio & Chan (2008) classificaram as estratégias reprodutivas alternativas em anfíbios, sugerindo duas categorias fenotípicas: (1) a que visa o aumento das chances de reprodução individual, adotando, por exemplo, postura satélite ou interceptando parceiras; (2) a que visa o aumento da fertilização, por meio de, por exemplo, pirataria de desova ou poliandria (Zamudio & Chan, 2008).

Dimorfismo sexual

O dimorfismo sexual é o resultado de processos evolutivos e diferentes pressões seletivas atuando sobre machos e fêmeas, devido a diferenças entre os sexos que maximizam o sucesso reprodutivo dos indivíduos (e.g., Slatkin, 1984; Katsikaros & Shine, 1997). Há duas pressões que levam ao dimorfismo sexual em tamanho, a seleção sexual e seleção natural, ambas influenciadas pelo padrão temporal de reprodução (Nali et al., 2014).

No geral, as fêmeas de, aproximadamente, 90% das espécies de anuros são maiores que machos em tamanho corporal, e há indícios de que fêmeas de espécies explosivas possuem maior vantagem na relação tamanho-fecundidade do que espécies prolongadas, o que pode ser explicado pelas menores chances de acasalamento na temporada reprodutiva (Nali et al., 2014). No entanto, pode haver diversas outras formas de dimorfismo sexual em anuros, tais como a presença de espinhos pré-policais em

machos (e.g., espécies do gênero *Hypsiboas*), utilizados em brigas territoriais que podem causar lesões graves no oponente (Wells, 2007), glândulas ou peptídeos responsáveis por atração sexual (Wabnitz et al., 2000; Poth et al., 2012; Starnberger et al., 2013), coloração, modificações na cloaca, almofadas nupciais (Willaert et al., 2013), tamanho do tímpano ou textura da pele (Duellman & Trueb, 1994).

Comunicação em anuros e o contexto reprodutivo

As estratégias reprodutivas adotadas visam maximizar o sucesso reprodutivo dos indivíduos, e para que isso ocorra devem ser considerados fatores como fertilização do ovócito, localização e estímulo do parceiro sexual (Duellman & Trueb, 1994). Tal estímulo ocorre por meio de sinais emitidos por um indivíduo capazes de promover uma alteração do comportamento do receptor (Hebets & Papaj, 2005) em situações como, por exemplo, a corte. O comportamento de corte em anuros se refere a interações entre fêmea e macho para avaliar o par antes do amplexo e da oviposição, e seu padrão geral e complexidade dependem da organização social, período reprodutivo e filogenia (Ovaska & Rand, 2001; Carvalho, Galdino & Nascimento, 2006). Estes comportamentos em anuros, geralmente, incluem estímulos químicos, táteis, sonoros e/ou visuais (Haddad & Giaretta, 1999; Haddad & Sawaya, 2000; Hebets & Papaj, 2005; Wells, 2007).

A vocalização em anuros é uma das características mais conspícuas e estudadas no grupo (Wells, 2007). A emissão de canto, em geral, impõe um grande gasto energético, elevando o consumo de oxigênio em mais de 25 vezes (Narins et al., 2006), muitas vezes comprometendo as reservas energéticas do macho. A comunicação acústica se iniciou cedo na história evolutiva dos anuros e possui grande importância na biologia reprodutiva e comportamento social dos animais (Martins & Jim, 2003) e, além disso, em anuros noturnos é a principal modalidade de comunicação (Reichert, 2013).

Anfíbios anuros possuem uma grande estrutura vocal, capaz de produzir uma grande variedade de sons, sendo essa comunicação vantajosa em diversos contextos, principalmente quando a comunicação visual é limitada (Haddad & Giaretta, 1999). Todavia, o meio ambiente representa um local multissensorial, fazendo com que a transmissão e recepção do som sejam muito influenciadas pelo meio (Reichert, 2013), principalmente por fatores como temperatura, umidade do ar, densidade da vegetação e interferência acústica (e.g., ruídos e vocalizações de outras espécies) (Duellman & Trueb, 1994).

As vocalizações medeiam o comportamento reprodutivo na maioria dos anuros, o que também é observado em aves e insetos (Gerhardt, 1994). O desenvolvimento e manutenção das vocalizações é andrógeno-dependente, e a prevalência dos cantos no macho se reflete em diferenças morfológicas da laringe e estruturas associadas, assim como músculos do tronco que promovem o fluxo do ar para a laringe. Ou seja, na maioria das espécies o comportamento vocal é restrito aos machos (Gerhardt, 1994).

Durante a vocalização, o objetivo principal dos machos é se sobressair aos competidores, atrair fêmeas, fertilizar ovos e transmitir seus genes. Para que atinjam esse objetivo, há uma série de estratégias, como comportamentos agressivos, cantos simples contendo apenas um tipo de nota ou compostos por mais de um tipo de nota (Narins et al., 2006). Para economizar energia, permanecer mais tempo vocalizando e aumentar seu sucesso reprodutivo, os machos alteram a vocalização de acordo com o contexto social e, muitas vezes, aumentam seu esforço vocal quando estão na presença de machos ou fêmeas (Gerhardt & Huber, 2002). Na presença da fêmea os machos exibem comportamentos únicos, tais como exibições ou canto de corte, o que indica que a modalidade sensorial visual estimula a produção desses comportamentos (Reichert, 2013).

Para cantos de anuros, Toledo e colaboradores (2014) dividiram uma grande diversidade de tipos de cantos existentes em três categorias: cantos reprodutivos, agressivos e de defesa, com a categoria agressiva muito relacionada a categoria reprodutiva. Alguns exemplos de cantos reprodutivos incluem o canto de anúncio e de corte, com o primeiro sendo o tipo de canto mais comumente ouvido, estudado e descrito, com a principal função de reconhecimento específico (Duellman & Trueb, 1994). Já o canto de corte, geralmente, possui a mesma estrutura do canto de anúncio, porém, com algumas mudanças nos parâmetros (e.g., taxa de emissão, número de pulsos, intensidade). O canto de corte muitas vezes é mais atrativo para a fêmea e pode alterar a velocidade na qual esta se aproxima do macho, como observado em *Hyla versicolor* (Reichert, 2013). O canto territorial foi incluído na categoria de cantos agressivos (Toledo et al., 2014) e não possui a função de reconhecimento específico, portanto é menos estereotipado e seus componentes temporais são muito mais variáveis em comparação ao canto de anúncio (Narins et al., 2006).

Uso do habitat no espaço e no tempo

O sítio de vocalização é o local de onde o macho emite seu canto, podendo estar relacionado à morfologia e tamanho do animal. Estes sítios podem ser analisados de diversas formas, como em relação ao tipo de corpo d'água existente ou vegetação (e.g., Bertoluci & Rodrigues, 2002; Dias et al., 2014).

O uso do microhabitat pode variar de acordo com o modo e comportamento reprodutivo da espécie (Wells, 2007). Outros fatores podem influenciar a escolha do habitat específico, tais como ontogenia, sexo, temperatura, vento, umidade e diferenças fisiológicas, como tolerância térmica e perda de água (Gondim et al., 2013), oportunidades de aquisição de alimento, refúgio, ou parceiros (Pyke & White, 1996). O uso do habitat e microhabitat, bem como dos recursos disponíveis, determinam a ocorrência e abundância de espécies, assim como a organização de comunidades (Toft, 1985).

Há três dimensões de nicho existentes: espacial, temporal e trófico, com o nicho trófico englobando questões como: “o que os animais comem?”, nicho temporal “quando estão ativos?” e nicho espacial “onde ocorrem/forrageiam?” (Pianka, 1974, 1981; Schoener, 1974; Toft, 1985). Por exemplo, quando se analisa a estratificação das espécies de anuros, os hilídeos ocupam uma maior gama da estratificação vegetal vertical devido a existência de discos adesivos (Cardoso, Andrade & Haddad, 1989). No entanto, atualmente observa-se uma lacuna de estudos sobre variações intraespecíficas, pois a maioria dos estudos sobre estratificação das espécies tem focado em comparações entre espécies dentro de uma comunidade (Melo, Rossa-Feres & Jim, 2007).

Hilídeos e a espécie de interesse

A família Hylidae contém, atualmente, 947 espécies descritas, distribuídas por quase todos os continentes (Frost, 2015). A tribo Cophomantini pertence à subfamília Hylinae e compreende os gêneros *Aplastodiscus*, *Bokermannohyla*, *Hypsiboas*, *Hyloscirtus* e *Myersiohyla* (Faivovich et al., 2005). O gênero *Hypsiboas* reúne 90 espécies (Frost, 2015), divididas em sete grupos (Faivovich et al., 2005). Espécies no grupo de *Hypsiboas faber* possuem um comportamento considerado como uma provável sinapomorfia do grupo, o qual é caracterizado pela construção de ninhos pelos machos (com exceção de *H. albomarginatus*) e contém as espécies: *H. crepitans*, *H. faber*, *H. lundii*, *H. albomarginatus*, *H. exastis*, *H. pardalis*, *H. pugnax*, *H. rosenbergi* (Faivovich et al., 2005). Este grupo, com algumas modificações, era anteriormente considerado parte

do grupo de *H. boans*, incluindo espécies comumente chamadas de “rãs gladiadoras” devido à existência de espinhos pré-policais utilizados em contextos de briga entre machos. Porém, como o grupo de espécies chamadas de “rãs gladiadoras” mostrou-se ser parafilético, estando o espinho presente em diversos outros clados, sugeriu-se restringir o nome “rãs gladiadoras” a apenas alguns clados de *Hypsiboas* proximamente relacionados, incluindo o grupo de *H. faber* (Faivovich et al., 2005).

Em relação à reprodução, os hilídeos apresentam uma grande diversidade de modos reprodutivos, atualmente 12 descritos, sendo que 11 são restritos a Mata Atlântica (Haddad & Sawaya, 2000). Esta diversidade está relacionada com o microhabitat de oviposição, pois os ovos podem ser depositados diretamente na água, em câmaras subterrâneas, até sobre folhas suspensas na vegetação sobre a água. (Duellman & Trueb, 1994; Haddad & Prado, 2005; Wells, 2007). O gênero *Hypsiboas* compreende dois modos reprodutivos conhecidos: (1) desova depositada diretamente na água e larvas aquáticas exotróficas (modo 1); ou (2) ovos depositados em bacias naturais ou construídas e girinos exotróficos em ambiente lântico ou lótico (modo 4; *sensu* Haddad & Prado 2005). No entanto, casais de *H. pardalis* já foram observados desovando em bromélias terrestres, se assemelhando ao modo reprodutivo 6, no qual ovos são depositados em plantas aéreas (Moura, Motta & Feio, 2011). Este fato demonstra que as espécies de *Hypsiboas* podem exibir modos alternativos, ou até modos novos ainda não descritos (Toledo et al., 2012).

A espécie aqui estudada, *H. lundii*, foi descrita de Lagoa Santa, no estado de Minas Gerais, e ocorre nas áreas de Cerrado no centro leste do Brasil (Frost, 2015), mas também é encontrada em áreas de ecótono entre Cerrado e Mata Atlântica (Araújo et al., 2009). Esta é uma espécie que se reproduz em riachos de mata (Oda et al., 2009) e apresenta o modo reprodutivo 4 (*sensu* Haddad & Prado 2005; Kopp, Signorelli & Bastos, 2010). Dado que a história natural da espécie é muito pouco conhecida (e.g., Oda et al., 2009; Kopp, Signorelli & Bastos, 2010), nosso objetivo foi estudar em detalhes a biologia reprodutiva de *H. lundii* em uma área de Cerrado no sudoeste de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS

AICHINGER, M. Annual activity patterns of anurans in a seasonal neotropical environment. *Oecologia*, v. 71, p. 583-592, 1987.

ALMEIDA, S. D. *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina: Embrapa-CPAC, p. 287-556, 1998.

ALTIG, R.; MCDIARMID, R. W. Morphological diversity and evolution of egg and clutch structure in amphibians. *Herpetological Monographs*, v. 21, p. 1-32, 2007.

ANGELINI, F.; GHIARA, G. Reproductive modes and strategies in vertebrate evolution. *Bolletino Di Zoologia*, v. 51, n.1/2, p. 121-203, 1984.

BRANDÃO, R. A.; ARAÚJO, A. F. B. A herpetofauna associada às matas de galeria do Distrito Federal. In: *Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria* (Orgs.). Empresa Brasileira de Agropecuária (EMBRAPA). 2001.

BRASILEIRO, C. A.; SAWAYA, R. J.; KIEFER, M. C.; MARTINS, M. Amphibians of an open cerrado fragment in southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, v. 5, n. 2, 2005.

BERTOLUCI, J.; RODRIGUES, M. T. 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*, v. 42, n. 11, p. 287-297, 2002.

CARVALHO JR, R. R.; GALDINO, C. A. B.; NASCIMENTO, L. B. Notes on the courtship behavior of *Aplastodiscus arildae* (Cruz & Peixoto, 1985) at an urban forest fragment in southeastern Brazil (Amphibia, Anura, Hylidae). *Arquivos do Museu Nacional*, Rio de Janeiro, v. 64, n. 3, p. 247-254, 2006.

CARDOSO, A. J.; ANDRADE, G. V.; HADDAD, C. F. B. Distribuição espacial em comunidades de anfíbios (Anura) no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 49, p. 241-249, 1989.

COSTA, T. B.; GUIMARÃES, L. D.; BASTOS, R. P. Territorial and mating behavior in *Phyllomedusa azurea* (Anura: Hylidae) at a temporary pond in west-central Brazil. *Phyllomedusa*, v. 9, n. 2, p. 99-108, 2010.

CRUMP, M. L. Reproductive strategies in a tropical anuran community. *Miscellaneous Publications of the Museum of Natural History*, University of Kansas, v. 61, p. 1-68, 1974.

DIAS, T. M.; MARAGNO, F. P.; PRADO, C. P. A.; CECHIN, S. Z. Reproductive site selection in the leaf-frog *Phyllomedusa azurea* Cope, 1862 (Anura: Hylidae) in altered areas of the Brazilian Cerrado. *Journal of Natural History*, v. 48, p. 2689-2699, 2014.

DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. *Biology of Amphibians*. New York: McGraw-Hill, 1994.

EMLEN, S. T.; ORING, L. W. Ecology, sexual selection and the evolution of animal mating systems. *Science*, v. 197, p. 215-223, 1977.

FAIVOVICH, J.; HADDAD, C. F. B.; GARCIA, P. C. A.; FROST, D. R.; CAMPBELL, J. A.; WHEELER, W. C. Systematic review of the frog family Hylidae,

with special reference to Hylinae: phylogenetic analysis and taxonomic revision. *American Museum of Natural History*, v. 294, p. 1-240, 2005.

FROST, D. R. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 (15 June, 2015): [http:// research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html](http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html). *American Museum of Natural History*, New York, USA, 2015.

GERHARDT, H. C. Female mate choice in treefrogs: static and dynamic acoustic criteria. *Animal Behaviour*, v. 42, n. 4, p. 615-635, 1991.

GERHARDT, H. C.; HUBER, F. Acoustic Communication in Insects and Anurans: Common Problems and Diverse Solutions. *The University of Chicago Press*, 2002.

GONDIM, P. M.; BORGES-LEITE, M. J.; PINHEIRO, L. T.; BORGES-NOJOSA, D. M.; CASCON, P. Microhabitat use (vertical distribution) by a population of *Dendropsophus* gr. *microcephalus* (Anura, Hylidae) in a forested area of coastal tableland of north-eastern Brazil. *Herpetology Notes*, v. 6, p. 363-368, 2013.

GURURAJA, K. V.; DINESH, K. P.; PRITI, H.; RAVIKANTH, G. Mud-packing frog: A novel breeding behaviour and parental care in a stream dwelling new species of *Nyctibatrachus* (Amphibia, Anura, Nyctibatrachidae). *Zootaxa*, v. 3796, n. 1, p. 033–061, 2014.

HADDAD, C. F. B.; GIARETTA, A. A. Visual and Acoustic Communication in the Brazilian Torrent Frog, *Hylodes asper* (Anura:Leptodactylidae). *Herpetologica*, v. 55, n. 3, p. 324-333, 1999.

HADDAD, C. F. B.; SAWAYA, R. J. Reproductive modes of Atlantic Forest Hylid frogs: A general overview and the description of a new mode. *Biotropica*, v. 32, p. 862-871, 2000.

HADDAD, C. F. B.; PRADO, C. P. A. Reproductive Modes in Frogs and Their Unexpected Diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *BioScience*, v. 55, n. 3, p. 207-217, 2005.

HEBETS, E.; PAPA, D. R. Complex signal function: Developing a framework of testable hypotheses. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, v. 57, p. 197-214 2005.

HEYER, W. R.; DONNELLY, M. A.; MCDIARMID, R. W.; HAYEK, L. C.; FOSTER, M. S. (eds). *Measuring and monitoring biological diversity – standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC. 364 p, 1994.

KATSIKAROS, K.; SHINE, R. Sexual dimorphism in the tusked frog, *Adelotus brevis* (Anura: Myobatrachidae): the roles of natural and sexual selection. *Biological Journal of the Linnean Society*, v. 60, p. 39-51, 1997.

KOPP, K.; ETEROVICK, P. C. Factors influencing spatial and temporal structure of frog assemblages at ponds in southeastern Brazil. *Journal of Natural History*, v. 40, p. 1813-1830, 2006.

KOPP, K.; SIGNORELLI, L.; BASTOS, R. P. Distribuição temporal e diversidade de modos reprodutivos de anfíbios anuros no Parque Nacional das Emas e entorno, estado de Goiás, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, v. 100, n. 3, p. 192-200, 2010.

MELO, G.V.; ROSSA-FERES, D.C.; JIM, J. Variação temporal no sítio de vocalização em uma comunidade de anuros de Botucatu, Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, v. 7, n. 2, p. 93-102, 2007.

MOURA, M. R.; MOTTA, A. P.; FEIO, R. N. An unusual reproductive mode in *Hypsiboas* (Anura: Hylidae). *Zoologia*, v. 28, n. 1, p. 142-144, 2011.

NALI, R. C.; ZAMUDIO, K. R.; HADDAD, C. F. B.; PRADO, C. P. A. Size-Dependent Selective Mechanisms on Males and Females and the Evolution of Sexual Size Dimorphism in Frogs. *The American Naturalist*, v. 184, n. 6, 2014.

NARINS, P. M.; HURLEY, D. D. The relationship between call intensity and function in the puerto rican coqui (Anura: Leptodactylidae). *Herpetologica*, v. 38, n. 2, p. 287-295, 1982.

NARINS, P. M.; FENG, A. S.; FAY, R. R. (eds). *Hearing and sound communication in amphibians*. Springer Science & Business Media, 2006.

ODA, F. H.; BASTOS, R. P.; LIMA, M. A. C. S. Taxocenose de anfíbios anuros no Cerrado do Alto Tocantins, Niquelândia, Estado de Goiás: diversidade, distribuição local e sazonalidade. *Biota Neotropica*, v. 9, 2009.

OVASKA, K.; RAND, A. S. Courtship and reproductive behavior of the frog *Eleutherodactylus diastema* (Anura: Leptodactylidae) in Gamboa, Panama. *Journal of Herpetology*, v. 35, p. 44-50, 2001.

PIANKA, E. R. Niche overlap and diffuse competition. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 71, p. 2141–2145, 1974.

POTH, D.; WOLLENBERG, K. C.; VENCES, M.; SCHULZ, S. Volatile amphibian pheromones: macrolides from Mantellid frogs from Madagascar. *Angewandte Chemie International Edition in English*, v. 51, p. 218-2190, 2012.

PYKE, G. H.; WHITE, A. W. Habitat requirements for the Green and Golden Bell Frog *Litoria aurea* (Anura: Hylidae). *Australian Zoologist*, v. 30, n. 2, p. 224-232, 1996.

REICHERT, M. S. Visual cues elicit courtship signals in a nocturnal anuran. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, v. 67, p. 265-271, 2013.

REYNOLDS, J. D. Animal breeding systems. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 11, n. 2, p. 68-72, 1996.

SALTHER, S. N.; DUELLMAN, W. E. Quantitative constraints associated with reproductive mode in anurans. In: *Evolutionary biology of the anurans. Contemporary research on major problems*. Columbia, University of Missouri. p. 229-249, 1973.

SCHOENER, T. W. The compression hypothesis and temporal resource partitioning. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 71, p. 4169–4172, 1974.

SEGALLA, M. V.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. A. G.; GRANT, T.; HADDAD, C. F.B.; LANGONE, J.; GARCIA, P. C. A. Brazilian amphibians: List of species. *Herpetologia Brasileira*, v. 3, p. 37-48, 2014.

SESHADRI, K. S.; GURURAJA, K. V.; BICKFORD, D. P. Breeding in bamboo: a novel anuran reproductive strategy discovered in Rhacophorid frogs of the Western Ghats, India. *Biological Journal of the Linnean Society*, 2014.

STARNBERGER, I.; POTH, D.; PERAM, P. S.; SCHULZ, S.; VENCES, M.; KNUDSEN, J.; BAREJ, M. F.; RÖDEL, M.; WALZL, M.; HÖDL, W. Take time to smell the frogs: vocal sac glands of reed frogs (Anura: Hyperoliidae) contain species-specific chemical cocktails. *Biological Journal of the Linnean Society*, v. 110, p. 828–838, 2013.

TOFT, C. A. Resource partitioning in amphibians and reptiles. *Copeia*, v. 1985, p. 1–21, 1985.

TOLEDO; L. F.; GAREY, M. V.; COSTA, T. R. N.; LOURENÇO-DE-MORAES, R.; HARTMANN, M. T.; HADDAD, C. F. B. Alternative reproductive modes of Atlantic forest frogs. *Journal of Ethology*, v. 30, p. 331-336, 2012.

TOLEDO; L. F.; MARTINS, I. A.; BRUSCHI, D. P.; PASSOS, M. A.; ALEXANDRE, C.; HADDAD, C. F. B. The anuran calling repertoire in the light of social context. *Acta Ethologica*, v. 18, n. 2, p. 87-99, 2014.

WABNITZ, P. A.; BOWIE, J. H.; TYLER, M. J.; WALLACE, J. C.; SMITH, B. P. Differences in the skin peptides of the male and female Australian tree frog *Litoria splendida* The discovery of the aquatic male sex pheromone splendipherin, together with Phe8 caerulein and a new antibiotic peptide caerin 1.10. *European Journal of Biochemistry*, v. 267, p. 269-275, 2000.

WELLS, K. D. The social behavior of anuran amphibians. *Animal Behaviour*, v. 25, p. 666-693, 1977.

WELLS, K. D. Territoriality in the green frog (*Rana clamitans*) vocalizations and agonistic behavior. *Animal Behaviour*, v. 26, 1051-1063, 1978.

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

WILLAERT, B.; BOSSUYT, F.; JANSSENSWILLEN, S.; ADRIAENS, D.; BAGGERMAN, G.; MATTHIJS, S.; PAUWELS, E.; PROOST, P.; RAEPSAET, A.; SCHOOF, L.; STEGEN, G.; TREER, D.; HOOREBEKE, L. V.; VANDEBERGH, W.; BOCXLAER, I. V. Frog nuptial pads secrete mating season-specific proteins related to salamander pheromones. *The Journal of Experimental Biology*, v. 216, p. 4139-4143, 2013.

ZAMUDIO, K. R.; CHAN, L. M. Alternative reproductive tactics in amphibians. *Alternative Reproductive Tactics: An Integrative Approach*, p. 300-331, 2008.

Capítulo 1

Biologia reprodutiva de *Hypsiboas lundii* (Anura, Hylidae) em um fragmento de Cerrado no sudoeste de Minas Gerais

RESUMO

O Brasil possui uma posição de destaque em relação à diversidade de anuros, com um total de 988 espécies descritas atualmente. No entanto, ainda são poucos os estudos realizados acerca da biologia reprodutiva das espécies. *Hypsiboas lundii* é um hilídeo endêmico do Cerrado e ecótono entre Cerrado e Mata Atlântica, e seu ciclo de vida está associado à matas de galeria. No presente trabalho, descrevemos a biologia reprodutiva da espécie, estudada mensalmente entre out/2013 e jan/2015, no município de Sacramento, Minas Gerais. A espécie apresentou reprodução prolongada, com os machos vocalizando de outubro/2013 a maio/2014, e também em dez/2014 e jan/2015, a partir de diferentes estratos da vegetação, mas predominantemente sobre o solo. Os machos investiram menos em gônadas, com um esforço reprodutivo médio de 0,038%, em comparação com o esforço médio de 8,52% obtido para fêmeas. Foi encontrada uma desova em filme depositada na superfície da água contendo 683 ovos; os ovos apresentaram diâmetro médio de 1,13 mm (N = 20). Fêmeas maduras apresentaram uma média de 862,67 ovócitos (N = 6) e o diâmetro médio dos ovócitos foi de 1,62 mm (N = 66). A espécie apresentou o modo reprodutivo 4, com ovos e estágios iniciais depositados em bacias naturais ou construídas na margem de riachos e girinos exotróficos no riacho. Observamos comportamentos de corte complexos, envolvendo estímulos táteis mútuos entre fêmeas e machos e sinais acústicos emitidos pelos machos. Comportamentos agressivos entre machos incluíram a emissão de cantos agressivos e duelos vocais, porém sem a observação de combates físicos. Além dos comportamentos, descrevemos os cantos de anúncio, agressivo e de corte, os quais foram diferenciados, principalmente, pela duração da nota e intensidade.

Palavras-chave: Comportamento; atividade de vocalização; esforço reprodutivo; Amphibia

ABSTRACT

Brazil is a country who has a prominent position regarding anuran diversity in the world, with 988 species described nowadays. However, studies describing the reproductive biology of the species is still scarce. *Hypsiboas lundii* is a stream dweller hylid, with reproduction dependent on gallery forests, that occurs in the Cerrado and in the transition areas between the Cerrado and the Atlantic Forest. Our goal was to describe the reproductive biology of the species, which was studied monthly from Oct/2013 to Jan/2015, in the municipality of Sacramento, Minas Gerais state. The species exhibited a prolonged reproduction, with males vocalizing from Oct/2013 to May/2014, also in Dec/2014 and Jan/2015, perched at different heights, but mainly calling from the ground. Males invested less in gonads, with a mean reproductive effort of 0.038%, when compared with the mean effort of 8.52% found for females. We found one clutch forming a film on the water surface, containing 683 eggs; mean egg diameter was 1.13 mm (N = 20) and mean diameter of jelly capsule was 0.65 mm (N = 20). Mature females had an average of 862.67 oocytes in her ovaries (N = 6), and mean oocyte diameter was 1.62 mm (N = 66). The species presented the reproductive mode 4, with eggs and initial stages in constructed or natural basins and exotrophic tadpoles in streams. We observed complex courtship behaviors, including mutual tactile stimulus between males and females and acoustic signals emitted by males. Aggressive behaviors between males included the emission of aggressive calls and vocal duels, however, we did not observe physical combats. Besides the behaviors, we describe the advertisement, aggressive and courtship calls, which were mainly differentiated by the note duration and intensity.

Keywords: Behavior; calling activity; reproductive effort; Amphibia.

INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro é considerado um dos 25 “hotspots” de biodiversidade do planeta (Myers et al., 2000), porém nas últimas três décadas, mais da metade de sua área foi destruída em função da criação de pastagens, plantações de grãos e outros tipos de uso (Klink & Machado, 2005). Esta modificação de habitat é uma ameaça à vida dos organismos, especialmente aos anfíbios anuros, pois muitas espécies são extremamente dependentes de determinadas condições climáticas e disponibilidade de ambientes aquáticos para a reprodução (Haddad & Prado, 2005). Atualmente são conhecidas em torno de 209 espécies de anfíbios para essa formação, sendo que 51,7% são endêmicas (Valdujo et al., 2012). Porém, a biologia de muitas espécies de anfíbios anuros do Cerrado permanece desconhecida (e.g., Brasileiro et al., 2005; Costa, Guimarães & Bastos, 2010; Nali & Prado, 2012).

Hypsiboas lundii (Burmeister, 1856) é um anuro amplamente distribuído pelo Cerrado brasileiro, cuja história natural é pouco conhecida. Descrita de Lagoa Santa, no estado de Minas Gerais, a espécie pertence à família Hylidae e ocorre nas áreas de Cerrado no centro leste do Brasil (Frost, 2015), mas também é encontrada em áreas de ecótono entre Cerrado e Mata Atlântica (Araújo et al., 2009). É uma espécie de porte grande, com CRC (comprimento rostro-cloacal) médio de 60,4 mm (Araújo et al., 2009). Os machos vocalizam nos estratos mais altos da vegetação de matas de galeria ao longo de riachos e nas margens de poças temporárias no interior da mata (Zina et al., 2007). Essa espécie é considerada totalmente dependente de áreas florestadas, já que usa mata de galeria durante todas as fases de sua vida (e.g., Brandão & Araújo, 1998; 2000, Colli et al., 2002; Bastos et al., 2003). Seu padrão reprodutivo é considerado intermediário, vocalizando entre poucas semanas até quatro meses (Zina et al., 2007; Brasileiro et al., 2005), podendo ocorrer na estação chuvosa, mas também de forma esporádica durante a estação seca (Oda et al., 2009; Kopp, Signorelli & Bastos, 2010).

Informações acerca de história natural são relevantes para estudos de conservação e aqueles que avaliam características em contextos filogenéticos, evolutivos (Gomez-Mestre, Pyron & Wiens, 2012; Nali et al., 2014a), assim como são essenciais para fundamentar hipóteses realistas em ecologia. Tendo em vista que *H. lundii* é ainda pouco conhecida do ponto de vista científico (e.g., Brasileiro et al., 2005; Kopp, Signorelli & Bastos, 2010), este trabalho teve por objetivo estudar a biologia reprodutiva da espécie, procurando descrever detalhes dos comportamentos de corte, desova, territorialidade e

vocalizações, além de avaliar a ocupação de habitat e o padrão de atividade reprodutiva, em uma área de Cerrado no município de Sacramento, sudoeste do estado de Minas Gerais.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar o período de atividade reprodutiva e a influência das variáveis meteorológicas;
2. Verificar a utilização de habitats e microhabitats reprodutivos de indivíduos de *H. lundii*;
3. Determinar o número de ovos por desova, diâmetro dos ovos e o esforço reprodutivo de machos e fêmeas;
4. Descrever os comportamentos reprodutivos de corte, desova e territorialidade;
5. Descrever diferentes tipos de vocalização e seus contextos de emissão, e verificar quais são os parâmetros bioacústicos que mais diferem entre estes cantos.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi conduzido em riachos localizados na Fazenda Nascente das Gerais (20°12'06,9" S; 47°07'19,0" O), município de Sacramento, sudoeste do estado de Minas Gerais. Os três riachos eram artificiais, formados a partir de desvios do curso de água de riachos próximos com o uso de tubulações, no entanto sem haver modificação na mata ciliar dos riachos de origem. O riacho 1 (Figura 1) era permanente com vegetação presente em ambos os lados do riacho, grande quantidade de arbustos, Araceae, bambuzais, árvores de pequeno porte e grande porte, em algumas porções com uma cobertura do dossel entre 20 a 50% e outras com >50%. A vegetação era bem diversificada, predominando espécies da família Araceae em alguns locais (Figura 1A), bambuzais em outros (Figura 1B), como também uma parcela de vegetação composta por árvores mais altas e densas. O riacho 2 (Figura 1C) apresentava vegetação arbórea muito densa que não ultrapassavam cinco metros de altura, cobrindo >50% do dossel e área sempre inundada, com água permanente e de difícil acesso. Já o riacho 3 (Figura 1D) possuía apenas um curso d'água mais estreito, vegetação composta por árvores de grande porte

que cobriam <20% do dossel exóticas, predominando mangueiras (família Anacardiaceae), próximas umas das outras. A vegetação era constituída por espécies exóticas. Embora muito distintos em relação à vegetação das margens, os riachos 1 e 3 se assemelhavam por possuírem baixo fluxo de água e pouca profundidade.



Figura 1. Riachos onde foram realizadas observações de comportamento de *Hypsiboas lundii*, no período de outubro de 2013 a maio de 2014, Fazenda Nascente das Gerais, Sacramento, MG. (A) Riacho 1, evidenciando vegetação composta por Araceae; (B) Riacho 1, com o bambuzal; (C) Riacho 2, com vegetação densa e fechada; (D) Riacho 3, com vegetação composta por poucas mangueiras (Anacardiaceae).

A área de estudo apresenta clima classificado como mesotérmico de inverno seco; o relevo é bastante montanhoso, com vegetação composta por cerradões, cerrados, campos rupestres e campos nos interflúvios, além de florestas de galeria e floresta estacional semidecidual (ver Araújo et al., 2009). A área de estudo localiza-se, em média, a 60 km do Parque Nacional da Serra da Canastra, apresentando as mesmas características de relevo e vegetação (ver Haddad et al., 1988).

Coleta de dados

As coletas foram realizadas durante duas etapas (outubro/2013 a maio/2014 e dezembro/2014 a janeiro/2015), com nove excursões mensais e permanência no campo de dois a três dias por mês, totalizando ca. 57 horas de observações. As observações foram realizadas no período noturno, iniciando-se geralmente às 19:00 h e estendendo-se até às 24:00 h, ou quando houve diminuição significativa na atividade dos machos, por volta das 23:00 h. A busca por ninhos e desovas também ocorreu durante o dia.

Os animais foram procurados nos locais de reprodução guiados pela vocalização dos machos, com auxílio de lanterna com luminosidade baixa para evitar alterações de comportamento. Machos (N = 70) e fêmeas (N = 13) capturados tiveram CRC (comprimento rostro-cloacal) e massa medidos com paquímetro (0,1 mm de precisão) e dinamômetro (0,5 g de precisão), respectivamente, sendo então soltos no local. Alguns machos (N = 7) e fêmeas (N = 9) foram coletados para a determinação da massa das gônadas. Para tanto, os indivíduos foram anestesiados com lidocaína 10%, fixados em formalina 10% e preservados em álcool 70% (McDiarmid, 1994).

Período reprodutivo e uso do habitat

O período reprodutivo da espécie foi determinado com base na vocalização dos machos, presença de fêmeas grávidas, desovas, girinos e/ou casais em amplexo. Foi anotado o número de machos vocalizando a cada noite de coleta. Correlações múltiplas de Kendall foram utilizadas para relacionar o número máximo de machos registrados vocalizando na noite com maior atividade de cada mês e as variáveis meteorológicas: temperatura média mensal; temperatura máxima mensal; temperatura mínima mensal; umidade relativa média; velocidade do vento, precipitação mensal e acúmulo de precipitação nos sete dias anteriores a coleta. Além disso, as correlações de Kendall também foram utilizadas para verificar relação entre as variáveis meteorológicas acima citadas e altura média de empoleiramento a cada mês (Zar, 1999). Os dados climáticos foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), coletados na Estação Meteorológica Automática de Sacramento, MG.

O turno de vocalização dos machos foi também avaliado. Para isso, foi registrado o número de machos vocalizando de hora em hora desde o início da atividade de vocalização, a qual coincidiu com o ocaso, até o fim da atividade de vocalização, e então foi realizada uma média para cada intervalo regular de hora. As ocasiões monitoradas

ocorreram no dia 18/02/2014 (Temp. ar = 25,6°C às 20 h); dia 20/03/2014 (Temp. ar = 25,4°C às 20 h) e dia 14/01/2015 (Temp. ar = 28°C às 20 h).

O uso do habitat e microhabitat de reprodução foi caracterizado com base na altura do poleiro em relação à água e ao solo, distância horizontal do indivíduo até o corpo d'água, temperatura da água, porcentagem da margem coberta por dossel (menos de 20%, entre 20 e 50%, mais de 50%), tamanho do corpo d'água (largura ou diâmetro do corpo d'água) e sua profundidade.

Foi utilizado o índice de Levins padronizado (B_A ; Krebs, 1999) para verificar a amplitude do nicho durante a vocalização em relação à altura do poleiro, no qual a espécie é considerada especialista se o índice for de 0 a 0,5; intermediária de 0,51 a 0,7 e generalista de 0,71 a 1 (Krebs, 1999). O índice de Levins foi determinado de acordo com a fórmula:

$$B = \frac{1}{\sum p_j}$$

Onde, B é a medida do nicho; p_j é a proporção de indivíduos vistos usando o recurso j, sendo que a \sum de $p_j = 1$. Para facilitar a interpretação, o valor foi padronizado para que abrangesse entre 0 e 1 através do cálculo:

$$B_A = \frac{B - 1}{n - 1}$$

Onde, B_A é a medida de nicho padronizada; B a medida de nicho obtida antes da padronização e n o número de recursos possíveis. No presente trabalho, os recursos de *H. lundii* foram categorizados em quatro classes de alturas do poleiro: (1) solo (altura = 0); (2) menor do que 1 m; (3) de 1 a 2 m; (4) maior do que 2 m.

Ovos, desovas, esforço reprodutivo e comportamentos reprodutivos

A única desova coletada no campo foi fixada em formalina 5% para determinação do número e tamanho dos ovos. Como complemento, tais medidas foram também estimadas a partir do número de ovócitos maduros presentes nos ovários das fêmeas coletadas (Prado & Haddad, 2005). Os diâmetros de 20 ovos/ovócitos foram medidos sob um estereomicroscópio Leica, utilizando o software de captura de imagens Leica

Application Suite. Tanto para machos como para fêmeas, foi medido o esforço reprodutivo (ER), como a porcentagem da massa das gônadas/massa do corpo (Prado & Haddad, 2005). Todos os indivíduos e desovas coletadas foram depositados na Coleção de Anfíbios Célio F. B. Haddad (CFBH), Departamento de Zoologia, I. B., UNESP Rio Claro, São Paulo. Desta coleção, utilizamos também alguns espécimes provenientes da mesma localidade do presente estudo para complementação de nossa amostragem.

Os comportamentos agressivos, de corte e desova foram registrados por meio de observações diretas no campo, utilizando-se os métodos de amostragem de animal focal, todas as ocorrências e amostras por sequência (Altmann, 1974).

Características das vocalizações

As vocalizações emitidas por machos de *H. lundii* foram gravadas utilizando-se um gravador digital Marantz Professional PMD 660, com microfone unidirecional Sennheiser. Durante as gravações, foram registrados dados como horário, temperatura do ar e da água com um termômetro de mercúrio (0,5°C) e contexto comportamental da emissão do canto. As vocalizações foram analisadas utilizando o programa Raven Pro 1.2 (Cornell Lab of Ornithology).

Para a classificação dos cantos obtidos em campo, foi seguida a terminologia adotada por Toledo et al. (2014), no qual o canto de anúncio é emitido principalmente por machos na estação reprodutiva com a finalidade de atrair parceiras. O canto de corte é emitido em curtas distâncias pelo macho com a finalidade de estimulação e orientação das fêmeas, antecedendo o amplexo (Toledo et al., 2014), e o canto territorial é o principal canto classificado dentro da categoria de cantos agressivos, sendo emitido por machos que defendem recursos dentro de um território e possuem a função de manter espaçamento dentro de um coro (Toledo et al. 2014). As terminologias bioacústicas seguiram também Toledo et al. (2014), onde: o canto é formado por notas, considerado simples quando possui apenas uma nota e composto ou complexo quando possui mais de um tipo de nota; nota é a unidade do canto que pode ser tonal ou (multi) pulsionada; pulsos representam subunidades da nota que existem em um curto período de tempo e nem sempre são temporalmente possíveis de serem distinguidos (Toledo et al. 2014).

Os seguintes parâmetros acústicos dos cantos foram medidos: frequência dominante (Hz), frequência fundamental (Hz), intervalo entre notas (s), intervalo entre cantos (s), intensidade (dB), duração do canto (s) e duração da nota (s). Tais parâmetros foram correlacionados com o porte do macho (CRC e massa), bem como com a temperatura do ar.

Análises estatísticas

Para verificar dimorfismo sexual em tamanho, as médias de CRC e massa de machos e fêmeas foram comparadas por meio do teste de Mann-Whitney (Zar, 1999). Os testes de Mann-Whitney (Zar, 1999) também foram utilizados para avaliar o uso do habitat, no qual foram comparadas as médias de altura do poleiro e distância horizontal da água para machos e fêmeas.

Foi realizada uma análise discriminante, no programa Statistica v. 10, para identificar as características físicas dos cantos de corte, agressivo e de anúncio capazes de diferenciá-los (Hair Jr. et al., 2009). Para isso, foram utilizadas as variáveis duração do canto, duração da nota, frequência dominante, frequência máxima, frequência fundamental e intensidade. Realizamos um teste preliminar com 15 cantos, com o intuito de verificar as melhores variáveis para o modelo. Tais variáveis foram então utilizadas para todos os cantos gravados, evitando assim o uso de variáveis potencialmente irrelevantes ao modelo.

RESULTADOS

a) Período reprodutivo e uso do habitat

Em todos os meses amostrados, foram observados machos vocalizando nos três riachos. O número máximo de machos vocalizando a cada mês variou de 2, em maio de 2014, a 11, em janeiro de 2015 (Figura 2).

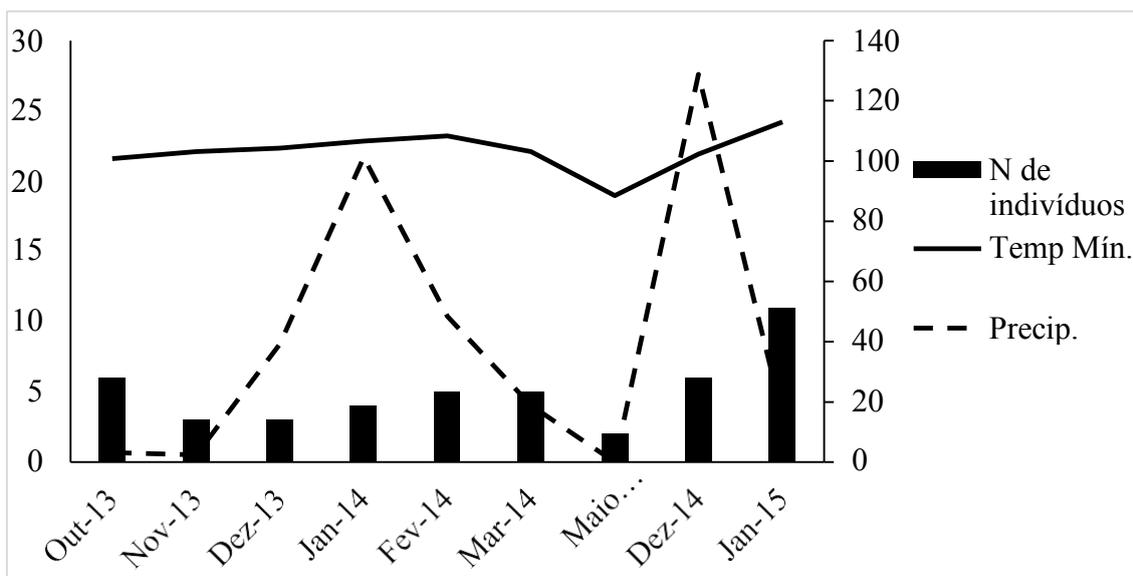


Figura 2. Número máximo de machos de *Hypsiboas lundii* vocalizando, precipitação e temperatura mínima registrada a cada mês, município de Sacramento, estado de Minas Gerais, Brasil.

Os animais foram encontrados em sua maioria próximos ao corpo d'água, sendo que o indivíduo quieto mais distante encontrava-se a 4,2 m da água, e o indivíduo vocalizando a 3,7 m. Quanto à ocupação vertical, os animais foram encontrados predominantemente no solo (43,21%; N = 35), mas machos puderam ser ouvidos também a mais de três metros de altura (Figura 3). Não houve diferença significativa em relação a altura (Teste de Mann-Whitney, $p = 0,897$; N = 85) e distância horizontal na qual ambos os sexos foram encontrados (Teste de Mann-Whitney, $p = 0,618$; N = 85). A amplitude de empoleiramento revelou um valor de 0,8, o que significa que a espécie pode ser considerada generalista em relação à altura de empoleiramento.

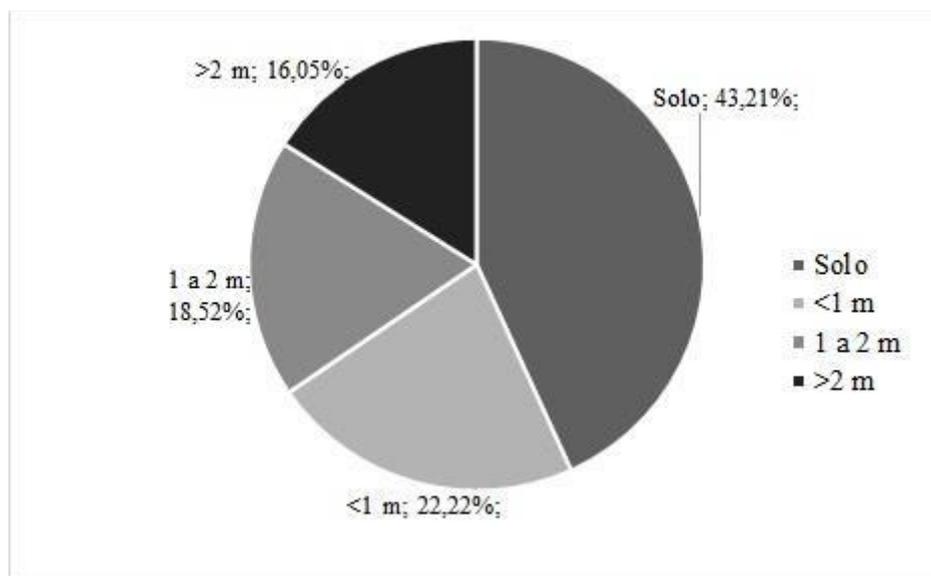


Figura 3. Estratificação vertical de machos de *Hypsiboas lundii*, município de Sacramento, Estado de Minas Gerais, Brasil. Categorias divididas a cada metro e expressas em porcentagem.

As correlações entre as variáveis meteorológicas com número de machos vocalizando e altura média de empoleiramento a cada mês não apresentaram resultado significativo para nenhuma das variáveis analisadas (Tabela 1).

Tabela 1. Correlações entre variáveis meteorológicas e número de machos vocalizando por mês e altura média de empoleiramento a cada mês, de indivíduos de *Hypsiboas lundii*, município de Sacramento, MG.

	N machos Vocalizando	Altura média de empoleiramento
Temperatura média	0,295	-0,141
Temperatura máxima	0,295	-0,141
Temperatura mínima	0,295	-0,08
Umidade relativa média	-0,177	-1,141
Velocidade do vento	0,236	0,141
Precipitação	0,412	0,366

O turno de vocalização dos machos apresentou variação dentre as três ocasiões amostradas (Figura 4), porém o pico de vocalização ocorreu no início da noite, às 20: 30 h. O horário no qual os machos cessavam a atividade de vocalização também variou, com

duas ocasiões os machos diminuindo a atividade por volta das 23:30 h e uma ocasião foi observado um macho vocalizando até às 3 h.

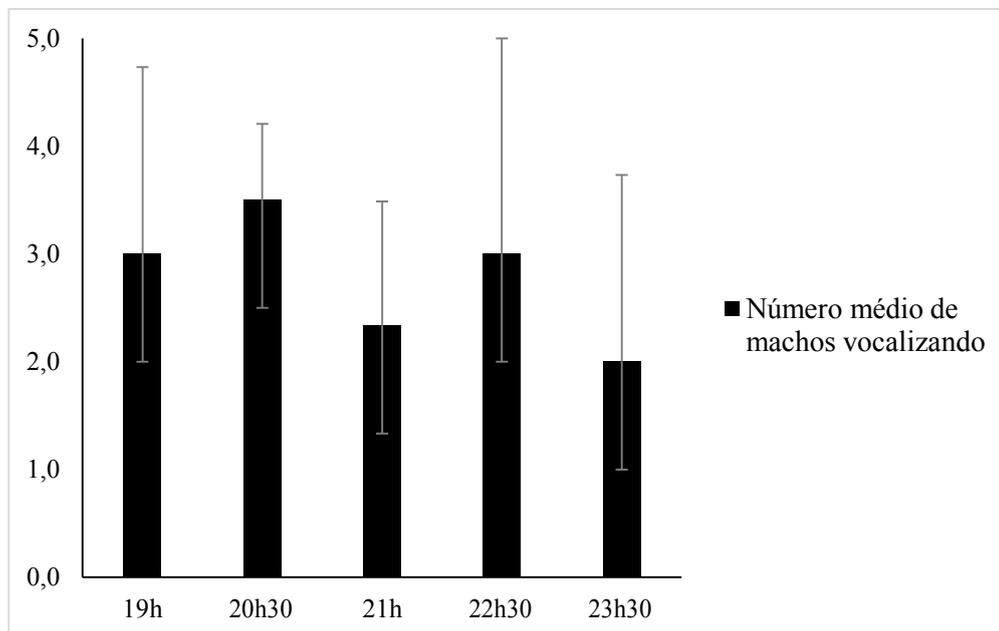


Figura 4. Número médio de machos de *Hypsiboas lundii* vocalizando a cada hora e desvio padrão, no município de Sacramento, estado de Minas Gerais, Brasil.

b) Ovos, desovas, esforço reprodutivo e comportamentos reprodutivos

O CRC médio de fêmeas de *H. lundii* foi significativamente maior que o dos machos (Teste de Mann-Whitney, $p = 0,030$; $N = 85$), porém, não houve diferença significativa em massa (Teste de Mann-Whitney, $p = 0,159$; $N = 85$). Dentre os animais coletados em campo e os espécimes de coleção adicionados para obtenção de dados reprodutivos, obtivemos um total de 15 machos e nove fêmeas, sendo que três dessas fêmeas apresentaram ovário em estágio imaturo. Os machos apresentaram média do esforço reprodutivo de $0,038 \pm 0,026\%$ ($0,012 - 0,087$; $N = 15$) e as fêmeas maduras apresentaram uma média do esforço reprodutivo de $8,52 \pm 6,38\%$ ($3,39 - 20,46$; $N = 6$). As três fêmeas maduras apresentaram média de $862,67 \pm 304,58$ ovócitos ($596 - 1423$; $N = 6$), os quais apresentaram um diâmetro médio de $1,62 \pm 0,18$ mm ($1,17 - 2,22$; $N = 66$).

Uma desova (Figura 5) foi coletada após ser observado o comportamento de oviposição de um casal em uma depressão na margem do riacho 1 (descrito mais abaixo).

Esta desova formava um filme sobre a lâmina d'água e apresentava 683 ovos, com diâmetro médio do ovo de $1,13 \pm 0,40$ mm (0,78 – 1,99; 20) (Figura 6).



Figura 5. Desova de *Hypsiboas lundii* em depressão do riacho 1, município de Sacramento, estado de Minas Gerais, Brasil. Apesar do local coberto de folhas, é possível ver a desova com ovos escuros, formando um filme na superfície da água rasa.

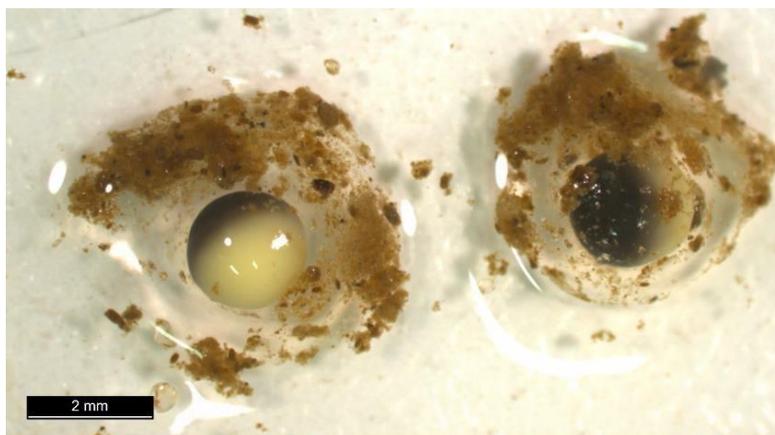


Figura 6. Ovos de *Hypsiboas lundii* envoltos por cápsula gelatinosa, coletados no município de Sacramento, estado de Minas Gerais, Brasil, em janeiro de 2015, evidenciando pólo animal preto e vegetativo creme.

O comportamento de corte (N = 6) apresentou uma grande diversidade de comportamentos e estímulos (Figura 7). O casal poderia iniciar a corte sobre a árvore (N = 3) e o tempo até chegar ao solo era variável, com um casal demorando 25 min em uma ocasião e 75 min em outra. Os comportamentos desempenhados pelo casal sobre a árvore não apresentavam um padrão, porém todos os comportamentos envolviam estímulos táteis mútuos e canto de corte emitido pelo macho (ver vocalizações e contextos de

emissão abaixo; Figura 7A), com a fêmea o seguindo por meio da vegetação até o local de oviposição, sendo que a intensidade do som diminuía cada vez que a fêmea se aproximava. Os estímulos táteis consistiam na fêmea (N = 3) ou macho (N = 2) pulando (Figura 7B), andando um sobre o outro (Figura 7C), ou o macho tocando o rosto da fêmea com a mão, semelhante a um ‘tapa’ (N = 2 ; Figura 7D). Os casais não desenvolviam todos os comportamentos descritos e não apresentaram um padrão ordenado destes toques no caminho dos galhos até o chão.

Apesar de alguns comportamentos de corte terem sido acompanhados desde a árvore, este também poderia se iniciar direto no solo (N = 1), ou direto no sítio de oviposição (N = 2). No solo, o casal apresentou toques semelhantes aos observados em cima da árvore, com o macho andando por cima da fêmea (N = 1), e a fêmea, situada na frente do macho com o corpo todo apoiado no solo, deu dois chutes no ar com as patas traseiras alternadas (N = 1). A corte iniciada no solo apresentou duração de cerca de 50 min até o sítio de oviposição.

Quando o macho vocalizava direto da depressão na margem do riacho (N = 2), os indivíduos apresentaram comportamentos estereotipados, com o macho emitindo canto de corte na entrada da depressão (Figura 7E). Enquanto o macho emitia canto de corte, a fêmea analisava o local, mergulhando e andando pela depressão, deslocava-se até o macho e o tocava na região dorsal com seu rosto (Figura 7F), repetindo este comportamento no máximo quatro vezes. A seguir, o macho virou-se para ela e entraram em amplexo do tipo axilar (Figura 7G). Mesmo após analisar a depressão, a fêmea poderia realizar um tipo de acabamento, mergulhando, levantando substrato com o rosto ou empurrando o substrato da depressão com os braços esticados (Figura 7H; N = 2). A fêmea podia apresentar este comportamento tendo o macho amplexado em suas costas ou não.

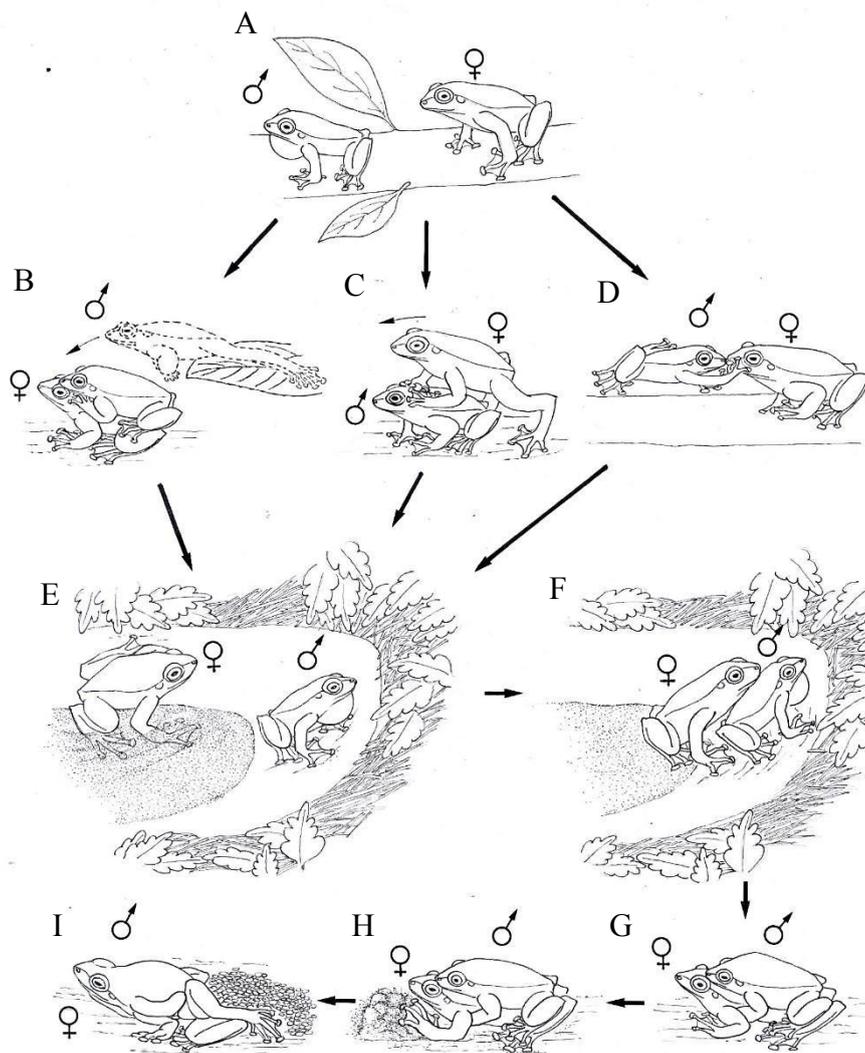


Figura 7. Sequência de eventos ocorridos durante o comportamento de corte até a desova em *Hypsiboas lundii*, município de Sacramento, MG. A : macho cantando em cima da árvore e fêmea o seguindo; B : macho encostando mão no rosto da fêmea, semelhante a um ‘tapa’; C : fêmea andando em cima do macho; D : macho pulando em cima da fêmea; E : macho na borda da depressão emitindo canto de corte e fêmea analisando local; F : fêmea tocando com o rosto o dorso do macho; G : casal em amplexo axilar; H : fêmea arrumando local, empurrando terra com os braços esticados; I : comportamento de desova. Observe que B, C e D representam variações de uma mesma etapa da corte.

Com o casal amplexado no local de oviposição, estes poderiam desovar após longo tempo de amplexo, totalizando 7:30 h (N = 1), e o comportamento de desova apresentou duração de 13 min. Durante o comportamento de desova (Figura 7H; N = 1), o macho se posicionou em cima da fêmea, com o corpo arqueado dorsalmente e localizado a frente do rosto dela (dando a impressão que ela estava sendo subjugada), deixando as cloacas justapostas e contraindo conjuntamente o abdômen (Figura 7I). Em uma outra

ocasião, observamos um amplexo por 5:20 h, porém o casal foi coletado antes da oviposição.

Dentre os comportamentos de corte observados, observamos desistência do acasalamento pela fêmea, após análise da depressão para a qual o macho a havia guiado ou onde ele já se encontrava vocalizando ($N = 3$). Em uma dessas ocasiões (dia 03/12/2014), a fêmea estava sendo guiada de cima da árvore pelo macho, mas quando ele pulou na água e foi ao local escolhido, a fêmea demorou 15 min para encontrar o macho novamente. Então, outra fêmea apareceu e rapidamente entrou no local junto com o macho, saindo após averiguá-lo. A seguir, o macho voltou a emitir canto de corte e a fêmea que o estava seguindo foi até ele, mas também saiu da depressão pouco tempo depois. Este local, em meio a raízes de uma árvore, formava uma poça d'água, com cerca de 15 cm.

As três depressões encontradas onde os casais foram observados apresentaram um diâmetro médio de $16,6 \pm 4,72$ cm (10 – 23 cm) e profundidade média de $4,33 \pm 2,52$ cm (2 – 7 cm; Figura 8A). O ninho em que vimos um casal amplexado em janeiro de 2014 foi observado sendo reutilizado por outro casal em comportamento de corte no mês seguinte, porém, não houve amplexo devido a presença de outro macho (ver descrição dos comportamentos agressivos abaixo), o qual foi caracterizado como um novo indivíduo pois o macho do mês anterior havia sido coletado; ambas as fêmeas apresentaram o comportamento de arrumar o local. Observamos também casais entrando em locais que não pareciam depressões contruídas ($N = 2$), como em uma ocasião em que o casal amplexado andou pela vegetação seca (Figura 8B), e entrou em um buraco em meio as pedras (Figura 8C), havendo no entanto separação subsequente sem desova.



Figura 8. Ambientes de reprodução de *Hysiboas lundii*, município de Sacramento, estado de Minas Gerais, Brasil. A) Casal em amplexo axilar em depressão na margem do riacho 3; B) Casal em amplexo axilar em meio a folhas secas no riacho 1; C) Toca em meio a rochas e folhas secas no riacho 1.

Comportamentos agressivos entre machos de *H. lundii* foram observados em três ocasiões diferentes, sendo uma delas durante a corte. Nesse evento, um macho (macho 1, CRC = 68,75 mm, massa = 28 g; Figura 9) se encontrava próximo a uma fêmea em uma depressão na água, emitindo canto de corte, enquanto um segundo macho (macho 2, CRC = 65,97 mm e massa = 26 g) na borda do riacho emitia canto de anúncio a cerca de 3 metros do primeiro. Ao perceber o canto de anúncio do macho 2, o macho 1 parou de emitir canto de corte e começou a emitir canto de anúncio, juntamente com canto territorial (ver abaixo) e, neste momento, o macho 2 continuou emitindo canto de anúncio normalmente; em seguida, ambos vocalizaram apenas canto de anúncio por 20 minutos. Após este período, o macho 1 saiu da depressão em que a fêmea estava presente e pulou na vegetação às margens do riacho, emitindo apenas canto territorial. Quando o macho 2 respondeu com canto territorial, o macho 1 deu mais um salto em direção ao intruso. Ambos emitiram canto territorial por cerca de 1:40 h, quando o macho 2 deixou o local nadando pelo riacho. O macho 1 permaneceu por algum tempo na vegetação emitindo canto territorial antes de retornar à depressão, mas quando retornou a fêmea não se encontrava mais dentro da mesma.

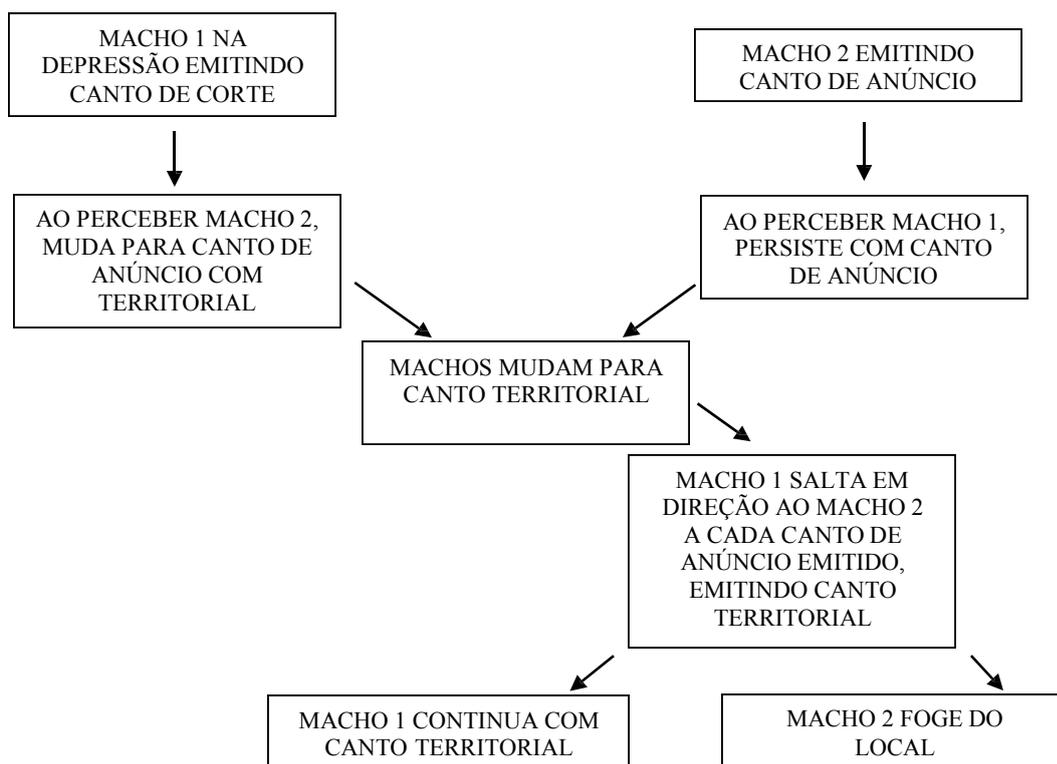


Figura 9. Sequência de eventos de comportamento agressivo entre machos de *Hypsiboas lundii* ocorrido em janeiro de 2014, município de Sacramento, estado de Minas Gerais, Brasil.

Em outros eventos agonísticos observados, não havia fêmea próxima e o macho não estava vocalizando em uma depressão característica ($N = 2$). Nessas ocasiões um dos machos (macho 1) emitia canto de anúncio e outro macho (macho 2) se aproximava emitindo apenas canto territorial, a cada vez que o macho 1 emitia canto de anúncio. Ambos comportamentos terminaram com o macho 1 se afastando do local, continuando a emitir canto de anúncio a cerca de dois metros do macho 2 ($N = 1$) ou apenas saindo do local e sem vocalizar mais ao longo da noite, enquanto o macho 2 permaneceu emitindo apenas canto territorial por uma hora após a saída do macho 1 ($N = 1$). Nesta ocasião, o macho 2 em nenhum momento emitiu canto de anúncio, mesmo após a saída do macho 1.

c) Vocalizações e seus contextos de emissão

Durante as observações de comportamento, machos de *H. lundii* emitiram três tipos de vocalizações principais, as quais variavam de acordo com o contexto social. Ao todo, foram gravados 16 machos, totalizando 11 cantos de anúncio, cinco de corte e dez territoriais. O canto mais comumente emitido foi o de anúncio (Figura 10A), emitido por machos sozinhos ou próximos a outro macho sem vocalizar; o canto de corte (Figura 10B) foi emitido somente na presença de uma fêmea, em cima da vegetação ou no solo; o canto territorial (Figura 11) foi emitido por machos algumas vezes sozinhos, mas principalmente na presença de outro macho que emitia canto de anúncio. Ao analisar os cantos territoriais percebemos que alguns cantos apresentavam uma pequena diferença estrutural e o denominamos territorial 1 (Figura 11A) e territorial 2 (Figura 11B). Os cantos territoriais possuem apenas uma nota por canto e um grande intervalo entre cantos, com região pulsada no início da nota, e uma pequena diferença estrutural é observada na formação de harmônicos na parte final do territorial 2 (Figura 11B).

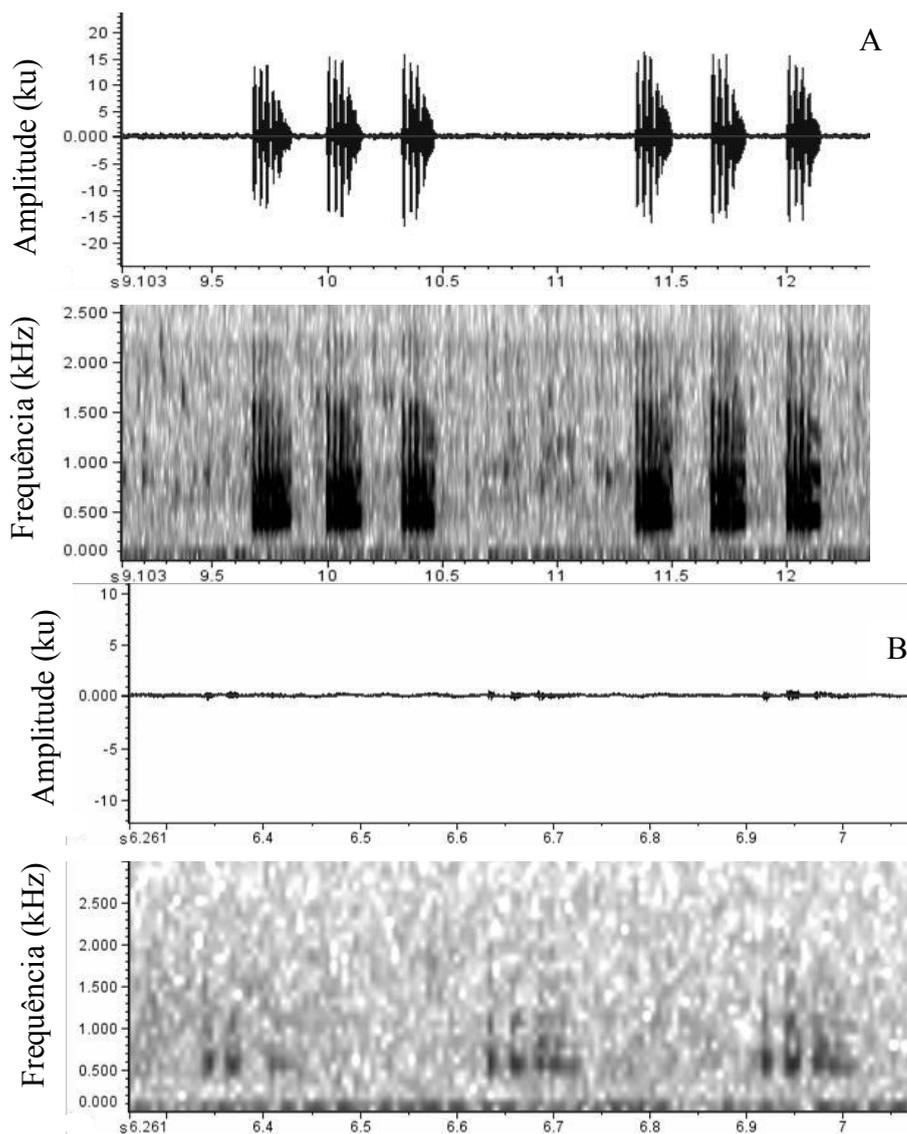


Figura 10. Espectrograma (acima) e oscilograma (abaixo) do canto anúncio (A) e corte (B) de *Hypsiboas lundii*, município de Sacramento, estado de Minas Gerais, Brasil. Brilho 50, contraste 70 e FFT 512. Notar semelhanças estruturais dos cantos e diferenças na escala no oscilograma.

Os parâmetros de cada tipo de canto são apresentados na Tabela 2. Realizamos uma análise discriminante para verificar os parâmetros capazes de diferenciar os cantos de anúncio, corte, territorial 1 e territorial 2. As variáveis relevantes e que entraram no modelo foram: frequência fundamental, frequência máxima, frequência dominante, duração do canto, duração da nota; intervalo entre notas e intensidade, sendo que intensidade e duração da nota foram as mais relevantes (Tabela 3). Esta análise diferenciou em primeira instância os quatro tipos de canto propostos: entre os 23 cantos analisados, apenas dois apresentaram erro na classificação. Os cantos territoriais 1 e 2 apresentaram também certa diferença estrutural (Figura 11 ver abaixo). No entanto, a

diferença entre esses dois tipos não foi estatisticamente significativa, ao contrário das comparações entre os outros cantos, estatisticamente significativas (Figura 12; Tabela 4). Os cantos territoriais 1 e 2 também não apresentaram diferença nos contextos sociais de emissão: um mesmo animal emitiu os dois tipos de canto, podendo ser em situação de resposta a vocalização de outro animal ou em resposta a *playbacks* (dados não publicados). A análise de correspondência canônica (Figura 12) mostra também que os cantos territoriais 1 e 2 são similares.

Tabela 2. Parâmetros acústicos dos cantos de anúncio, corte, territorial 1 e territorial 2 de *Hypsiboas lundii*, município de Sacramento, Estado de Minas Gerais, Brasil. Os intervalos de nota dos cantos territoriais não estão registrados devido ao canto possuir apenas uma nota e, devido a esse fato, a duração do canto é igual a duração da nota. Para cada parâmetro, são apresentadas a média \pm desvio padrão e entre parênteses a amplitude e amostragem.

Parâmetro	Anúncio	Corte	Territorial 1	Territorial 2
Intervalo nota (s)	0,182 \pm 0,021 (0,151- 0,216; 42)	0,193 \pm 0,024 (0,171-0,232; 20)		
Duração nota (s)	0,128 \pm 0,020 (0,755 - 2,39; 56)	0,085 \pm 0,015 (0,061-0,098; 30)	0,762 \pm 0,097 (0,61 - 0,84; 9)	0,651 \pm 0,057 (0,593 - 0,725; 9)
Duração canto (s)	1,242 \pm 0,562 (0,095 - 0,1602; 33)	0,171 \pm 0,051 (0,811-1,406; 15)	0,762 \pm 0,097 (0,61 - 0,84; 5)	0,651 \pm 0,057 (0,593 - 0,725; 5)
Frequência fundamental (Hz)	334,570 \pm 45,361 (271,72- 445,78; 56)	417,721 \pm 30,21 (376,66- 448,62; 30)	404,58 \pm 64,951 (306,1 - 480,2; 9)	383,99 \pm 75,925 (266,6 - 471,1; 9)
Frequência máxima (Hz)	2020,913 \pm 294,304 (1573,83- 2603,77; 56)	1602,752 \pm 194,751 (1314- 1819,59; 30)	1426,513 \pm 248,063 (1158,67 - 1811,3; 9)	2197,735 \pm 868,381 (1570,4 - 3284,9; 9)
Frequência dominante (Hz)	522,040 \pm 41,782 (447,92- 602,9; 56)	611,092 \pm 45,787 (568,46- 689,04; 30)	706,3 \pm 165,697 (103,8 - 112,53; 9)	706,285 \pm 184,234 (516,8- 990,525; 9)
Intensidade	115,911 \pm 8,460 (104,85- 131,74; 56)	94,33 \pm 3,296 (91,3-98,54; 30)	107,117 \pm 3,536 (516,8-947,5; 9)	117,19 \pm 12,613 (105,85-137,9; 9)

Tabela 3. Valores de P obtidos na análise discriminante para todos os parâmetros acústicos dos cantos de anúncio, corte, territorial 1 e territorial 2 de *Hypsiboas lundii*. Os valores em negrito são significativos, representando as variáveis mais relevantes do modelo. Cantos obtidos de indivíduos no município de Sacramento, estado de Minas Gerais, Brasil.

Parâmetro	P
Intervalo entre notas	0,787
Duração do canto	0,645
Duração da nota	<0,001
Frequência fundamental	0,140
Frequência máxima	0,659
Frequência dominante	0,613
Intensidade	0,04

Tabela 4. Valores de P obtidos na análise discriminante para a distinção dos cantos de *Hypsiboas lundii*, obtidos através da análise discriminante. Município de Sacramento, estado de Minas Gerais, Brasil.

	Anúncio	Corte	Territorial 1	Territorial 2
Anúncio		0,009	<0,001	<0,001
Corte	0,009		<0,001	<0,001
Territorial 1	<0,001	<0,001		0,137
Territorial 2	<0,001	<0,001	0,137	

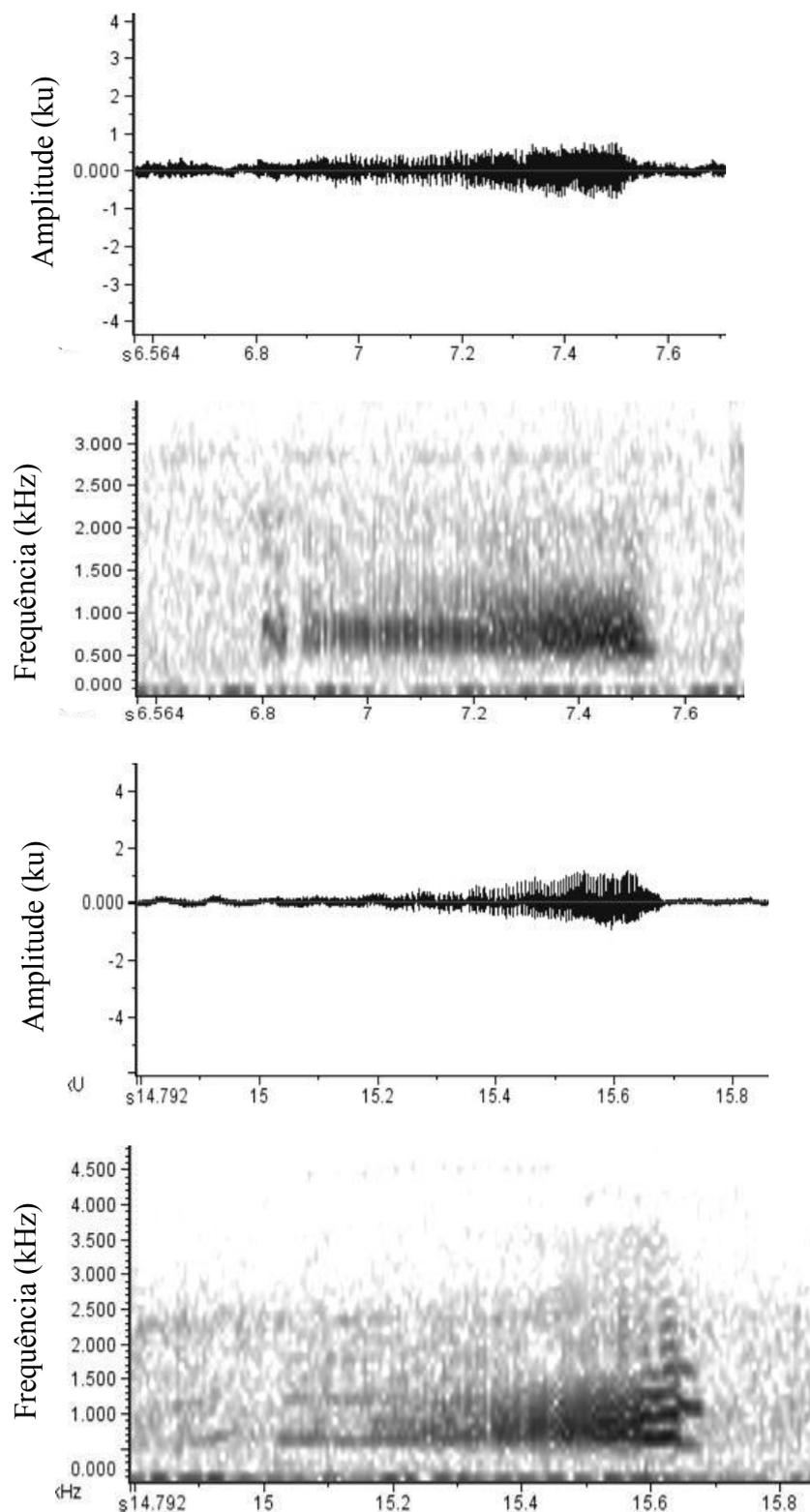


Figura 11. Espectrograma (acima) e oscilograma (abaixo) do canto territorial 1 (A) e territorial 2 (B) de *Hypsiboas lundii*, município de Sacramento, estado de Minas Gerais, Brasil. Brilho 50, contraste 70 e FFT 512. Notar escalas diferentes entre as figuras.

Os dados apresentados na análise canônica (Figura 12) revelaram uma maior proximidade entre os cantos de corte e de anúncio e podemos identificar a formação de três agrupamentos bem distintos: cantos de anúncio, corte e territorial.

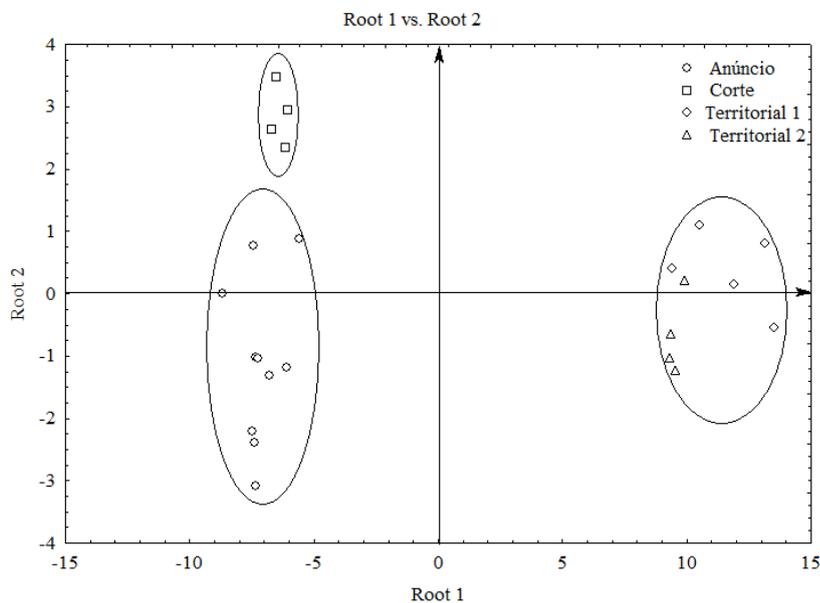


Figura 12. Análise discriminante com os cantos de anúncio, corte e territoriais de *Hypsiboas lundii*, município de Sacramento, Estado de Minas Gerais, Brasil. Notar a separação dos três grupos e uma maior proximidade entre os cantos de corte e anúncio.

Diferente do canto territorial, os cantos de anúncio e de corte apresentam uma nota multipulsada (Figura 10A e 10B) que pode ser repetida de duas a 8 vezes em um canto. Devido à baixa intensidade do canto de corte, este é mais difícil de ser observado no oscilograma e/ou sonograma (Figura 10B).

DISCUSSÃO

Período reprodutivo e uso do habitat

Na estação chuvosa entre 2013 e 2014, os machos de *H. lundii* vocalizaram em todos os meses de coleta (outubro de 2013 a maio de 2014), exibindo um padrão de reprodução prolongado (*sensu* Wells, 1977). Este tipo de reprodução inclui características como chegada assíncrona de fêmeas, ausência de busca ativa de fêmeas pelos machos e machos cantando durante a maior parte do ano (Wells, 2007), todas características observadas no presente trabalho. Ambientes permanentes, como matas de galeria

associadas a riachos usadas por *H. lundii*, podem favorecer a ocorrência de reprodução prolongada mesmo em regiões de clima sazonal como o Cerrado. Um padrão semelhante também foi observado para *H. albopunctatus*, a qual usa ambientes permanentes para reprodução (Muniz et al. 2008). No entanto, o padrão de reprodução prolongado em anuros é variável, podendo ocorrer de alguns meses até ao longo de todo o ano (Wells 2007). A ausência de correlação entre o número de machos de *H. lundii* vocalizando a cada mês e as variáveis meteorológicas poderia ser explicada pelos baixos índices de precipitação registrados para o verão no período do presente estudo. A ausência de um padrão pode ser notada pela grande diferença no número de machos vocalizando nos meses de janeiro/2014 e janeiro/2015 (Figura 2), meses que, normalmente, apresentam altos índices de pluviosidade.

Além da atividade de vocalização ter variado ao longo do ano, esta também variou ao longo da noite. O início da vocalização de *H. lundii* ocorreu logo após o ocaso, como também observado para outros anuros (e.g., Freitas et al., 2008; Telles, Vaz & Menin, 2013; Lima, Gontijo & Eterovick, 2014). O pico de vocalização no início da noite pode estar associado à intensidade luminosa, estímulo hormonal e queda de temperatura ao longo da noite, a qual provoca uma diminuição da atividade de vocalização (Pombal, 1997). Também notamos que em *H. lundii*, todos os comportamentos de corte se iniciaram antes das 21:30 h, sugerindo que machos concentram seu esforço vocal no início da noite a fim de atrair fêmeas e aumentar suas chances de acasalamento. Estratégia semelhante foi observada em *H. albomarginatus*, com as fêmeas chegando durante o pico de vocalização dos machos (Giasson & Haddad, 2007).

A tabela 5 reúne trabalhos da literatura que descrevem o período de atividade reprodutiva para *H. lundii* em diferentes regiões do Brasil. Apesar da espécie exibir padrão prolongado em todos os estudos, ocorrem variações dentro da espécie, com menor atividade reprodutiva nos meses de seca (jun-ago). Desta forma, as características ambientais locais parecem ser relevantes para o padrão temporal de reprodução da espécie. É importante ressaltar que apenas Kopp, Signorelli & Bastos (2010) incluem no seu trabalho o padrão de reprodução temporal reprodução intermediário, o qual se relacionada com espécies vocalizando de poucas semanas até quatro meses.

Tabela 5. Período reprodutivo de *Hypsiboas lundii* em diferentes localidades do Brasil.

Local	Padrão temporal	Período estudado	Referência
Estação Ecológica de Itapira (Itapira, São Paulo)	Vocalizações ano todo, cantos esporádicos em junho, julho e agosto.	Setembro/98 a março/02	Brasileiro et al., 2005
Fragmento de floresta interior de São Paulo	Setembro a maio, com poucos animais em junho, julho e agosto.	Agosto/02 a julho/03	Zina et al. 2007
Parque das Emas (Goiás)	Reprodução intermediária, cantos esporádicos na estação seca.	16 meses, principalmente estação chuvosa (quatro meses na seca)	Kopp, Signorelli & Bastos, 2010
Fragmento de Cerrado (Sacramento, MG)	Vocalizações de outubro a maio, com menor quantidade de animais em maio.	Outubro/13 a maio/14; dezembro/14 e janeiro/15	Presente trabalho

Machos e fêmeas utilizaram o habitat de forma semelhante quanto à altura na vegetação e distância horizontal até a margem dos riachos. A distância horizontal foi mais restrita às margens dos corpos d'água, possivelmente devido a maior umidade e cobertura vegetal nas margens, sendo que o macho mais afastado residia a 4,2 m do riacho. Este resultado foi similar ao observado por vários estudos anteriores com esta mesma espécie em diferentes localidades (Colli et al., 2002; Bastos et al., 2003; Morais et al., 2011), os quais consideraram *H. lundii* como uma espécie dependente de matas de galerias, com todos os estágios de vida ocorrendo neste ambiente. No entanto, ao identificar o uso da mata de galeria pela espécie deve ser levado em consideração a constituição desta mata, a qual no presente trabalho constituía uma curta faixa de vegetação de no máximo 3 metros, impossibilitando que os indivíduos utilizassem sítios longe do corpo d'água.

Quanto ao uso vertical do habitat, os indivíduos foram encontrados predominantemente no solo, porém também foram ouvidos a diversas alturas, até mais de 3 m. A amplitude de empoleiramento mostrou que a espécie pode ser considerada generalista em relação ao uso vertical do habitat, resultado semelhante a um estudo realizado no noroeste paulista, no qual 42% dos hilídeos foram generalistas quanto à altura do empoleiramento (Silva, Martins & Rossa-Feres, 2008). A altura média de empoleiramento encontrada na área amostrada foi semelhante àquela observada em outros trabalhos para *H. lundii*, no qual os indivíduos vocalizaram em diversas alturas, variando desde o chão até 10 m de altura (Bokermann & Sazima, 1973; Guimarães et al.,

2001; Brasileiro et al., 2005; Barros, 2011). Semelhante a *H. lundii*, em *H. albopunctatus* 70% dos machos foram encontrados vocalizando no solo (Araújo, Bocchiglieri & Holmes, 2007). A altura do poleiro pode estar relacionada à segregação entre espécies do mesmo tamanho para evitar sobreposição de nicho (Melo, Rossa-Feres & Jim, 2007), e o posicionamento dos machos nos poleiros pode ser aleatório, variando de acordo com a arquitetura da vegetação (Toledo & Haddad, 2005). Além disso, como a vegetação influencia a dissipação do som no ambiente, locais mais altos podem facilitar a propagação do canto, pois a atenuação do solo é reduzida (Narins & Hurley, 1982).

Em *H. lundii*, o espaçamento entre os machos nos sítios de vocalização foi de no mínimo 0,7 m. O espaçamento entre machos é comum em anuros com comportamento agressivo (e.g., Martins, Pombal & Haddad, 1998; Rossa-Feres, Menin & Izzo, 1999; Bertoluci & Rodrigues, 2002; Nali & Prado, 2012) e pode estar relacionado com competição por recursos limitados, como fêmeas, sítios de oviposição, canto ou forrageamento (Martins, Pombal & Haddad, 1998), servindo ainda para evitar confrontos físicos (Nali & Prado, 2012). Em adição, o espaçamento entre machos pode facilitar a localização de fêmeas e reduzir riscos de perturbação por outro macho (Wells, 2007), havendo evidências de correlação entre maior sucesso reprodutivo e maior espaçamento entre machos (Grafe, 1995). O comportamento territorial e de briga é mais comum em espécies de reprodução prolongada do que em espécies explosivas, embora não haja evidência de correlação evolutiva entre esses caracteres (Wells, 2007; Nali et al. 2014).

Ovos, desovas, esforço reprodutivo e comportamentos reprodutivos

As fêmeas foram maiores que os machos em CRC, porém, não houve diferença significativa entre a massa de machos e fêmeas. Em cerca de 90% das espécies de anuros, as fêmeas são maiores que os machos, o que é justificado por diferentes pressões seletivas atuando sobre sexos. As fêmeas, em geral, sofrem maior pressão para aumento da fecundidade quando comparada à pressão sobre machos em relação à territorialidade (Nali et al., 2014). Além do dimorfismo sexual em tamanho, em *H. lundii* os espinhos pré-polcais são mais desenvolvidos nos machos, outra forma de dimorfismo sexual, os quais são usados em combates físicos (Bokermann & Sazima, 1973).

A única desova foi encontrada em filme na superfície d'água. Foi sugerido que este tipo de desova facilita a oxigenação dos ovos e, para que estes consigam flutuar, é necessário que o casal posicione as cloacas acima do nível da água no momento da oviposição, assim a substância gelatinosa hidrofóbica não entra em contato com a água (Altig & McDiarmid, 2007). Este comportamento foi observado neste estudo para *H. lundii* e foi também descrito para *H. punctatus*, em que o macho arqueia o dorso para baixo e a cabeça cobre completamente o rostro da fêmea (Brunetti, Taboada & Faiovich, 2014). Em *H. atlanticus* ocorre comportamento semelhante, porém, como o macho é maior que a fêmea, no momento da desova o macho se movimenta para frente e para trás para melhor justapor sua cloaca à da fêmea (Camurugi & Juncá, 2013).

Nossas observações confirmam o modo reprodutivo 4 para esta espécie (*sensu* Haddad & Prado, 2005), o qual consiste em ovos e estágios larvais iniciais em bacias construídas ou naturais e girinos exotróficos em poças ou riachos. O modo reprodutivo 4 possui tem como possíveis vantagens a diminuição da predação dos ovos por predadores aquáticos, porém, impõe riscos associados à dessecação em locais com pouca água, aumento de competição entre girinos, aumento de predação por animais terrestres, bem como aumento da mortalidade relacionada com inundações e falta de oxigênio (Kluge, 1981). Para os hilídeos do mundo, são conhecidos 12 modos reprodutivos (Haddad & Sawaya, 2000); para o gênero *Hypsiboas*, além do modo 4, também ocorre o modo reprodutivo mais generalizado 1, com ovos e girinos aquáticos (Haddad & Prado, 2005). No entanto, casais de *H. pardalis* já foram observados desovando em bromélias terrestres, se assemelhando ao modo reprodutivo 6, no qual ovos são depositados em plantas aéreas (Moura, Motta & Feio, 2011). Isso evidencia que as espécies de *Hypsiboas* podem exibir modos alternativos, ou até modos novos ainda não descritos (Toledo et al., 2012).

O esforço reprodutivo (ER) em fêmeas de *H. lundii* foi de 8,52%, valor baixo quando comparado a algumas espécies, como *Aplastodiscus leucopygius* (23,72%) (Ramos, 2006), *Dendropsophus nanus* (15,6%), *Hypsiboas raniceps* (11,9%) (Prado & Haddad, 2005), *B. ibitiguara* (20,26%) (Nali & Prado, 2012), *Physalaemus nattereri* (22,2%) (Rodrigues, Uetanabaro & Lopes, 2004) e *Scinax fuscovarius* (22,6%) (Rodrigues, Uetanabaro & Lopes, 2005). No entanto, fêmeas de alguns hilídeos, como *Pseudis platensis* (ER 5,5%) e *Trachycephalus typhonius* (ER 8,2%) (Prado & Haddad, 2005), também exibiram baixos valores de investimento em gônadas. Fatores como o padrão temporal de reprodução (explosivo x prolongado), bem como tempo de vida das

espécies e número de eventos reprodutivos ao longo da vida podem estar relacionados à quantidade de energia que é alocada em cada evento, questões que necessitam ser abordadas em estudos futuros.

Nos machos de *H. lundii*, o ER foi muito menor (0,038%), mesmo quando comparado a machos de outras espécies: *P. nattereri* (0,24%) (Rodrigues, Uetanabaro & Lopes, 2004), *B. ibitiguara* (0,29%) (Nali & Prado, 2012), *S. fuscovarius* (1,21%) (Rodrigues et al., 2005) e *Trachycephalus typhonius* (0,11%) (Rodrigues, Uetanabaro & Lopes, 2005). Machos de espécies de anuros para os quais o comportamento de poliandria simultânea, i. e., mais de um macho tentando fertilizar os ovócitos de uma fêmea, já foi reportado, exibem um investimento em testículos (ER) que varia entre 0,7 a ca. 8% da massa do corpo (ver Prado & Haddad, 2003). Já espécies de anuros que desovam em locais de difícil acesso para outros machos (e.g., câmaras subterrâneas), como espécies do grupo de *Leptodactylus fuscus*, exibem ER da ordem de 0,05% da massa do corpo, o que foi interpretado como resultado de menor risco de poliandria (Prado & Haddad, 2003). Sugerimos que, apesar dos ninhos de *H. lundii* ficarem relativamente expostos a outros machos, o baixo ER indica que o risco de competição espermática é baixo pelo fato dos machos serem altamente territoriais e agressivos. Dados preliminares sobre o tamanho dos testículos em outras espécies de *Hypsiboas* (C. P. A. Prado, com. pess.) reforçam essa ideia, que ainda necessita ser testada.

Durante o comportamento de corte de *H. lundii*, observamos uma grande diversidade de toques entre a fêmea e o macho, o que sugere que estímulos táteis são importantes para o acasalamento. Ainda é pouco conhecida a complexa relação entre estímulos táteis e acústicos (Brunetti, Taboada & Faivovich, 2014), mas sinais táteis e visuais são importantes para reconhecimento e preferência da fêmea, especialmente porque ocorrem após o início da emissão de cantos, quando a fêmea está se aproximando do macho (Montanarin, Kaefer & Lima, 2011). Há também a possibilidade destes sinais táteis transmitirem substâncias químicas entre o casal, pois uma análise em diversos grupos da tribo Cophomantini identificou glândulas mentonianas e laterais em várias espécies, dentre elas *H. faber*, e sugeriu que *H. lundii* possui glândulas laterais (Brunetti et al., 2015). Ainda não se sabe a função exata dessas glândulas, porém estas apresentam compostos semelhantes a feromônios encontrados em salamandras pletodontídeos (Brunetti et al., 2015), o que levanta a hipótese de que os toques entre fêmeas e machos

documentados no presente trabalho podem condizer com comunicação química. Porém são necessárias análises histológicas para a comprovação desta hipótese.

Além dos estímulos táteis, um possível estímulo visual foi observado na corte de janeiro de 2015, em que a fêmea se encontrava na frente do macho com o corpo todo apoiado no chão e chutou o ar duas vezes com cada perna, semelhante a um sinal visual denominado *leg kicking* (Hodl & Amézquita, 2001). Porém, este comportamento foi registrado apenas uma vez e pode ter ocorrido devido a algum incômodo da fêmea no momento. Durante a corte de *H. lundii*, observamos que os machos alteravam seu canto de anúncio para canto de corte quando identificavam a presença da fêmea. O componente visual neste caso provavelmente possui importante papel na mudança de comportamento do macho (Reichert, 2013) e evidencia que as modalidades de comunicação em cortes complexas estão interligadas (Brunetti, Taboada & Faivovich, 2014). Uma vez que a corte pode ser caracterizada por estímulos repetitivos por parte do macho, acumulados na fêmea até que ultrapasse um limiar e esta se torne mais propensa a se acasalar (Teysseire & Halliday, 1986), a emissão de mais de um tipo de sinal pode facilitar o acasalamento (Hartmann, Hartmann & Haddad, 2004).

Considerando as descrições disponíveis na literatura, a maior parte dos hilídeos apresenta corte simples, com o macho vocalizando nos sítios de reprodução e fêmeas escolhendo um parceiro potencial (Wells, 2007). No entanto, muitas espécies de anuros possuem cortes complexas, envolvendo grande diversidade de estímulos, como observado aqui pela primeira vez para *H. lundii*. A ocorrência de corte complexa pode implicar em alto valor adaptativo, ao estimular a oviposição da fêmea, permitir a avaliação da qualidade do macho, e/ou guiar a fêmea até o local de oviposição (Carvalho, Galdino & Nascimento, 2006; Reichert 2013). Algumas espécies apresentam comportamento de corte semelhante ao observado para *H. lundii*, com o macho guiando a fêmea até o ninho com estímulos táteis e acústicos (e. g., Ovaska & Rand, 2001, Haddad, Faivovich & Garcia, 2005; Carvalho Jr, Galdino & Nascimento, 2006; Nali & Prado, 2012).

No presente estudo, observamos fêmeas de *H. lundii* abandonando o macho após analisar o ninho, semelhante ao comportamento observado para *Aplastodiscus leucopygius* (Haddad & Sawaya, 2000). Em espécies em que o macho constrói o ninho, a fêmea realiza inspeção deste provavelmente como forma de avaliar indiretamente o macho (Kluge, 1981). Em *Hypsiboas rosenbergi* (Kluge, 1981) e em *Hylodes asper* (Haddad & Giaretta, 1999), a fêmea entra no ninho, o inspeciona e o modifica antes do

amplexo. O comportamento de modificar o ninho antes da oviposição também foi observado em *H. faber*, em que a fêmea mergulha e arruma o fundo do ninho com o focinho (Martins & Haddad, 1988), assim como observamos para *H. lundii* neste estudo, em que as fêmeas podem arrumar o ninho com o focinho ou podem tirar terra com os braços esticados. Apesar de não termos efetivamente observado a construção dos ninhos, as dimensões semelhantes das depressões encontradas sugerem que são construídas pelos machos, assim como registrado para outras espécies do grupo anteriormente denominado de *Hypsiboas boans* (Kluge, 1981; Martins & Haddad, 1988). Estes ninhos construídos foram observados sendo reutilizados por outros casais durante este estudo, comportamento também observado em *H. faber* (Martins & Haddad, 1988). Nossos resultados sugerem, no entanto, que a construção de ninhos é resultado de plasticidade fenotípica, uma vez que podem tanto ser construídos como reaproveitados.

Os comportamentos agressivos entre machos ocorreram durante uma corte, quando dois machos estavam próximos e em resposta a cantos gravados e reproduzidos, sendo caracterizados pela emissão de cantos territoriais e duelos vocais. Comportamentos agressivos são comuns quando um macho está em corte com uma fêmea, como relatado em *Physalaemus signifer* (Wogel, Abruñosa & Pombal, 2002). Em *B. ibitiguara*, observou-se que um macho residente entrou em combate físico com um macho satélite, que havia seguido o casal até o local de desova (Nali & Prado, 2012). No caso de *H. faber*, os machos podem abandonar as fêmeas, mesmo já estando em amplexo, para emitir cantos agressivos, perseguir e até entrar em combate físico com outro macho (Martins, Pombal & Haddad, 1998). Combates físicos não foram observados em *H. lundii*, porém destacamos a presença de machos com cicatrizes no dorso e a existência de espinhos pré-policais. Por essas evidências, sugerimos que combates físicos devem ocorrer entre machos de *H. lundii*.

Vocalizações e seus contextos de emissão

No presente trabalho foram registrados três tipos de canto para *H. lundii*, o de anúncio, corte e territorial, e podemos acrescentar o grito de agonia (*distress call*) já descrito anteriormente (Toledo & Haddad, 2009), totalizando quatro tipos de cantos para esta espécie. Atualmente são descritos 13 tipos de cantos para anuros (Toledo et al., 2014), com diversas espécies apresentando mais de três tipos de canto (e.g., Martins &

Haddad, 1988; Toledo & Haddad, 2005; Hartmann, Hartmann & Haddad, 2006). Um repertório vocal complexo pode estar associado à reprodução prolongada, devido a uma necessidade maior de estabelecimento e defesa de territórios e atração de fêmeas; tal fato foi observado por exemplo nos congêneros *H. raniceps* (três tipos de canto; Guimarães & Bastos, 2006), e *H. punctatus* (sete tipos de canto; Brunetti, Taboada & Faivovich, 2015).

O canto de anúncio foi mais comumente ouvido, principalmente quando os machos estavam sozinhos. Este canto é o mais estudado e descrito na literatura (Wells, 2007) e possui como principal função a atração de fêmeas, sendo também importante para o reconhecimento específico e avaliação do tamanho por parte dos machos competidores (Toledo et al., 2014). A estrutura do canto de anúncio de *H. lundii* é multipulsionada, com uma sequência de apenas um tipo de nota, caracterizando um canto simples (Wells, 2007). O canto de corte foi emitido quando o macho estava na presença de uma fêmea, e possuía estrutura semelhante ao canto de anúncio, porém emitido com menor intensidade. O canto de corte emitido em menor intensidade foi relatado para outras espécies de anuros (e.g., Haddad & Giaretta, 1999; Toledo et al., 2004) e, provavelmente, tenha a função tanto de evitar que machos vizinhos percebam a presença de uma fêmea no local (Wells, 2007), quanto de evitar predadores (Toledo et al., 2014).

Os parâmetros do canto de anúncio obtidos no presente trabalho se assemelham aos parâmetros deste canto previamente descritos na literatura para *H. lundii* (Tabela 6). De acordo com a tabela 6, é possível perceber uma similaridade entre a maioria dos parâmetros analisados, com uma maior variação da frequência dominante, o que pode ser explicado pela estrutura harmônica encontrada na população da Serra do Cipó (Bokermann & Sazima, 1973), o que não foi observado em populações do estado de Goiás (Guimarães et al., 2001) e no presente estudo, como também por diferenças na média de CRC entre as populações, que possivelmente afeta a frequência dominante dos cantos. É relevante lembrar que amplitude e média podem variar de acordo com o número de cantos analisados e temperatura do ar (Guimarães & Bastos, 2006).

Tabela 6. Parâmetros do canto de anúncio obtidos no presente trabalho, no município de Sacramento, estado de Minas Gerais, e parâmetros previamente descritos na literatura para *Hypsiboas lundii*. Os valores são apresentados como média ou amplitude.

Intervalo de notas	Duração de notas	Notas/canto	Pulsos/nota	Frequência dominante	Referência
0,20 s	0,15 s	5-8	4	1500 Hz	Bokermann & Sazima, 1973
-----	0,90-1,69 s	1-6	4-25	493,01-1079,00 Hz	Guimarães et al., 2001
0,18 s	1,28 s	1-8	3,59	522,04 Hz	Presente estudo

O canto territorial foi emitido por machos de *H. lundii*, principalmente, quando havia dois machos próximos vocalizando, tendo sido observado mesmo durante a corte. Em anuros, este canto, muitas vezes, é emitido em contextos de disputas por recursos limitados, tais como fêmeas, sítios de oviposição, sítios de canto, de forrageamento ou simplesmente para manutenção do espaçamento entre machos (Littlejohn, 1977). O comportamento agressivo escalonado aqui observado (Figura 9) permite que os machos se avaliem e fujam antes do combate físico, já tendo sido relatado para outros hilídeos (Pombal & Haddad, 1988; Bastos & Haddad, 1995; Toledo & Haddad, 2005; Martins, Nali & Prado, 2012). Este comportamento é vantajoso para ambos os machos, pois minimiza interações físicas que podem causar injúrias, às vezes letais, ou deixá-los mais vulneráveis a predadores (Martins, Pombal & Haddad, 1988).

No presente estudo, os parâmetros do canto frequência mínima, frequência máxima, frequência dominante, duração do canto, intervalo entre notas, duração da nota e intensidade foram relevantes para distinguir os cantos de anúncio, territorial e de corte, com um maior destaque para a duração da nota e intensidade. Atualmente, a maioria dos trabalhos analisa variações interespecíficas do canto (e.g., Sullivan, Malmos & Given, 1996; Martins & Jim, 2003; Fonte, 2010) ou variações intraespecíficas de um mesmo tipo canto (Gerhardt, 1991; Lingnau & Bastos, 2007; Tessarolo, 2010), gerando uma lacuna de informações acerca da variação dos parâmetros do repertório vocal de uma mesma espécie. Um dos poucos trabalhos avaliando os parâmetros acústicos em diferentes tipos de canto da mesma espécie foi realizado com *Brachycephalus pitanga*, onde a análise discriminante também foi eficaz para diferenciar os cantos amostrados (Tandel et al., 2014). Sugerimos que este tipo de análise de parâmetros bioacústicos seja empregada para a correta classificação do cantos dentro do repertório vocal das espécies,

complementando, assim, a classificação baseada em observações comportamentais (e.g., Toledo et al. 2014).

Apesar de *H. lundii* ser uma espécie comum no Cerrado brasileiro, no presente estudo, descrevemos detalhes importantes sobre a biologia reprodutiva da espécie, principalmente aqueles relacionados aos comportamentos de corte, agressivo e oviposição. Detalhes sobre a história natural são desconhecidos para a maioria das espécies de anuros neotropicais, bem como para espécies de outras áreas tropicais do mundo. O paradoxo entre a enorme diversidade de espécies de anuros nos trópicos (Frost, 2015) e o pouco conhecimento sobre a biologia da maioria delas é o principal entrave atual para o avanço dos estudos que buscam elucidar os processos e mecanismos envolvidos na evolução de muitos caracteres de anfíbios anuros, sejam eles morfológicos ou comportamentais (Zamudio & Chan, 2008; Gomez-Mestre et al., 2012; Nali et al., 2014).

REFERÊNCIAS

- ALTIG, R.; MCDIARMID, R. W. Morphological diversity and evolution of egg and clutch structure in amphibians. *Herpetological Monographs*, v. 21, p. 1-32, 2007.
- ALTMANN, J. Observational Study of Behavior: Sampling Methods. *Behavior, University of Chicago*, v. 49, n. 3/4, p. 227-267, 1974.
- ARAÚJO, F. R. R. C.; BOCCHIGLIERI, A.; HOLMES, R. M. Ecological aspects of the *Hypsiboas albopunctatus* (Anura, Hylidae) in central Brazil. *Neotropical Biology and Conservation*, v. 2, n. 3, p. 165-169, 2007.
- ARAÚJO, O. G. S.; TOLEDO, L. F.; GARCIA, A. P. C.; HADDAD, C. F. B. The amphibians of São Paulo State, Brazil. *Biota Neotropica*, v. 9, 2009.
- BARROS, A. B. *Herpetofauna do parque nacional da Serra da canastra, Minas Gerais, Brasil*. 2011. 127 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 2011.
- BASTOS, R. P.; MOTTA, J. A. O.; LIMA, L. P.; GUIMARÃES, L. D. *Anfíbios da Floresta Nacional de Silvânia, estado de Goiás*. Stylo Gráfica e Editora, Goiânia. 2003.
- BERTOLUCI, J.; RODRIGUES, M. T. 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*, v. 42, n. 11, p. 287-297, 2002.
- BOKERMANN, W. C. A.; SAZIMA, I. Anfíbios da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil – Espécies novas de “*Hyla*” (Anura, Hylidae). *Revista Brasileira de Biologia*, v. 33, n. 3, p. 329-336, 1973.
- BRANDÃO, R. A.; ARAÚJO, A. F. B. A herpetofauna da Estação Ecológica de Águas Emendadas. In: *Vertebrados da Estação Ecológica de Águas Emendadas. História*

Natural e Ecologia em um fragmento de cerrado do Brasil Central (J. Marinho-Filho, F. Rodrigues & M. Guimarães, eds.). SEMATEC/IEMA, Brasília, p. 9-21, 1998.

BRASILEIRO, C. A.; SAWAYA, R. J.; KIEFER, M. C.; MARTINS, M. Amphibians of an open cerrado fragment in southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, v. 5, n. 2, 2005.

BRUNETTI, A. E.; TABOADA, C.; FAIVOVICH, J. The reproductive biology of *Hypsiboas punctatus* (Anura: Hylidae): male territoriality and the possible role of different signals during female choice. *Salamandra*, v. 50, n. 4, 2014.

CAMURUGI, F.; JUNCÁ, F. Reproductive biology of *Hypsiboas atlanticus* (Anura: Hylidae). *Herpetology Notes*, v. 6, p. 489-495, 2013.

CARVALHO Jr, R. R.; GALDINO, C. A. B.; NASCIMENTO, L. B. Notes on the courtship behavior of *Aplastodiscus arildae* (Cruz & Peixoto, 1985) at an urban forest fragment in southeastern Brazil (Amphibia, Anura, Hylidae). *Arquivos do Museu Nacional*, Rio de Janeiro, v. 64, n. 3, p. 247-254, 2006.

COSTA, T. B.; GUIMARÃES, L. D.; BASTOS, R. P. Territorial and mating behavior in *Phyllomedusa azurea* (Anura: Hylidae) at a temporary pond in west-central Brazil. *Phyllomedusa*, v. 9, n. 2, p. 99-108, 2010.

DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. *Biology of Amphibians*. New York: McGraw-Hill, 1994.

ETEROVICK, P. C.; RIEVERS, C. R.; KOPP, K.; WACHLEVSKI, M.; FRANCO, B. P.; DIAS, C. J.; BARATA, I. M.; FERREIRA, A. D. M.; AFONSO, L. G. Lack of phylogenetic signal in the variation in anuran microhabitat use in southeastern Brazil. *Evolutionary Ecology*, v. 24, p. 1-24, 2010.

FAIVOVICH, J.; HADDAD, C. F. B.; GARCIA, P. C. A.; FROST, D. R.; CAMPBELL, J. A.; WHEELER, W. C. Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hyliinae: phylogenetic analysis and taxonomic revision. *American Museum of Natural History*, v. 294, p. 1-240, 2005.

FREITAS, E. B.; DE-CARVALHO, C. B.; FARIA, R. G.; BATISTA, R. C.; BATISTA, C. C.; COELHO, W. A.; BOCCHIGLIERI, A. Nicho ecológico e aspectos da história natural de *Phyllomedusa azurea* (Anura: Hylidae, Phyllomedusinae) no Cerrado do Brasil Central. *Biota Neotropica*, v. 8, n. 4, 2008.

GERHARDT, H. C. Female mate choice in treefrogs: static and dynamic acoustic criteria. *Animal Behaviour*, v. 42, n. 4, p. 615-635, 1991.

GIASSON, L. O. M.; HADDAD, C. F. B. Mate choice and reproductive biology of *Hypsiboas albomarginatus* (Anura: Hylidae) in the Atlantic Forest, southeastern Brazil. *South American Journal of Herpetology*, v. 2, n. 3, p. 157-164, 2007.

GOMEZ-MESTRE, I.; PYRON, R. A.; WIENS, J. J. Phylogenetic analyses reveal unexpected patterns in the evolution of reproductive modes in frogs. *Evolution*, v. 66, n. 12, p. 3687-3700, 2012.

GUIMARÃES, L. D.; LIMA, L. P.; JULIANO, R. F.; BASTOS, R. P. Vocalizações de espécies de anuros (Amphibia) no Brasil central. *Boletim do Museu Nacional*, v. 474, p. 1-14, 2001.

HADDAD, C. F. B.; GIARETTA, A. A. Visual and Acoustic Communication in the Brazilian Torrent Frog, *Hylodes asper* (Anura:Leptodactylidae). *Herpetologica*, v. 55, n. 3, p. 324-333, 1999.

HADDAD, C. F. B.; FAIVOVICH, J.; GARCIA, P. C. A. The specialized reproductive mode of the treefrog *Aplastodiscus perviridis* (Anura: Hylidae). *Amphibia-Reptilia*, v. 26, n. 1, p. 87-92, 2005.

HADDAD, C. F. B.; PRADO, C. P. A. Reproductive Modes in Frogs and Their Unexpected Diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *BioScience*, v. 55, n. 3, p. 207-217, 2005.

HADDAD, C. F. B.; SAWAYA, R. J. Reproductive modes of Atlantic Forest Hylid frogs: A general overview and the description of a new mode. *Biotropica*, v. 32, p. 862-871, 2000.

HAIR Jr, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. *Análise multivariada de dados*. 6a. edição. Bookman, Porto Alegre. 688 p, 2009.

HARTMANN, M. T.; HARTMANN, P. A.; HADDAD, C. F. B. Visual signaling and reproductive biology in a nocturnal treefrog, genus *Hyla* (Anura: Hylidae). *Amphibia-Reptilia*, v. 25, p. 395-406, 2004.

HARTMANN, M. T.; HARTMANN, P. A.; HADDAD, C. F. B. Repertório vocal de *Hylodes phyllodes* (Amphibia, Anura, Hylodidae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, v. 46, n. 17, p. 203-209, 2006.

HODL, W.; AMÉZQUITA, A. Visual signaling in anuran amphibian. In: *Anuran communication* (M.J. Ryan, ed.). Smithsonian Inst. Press, Washington. p. 121-141, 2001.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of Brazilian Cerrado. *Conservation Biology*, v. 19, p. 707-713, 2005.

KLUGE, A. G. The life history, social organization, and parental behavior of *Hyla rosenbergi*, a nest building gladiator frog. *Museum of Zoology, University of Michigan*, v. 160, p. 1-180, 1981.

KOPP, K.; SIGNORELLI, L.; BASTOS, R. P. Distribuição temporal e diversidade de modos reprodutivos de anfíbios anuros no Parque Nacional das Emas e entorno, estado de Goiás, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, v. 100, n. 3, p. 192-200, 2010.

KREBS, C. J. *Ecological methodology*. v. 620. Menlo Park, California: Benjamin/Cummings, 1999.

LINGNAU, R.; BASTOS, R. P. Vocalizations of the Brazilian torrent frog *Hylodes heyeri* (Anura: Hylodidae): Repertoire and influence of air temperature on advertisement call variation. *Journal of Natural History*, v. 41, n. 17-20, p. 1227-1235, 2007.

LITTLEJOHN, M. J. Long-range acoustic communication in anurans: an integrated and evolutionary approach. In: *The reproductive biology of amphibians*, Tylor D. H., Guttman S. I. (eds). Plenum Press, New York, p. 263-294, 1977.

MARTINS, M.; HADDAD, C. F. B. Vocalizations and reproductive behaviour in the smith frog, *Hyla faber* Wied (Amphibia: Hylidae). *Amphibia-Reptilia*, v. 9, p. 49-60, 1988.

MARTINS, M.; POMBAL, J. P.; HADDAD, C. F. B. Escalated aggressive behaviour and facultative parental care in the nest building gladiator frog, *Hyla faber*. *Amphibia-Reptilia*, v. 19, p. 65-73, 1998.

MARTINS, I. A.; JIM, J. Bioacoustic analysis of advertisement call in *Hyla nana* and *Hyla sanborni* (ANURA, HYLIDAE) in Botucatu, São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 63, n.3, p. 507-516, 2003.

MCDIARMID, R. W. Preparing amphibians as scientific specimens. In: *Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians*, p. 289- 297. Heyer, W.R., Donnelly, M.A., McDiarmid, R.W., Hayek, L.C., Foster, M.S., Eds, Smithsonian, Washington, 1994.

MONTANARIN, A.; KAEFER, I. L.; LIMA, A. P. Courtship and mating behavior of the brilliant-thighed frog *Allobates femoralis* from Central Amazonia: implications for the study of a species complex. *Ethology Ecology & Evolution*, v. 23, n. 2, p. 141-150, 2011.

MORAIS, A. R.; SIGNORELLI, L.; GAMBALE, P. G.; KOPP, K.; NOMURA, F.; GUIMARÃES, L. D. A.; VAZ-SILVA, W.; RAMOS, J.; BASTOS, R. P. Anfíbios anuros associados a corpos d'água do sudoeste do estado de Goiás, Brasil. *Biota Neotropica*, v.11, n. 3, 2011.

MOURA, M. R.; MOTTA, A. P.; FEIO, R. N. An unusual reproductive mode in *Hypsiboas* (Anura: Hylidae). *Zoologia*, v. 28, n. 1, p. 142-144, 2011.

MUNIZ, K. P. R.; GIARETTA, A. A.; SILVA, W. R.; FACURE, K. G. Autoecologia de *Hypsiboas albopunctatus* (Anura, Hylidae) em área de Cerrado no sudeste do Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, v. 98, n. 2, p. 254-259, 2008.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403, p. 853-858. 2000.

NALI, R. C.; PRADO, C. P. A. Habitat use, reproductive traits and social interactions in a stream-dweller treefrog endemic to the Brazilian Cerrado. *Amphibia-Reptilia*, v. 33, p. 337-347, 2012.

NALI, R. C.; ZAMUDIO, K. R.; HADDAD, C. F. B.; PRADO, C. P. A. Size-Dependent Selective Mechanisms on Males and Females and the Evolution of Sexual Size Dimorphism in Frogs. *The American Naturalist*, v. 184, n. 6, 2014a.

NARINS, P. M.; HURLEY, D. D. The relationship between call intensity and function in the puerto rican coqui (Anura: Leptodactylidae). *Herpetologica*, v. 38, n. 2, p. 287-295, 1982.

OVASKA, K.; RAND, A. S. Courtship and reproductive behavior of the frog *Eleutherodactylus diastema* (Anura: Leptodactylidae) in Gamboa, Panama. *Journal of Herpetology*, v. 35, p. 44-50, 2001.

POMBAL Jr., P. Distribuição espacial e temporal de anuros (Amphibia) em uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 57, n. 4, p.583-594, 1997.

PRADO, C. P. A.; HADDAD, C. F. B. Testes size in leptodactylid frogs and occurrence of multiple spawning in the genus *Leptodactylus* in Brazil. *Journal of Herpetology*, v. 37, p. 354-362, 2003.

PRADO, C. P. A.; HADDAD, C. F. B. Size-fecundity relationships and reproductive investment in female frogs in the Pantanal, south-western Brazil. *Herpetological Journal*, v. 15, p. 181-189, 2005.

RAMOS, J. Z. P. *Ecologia e biologia reprodutiva de duas espécies simpátricas do gênero Aplastodiscus na serra do Japi, município de Jundiá, estado de São Paulo*. 2006, 98 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2006.

REICHERT, M. S. Visual cues elicit courtship signals in a nocturnal anuran. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, n. 67, p. 265-271, 2013.

RODRIGUES, D. J.; UETANABARO, M.; LOPES, F. S. Reproductive strategies of *Physalaemus nattereri* (Steindachner, 1863) and *P. albonotatus* (Steindachner, 1864) at Serra da Bodoquena, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Revista Espanhola de Herpetologia*, v. 18, p. 63-73, 2004.

RODRIGUES, D. J.; UETANABARO, M.; LOPES, F. S. Reproductive patterns of *Trachycephalus venulosus* (Laurenti, 1768) and *Scinax fuscovarius* (Lutz, 1925) from the Cerrado, Central Brazil. *Journal of Natural History*, v. 39, n. 35, p. 3217-3226, 2005.

SILVA, R. A.; MARTINS, I. A.; ROSSA-FERES, D. C. Bioacústica e sítio de vocalização em taxocenoses de anuros de área aberta no noroeste paulista. *Biota Neotropica*, v. 8, n. 3, 2008.

SULLIVAN, B. K.; MALMOS, K. B.; GIVEN, M. F. Systematics of the *Bufo woodhousii* complex (Anura: Bufonidae): advertisement call variation. *Copeia*, p. 274-280, 1996.

TANDEL, M. C. F. F.; LOIBEL, S.; OLIVEIRA, E. G.; HADDAD, C. F. B. Diferenciação de 3 tipos de vocalizações (cantos) na espécie *Brachycephalus pitanga*. *Revista de estatística UFOP*, v. 3, 2014.

TELLES, D. O. C.; VAZ, S. A. F.; MENIN, M. Reproductive biology, size and diet of *Hypsiboas cinerascens* (Anura, Hylidae) in two urban forest fragments in Central Amazonia, Brasil. *Phyllomedusa*, v. 12, n. 1, p. 69-76, 2013.

TESSAROLO, G. *Variação no canto de anúncio de Dendropsophus cruzi (Pombal & Bastos, 1998) (Anura: Hylidae)*. 2010, 59 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2010.

TEYSSÉDRE, C.; HALLIDAY, T. Cumulative effect of male's displays in the sexual behaviour of the smooth newt *Triturus vulgaris* (Urodela, Salamandridae). *Herpetological Monographs*, n. 10, p. 1-42, 1986.

TOLEDO, L. F.; GAREY, M. V.; COSTA, T. R. N.; LOURENÇO-DEMORAES, R.; HARTMANN, M. T.; HADDAD, C. F. B. Alternative reproductive modes of Atlantic forest frogs. *Journal of Ethology*, v. 30, p. 331-336, 2012.

TOLEDO, L. F.; GUIMARÃES, L. D.; LIMA, L. P.; BASTOS, R. P.; HADDAD, C. F. B. Notes on courtship, egg-laying site, and defensive behavior of *Epipedobates*

flavopictus (Anura, Dendrobatidae) from two mountain ranges of central and southeastern Brazil. *Phyllomedusa*, v. 3, n. 2, p. 145-147, 2004.

TOLEDO, L. F.; HADDAD, C. F. B. Acoustic repertoire and calling behaviour of *Scinax fuscomarginatus* (Anura, Hylidae). *Journal of Herpetology*, v. 39, n.3, p. 455-464, 2005b.

TOLEDO, L. F.; HADDAD, C. F. B. Defensive Vocalizations of Neotropical Anurans. *South American Journal of Herpetology*, v. 4, n. 1, p. 25-42, 2009.

TOLEDO; L. F.; MARTINS, I. A.; BRUSCHI, D. P.; PASSOS, M. A.; ALEXANDRE, C.; HADDAD, C. F. B. The anuran calling repertoire in the light of social contexto. *Acta Ethologica*, v. 18, n. 2, p. 87-99, 2014.

VALDUJO, P. H.; SILVANO, D. L.; COLLI, G.; MARTINS, M. Anuran species composition and distribution patterns in Brazilian Cerrado, a neotropical hotspot. *South American Journal of Herpetology*, v. 7, n. 2, p. 63-78, 2012.

WELLS, K. D. The social behavior of anuran amphibians. *Animal Behaviour*, v. 25, p. 666-693, 1977.

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

WOGEL, H.; ABRUNHOSA, P. A.; POMBAL, J. P. Atividade reprodutiva de *Physalaemus signifer* (Anura, Leptodactylidae) em ambiente temporário. *Iheringia, Série Zoologia*, v. 92, n. 2, p. 57-70, 2002.

ZAMUDIO, K. R.; CHAN, L. M. Alternative reproductive tactics in amphibians. *Alternative Reproductive Tactics: An Integrative Approach*, p. 300-331, 2008.

ZAR, J. *Bioestatistical Analyses*. Prentice Hall, New Jersey, 1999.

ZINA, J.; ENNSER, J.; PINHEIRO, S. C. P.; HADDAD, C. F. B.; TOLEDO, L. F. Taxocenose de anuros de uma mata semidecídua do interior do Estado de São Paulo e comparações com outras taxocenoses do Estado, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, v. 7, n. 2, 2007.

CONCLUSÕES GERAIS

- *Hypsiboas lundii* é uma espécie de reprodução prolongada; os machos vocalizaram de out/13 a maio/14 e dez/14 e jan/15; padrão temporal relacionado com outros estudos, porém com alterações possivelmente relacionadas com condições climáticas locais.
- Os animais utilizaram um amplo espectro de habitats e microhabitats, ocorrendo principalmente no chão e sempre associados a matas de galeria; generalista em relação a altura de empoleiramento.
- Dimorfismo sexual em comprimento rostro-cloacal (CRC) e não em massa, com fêmeas maiores que machos; espinhos pré-polcais também podem agir como dimorfismo sexual, uma vez que são melhores desenvolvidos em machos.
- Fêmeas maduras com $862,67 \pm 304,58$ ovócitos, com diâmetro médio de $1,62 \pm 0,18$ mm; ovócitos com polo animal escuro e polo vegetal creme; única desova encontrada com 683 ovos, com diâmetro médio de $1,13 \pm 0,40$ mm; fêmeas com esforço reprodutivo de $8,52 \pm 6,38\%$ e machos de $0,038 \pm 0,026\%$.
- Corte complexa, com estímulos táteis e sonoros mútuos entre machos e fêmeas, relevantes para conduzir fêmea até o local de desova; modo reprodutivo 4, comum ao gênero, com ovos e estágios larvais iniciais em bacias naturais ou construídas.
- Vocalizações relacionadas com contextos de emissão; observação dos cantos de anúncio, corte e territorial, com o primeiro sendo o mais comumente ouvido; canto de corte com a mesma estrutura que canto de anúncio, emitido quando o macho estava na presença de uma fêmea; canto territorial emitido principalmente na presença de outro macho, relevante na disputa por fêmeas e por evitar combate físico; duração média entre notas e intensidade foram os parâmetros mais significativos para distinguir os três tipos de canto amostrados.
- Estes resultados são relevantes para o conhecimento da biologia da espécie. Levando em consideração que a espécie é dependente de matas de galeria do domínio morfoclimático do Cerrado, ressaltamos a relevância da conservação desta savana muito ameaçada.