



**CES/JF**  
Centro de Ensino Superior  
de Juiz de Fora

MANTEDEDORA



Associação Propagadora Esdeva  
Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora – CES/JF  
Curso de Ciências Biológicas  
Trabalho de Conclusão de Curso – Artigo

---

## **INFLUENCIA DA BIOACÚSTICA NO SUCESSO DE ACASALAMENTO DOS ANUROS**

*Pedro Lopes Aguiar<sup>1</sup>*

*Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG*

*Helba Helena Santos Prezoto<sup>2</sup>*

*Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG*

Linha de Pesquisa: Meio Ambiente e Biodiversidade

### **RESUMO**

A comunicação vocal na maioria dos anuros, é a principal forma de atrair parceiros e defesa de territórios pelos machos. Além disso, características acústicas como frequência, intensidade, taxa de pulsos, taxa de canto e duração, são importantes para a seletividade das fêmeas por seus parceiros. Assim, o objetivo do estudo foi investigar, através de uma revisão bibliográfica, a importância da bioacústica na seleção sexual e sua influência no sucesso de acasalamento de anuros machos. Para tal foram utilizadas como meio de pesquisa, diferentes bases de dados para obtenção de publicações científicas especializadas e disponibilizadas digitalmente em endereços eletrônicos. Os diferentes tipos de cantos dos anuros indicam seu *status* de reprodução (canto de anúncio, canto de corte, canto de soltura), agressão (canto territorial, canto de encontro) e defesa (grito de estresse). Fêmeas tendem a selecionar machos que emitem cantos com características acústicas mais complexas. Muitos dos estudos de bioacústica em anuros foram baseados em experimentos controlados, não representando a fundo o ambiente natural. Características acústicas afetam o sucesso de acasalamento dos anuros, por meio da seleção sexual, tanto intersexual quanto intrasexual. Além de garantir o isolamento reprodutivo

**Palavras-chave:** Canto. Características acústicas. Sapos. Seleção sexual

### **1 INTRODUÇÃO**

A bioacústica é um ramo da ciência relacionado à etologia, que estuda como os animais comunicam entre si através da produção e recepção do som (PAVAN, 2008). Características acústicas como: frequência dominante,

---

<sup>1</sup>Discente do Curso de Ciências Biológicas do Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora – CES/JF. Endereço: Rua Santo Antônio 786/208. Celular: (32988919151 ). E-mail: pelopes321@gmail.com

<sup>2</sup>Docente do Curso de Ciências Biológicas do Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora. Orientador(a).

intensidade, duração, taxa de chamada e número de pulsos, são primordiais no sucesso da comunicação e estão correlacionadas à atributos fenotípicos dos indivíduos emissores (GERHARDT, 1998).

Nos anfíbios anuros, a vocalização possui um papel de extrema importância na sua biologia reprodutiva (SALTHER; MECHAM, 1984), já que os machos se agregam em um coro para atrair as fêmeas. Os sinais sonoros (ou cantos) são diversificados e usados para diferentes contextos sociais, tais como: canto de anúncio, encontro, territorial, soltura, estresse (TOLEDO et al., 2015), sendo o canto de anúncio o mais conhecido (POUGH et al., 2008).

Fêmeas utilizam os cantos de anúncio como um *status* de reprodução reconhecendo parceiros de sua mesma espécie, evitando assim hibridizações (LITTLEJOHN; WATSON, 1974), o que faz deste sinal sonoro um eficiente mecanismo de isolamento reprodutivo (BLAIR, 1955; HÖDL, 1977). As propriedades acústicas dos anuros servem também como importantes mediadores de interações entre os machos (RYAN, 1991), indicando a sua proximidade e mantendo um espaçamento entre eles (BRENOWITZ, 1989).

Na bioacústica dos anuros, o sucesso de acasalamento pode estar relacionado à fatores como: o período e a constância na emissão de sons (ZELICK et al., 1999), na competição entre os machos dentro de um coro (BRENOWITZ, 1989; LOPEZ et al., 1989), na utilização do meio em que vivem para que a propagação do som seja facilitada (GUIMARÃES; BASTOS, 2003), o tamanho corporal do macho (MORRIS; YOON, 1989) tendo em vista a correlação entre as características da vocalização com seu tamanho corporal (DUELLMAN; PYLES, 1983; GUIMARÃES; BASTOS, 2003; PRÖHL, 2003).

Segundo Andersson e Iwasa (1996), a seleção sexual pode geralmente depender da competição entre machos pela fêmea ou da seletividade da fêmea perante os machos. As propriedades acústicas dos cantos de anúncio são importantes para a seletividade das fêmeas que escolhem seus parceiros com base no som emitido (GERHARDT, 1994), indicando a condição física e aptidão reprodutiva do macho (KLUMP; GERHARDT, 1987). Analisar os parâmetros de reação e a habilidade auditiva das fêmeas perante as características dos cantos dos machos (CAPRANICA et al., 1973) pode ser importante para compreender melhor o papel da bioacústica entre anuros (MARTOF, 1961).

Assim, o objetivo do presente trabalho foi investigar, através de uma revisão bibliográfica, a importância da bioacústica na seleção sexual e a influência do sucesso acasalamento de anuros machos.

## 2 METODOLOGIA

O levantamento bibliográfico e a elaboração da revisão foram realizados durante o período de janeiro a maio de 2019, para tal foram consultadas diferentes bases de dados, como Google Acadêmico, Research Gate, Scielo (Scientific Electronic Library Online) e periódicos Capes e para obtenção de trabalhos científicos bem como consulta de livros online no Google Books. Foram selecionados livros e artigos científicos que fornecessem informações relevantes em concordância com o assunto em análise.

Para a realização da pesquisa foram utilizados indexadores específicos, sendo eles: bioacústica; anuros; seleção sexual; sucesso reprodutivo; sucesso de acasalamento; preferências; características; propriedades. Os artigos científicos selecionados foram publicados entre os anos de 1871 e 2015.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Bioacústica de anuros

Segundo Toledo et al. (2015), os cantos dos anuros são conspícuos e variados, podendo indicar *status* de reprodução (canto de anúncio, canto de corte, canto de soltura), agressão (canto territorial, canto de encontro) e defesa (grito de estresse). Eles classificaram o chamado canto de corte como uma vocalização para fins reprodutivos, utilizada à curta distância, antecedendo o amplexo e orientando as fêmeas, entretanto o canto mais conhecido e estudado é o de anúncio (POUGH et al., 2008), informando a presença e posição do macho territorial para outros machos e fêmeas coespecíficos (FELLERS, 1979). Atraindo assim, as fêmeas ou espaçando os machos dentro de um coro (TOLEDO et al., 2015).

Os cantos de anúncio são importantes para o sucesso reprodutivo, portanto as propriedades físicas dos cantos são um ponto de partida para

analisar a comunicação vocal nos anuros (GERHARDT; BEE, 2007). Essas propriedades acústicas dos machos estão sintonizadas com o sistema auditório das fêmeas (CAPARANICA et al., 1973), podendo transpassar diferentes tipos de informações, tais como: identidade (espécie, sexo), tamanho, condição física e condição genética (GERHARDT; HUBER, 2002).

As características acústicas dos cantos podem ser categorizadas em estáticas e dinâmicas. Propriedades estáticas como frequência e taxa de pulso costumam ser pouco variáveis entre os indivíduos de uma mesma espécie. Por outro lado, as propriedades dinâmicas como taxa e duração do canto costumam variar consideravelmente (GERHARDT; BEE, 2007). A atratividade de um canto pode depender da interação entre essas propriedades, indicando uma potencial aptidão dos machos para as fêmeas (GERHARDT, 1991).

Em geral, os anuros usam o fluxo do ar para gerar o som, que é produzido pela contração dos músculos do tronco. Essa contração faz com que o ar saia dos pulmões, passando pela laringe. O ar é pressionado para a cavidade bucal e para o saco vocal (WALKOWIAK, 2007). O custo energético para vocalizar é muito alto, sendo assim a seleção sexual pode moldar muitas das características nos cantos dos anuros, aumentando a eficácia na produção e recepção dos sons (WELLS; SCHWARTZ, 2007). A quantidade e a habilidade em utilizar a energia, influenciam na aptidão de um indivíduo e conseqüentemente no seu sucesso de acasalamento (RYAN, 1988).

Os sacos vocais dos anuros são conspícuos em relação à comunicação acústica dos machos (ZELICK et al., 1999), já que são um dos principais propagadores de som (WELLS; SCHWARTZ, 2007). Em alguns casos, o meio em que vivem ou substratos nos sítios de vocalização, podem também facilitar na propagação do som. Em um estudo com a espécie *Eupsophus calcaratus* (Günther, 1881), Penna (2004) sugeriu que os indivíduos escolhem ou constroem tocas que amplifiquem cantos coespecíficos.

Segundo Wells (1977a), o comportamento reprodutivo dos anuros pode se dividir basicamente em prolongado e explosivo. Anuros de comportamento prolongado tendem a ter cantos de anúncio mais complexos, pois para obterem maiores chances de reprodução, o macho deve aumentar sua atratividade para fêmea, investindo na vocalização. Já os de comportamento explosivo tendem a ter o repertório vocal menos complexo, ou até mesmo inexistente, pois utilizam

como principal estratégia, a busca ativa. As espécies que não possuem órgãos vocais e aparentemente não vocalizam (NOBLE; PUTNAN, 1931), podem estar atribuídas a esse comportamento explosivo, ao uso de habitats permanentes, e ao habitat com altos níveis de ruído de fundo (DUELLMAN; TRUEB, 1986 apud EMERSON; INGER, 1992; WELLS, 1977a). Por outro lado, há espécies de comportamento prolongado como o sapo de túngara, *Physalaemus pustulosus* (Cope, 1864) (atual *Engystomops pustulosus* Lynch, 1970), que produzem cantos complexos, podendo emitir cantos com até dois componentes ao mesmo tempo (RYAN, 1980; RYAN; GUERRA, 2014).

Embora sejam raras em anuros, algumas espécies possuem comunicação ultrassônica (ARCH et al., 2008; NARINS et al., 2004). Narins et al. (2004) sugeriram que esse tipo de comunicação em alta frequência seja resultado de uma pressão seletiva para evitar o mascaramento acústico no meio em que vivem, próximos à rios com altos níveis de ruídos de baixa frequência.

Apesar de ser uma característica mais presente nos machos, as fêmeas também podem vocalizar. Geralmente quando são abordadas por um macho não receptor, as fêmeas utilizam o canto de soltura (TOLEDO et al., 2015; ZELICK et al., 1999). Já em alguns raros casos, as fêmeas possuem comportamento de vocalizações ligadas ao acasalamento. Em *Rana virgatipes* Cope, 1891, fêmeas atraem machos com sua vocalização, que respondem com cantos de agressão (GIVEN, 1993).

### 3.2 Isolamento Reprodutivo

É ineficiente acasalar com a espécie errada, já que híbridos não são adequados geneticamente. Portanto diferentes espécies de anuros possuem diferentes cantos de anúncio e a seleção natural favorece os machos que possuem os cantos mais distintos, e as fêmeas que melhor distinguem essas diferenças de uma espécie da outra (ZELICK et al., 1999).

Oldham (1975) relatou em um teste discriminatório, que fêmeas de *Hyla cinerea* (Schneider, 1799) mesmo quando apresentadas com chamadas de acasalamento de *Hyla gratiosa* LeConte, 1857, tiveram preferência por chamadas territorialistas de sua própria espécie. Segundo Zelick et al. (1999), em espécies aparentadas, as propriedades acústicas podem se sobrepor.

Haddad et al. (1994) observaram duas espécies aparentadas: *Phyllomedusa distincta* Lutz, 1951 e *Phyllomedusa tetraploidea* Pombal e Haddad, 1992 com vocalizações semelhantes, gerando híbridos, reforçando a ideia de que as diferenças nas características dos cantos funcionam como um mecanismo de isolamento reprodutivo (BLAIR, 1941; BLAIR, 1955; HODL, 1977). Já nos sapos de Túngara, os cantos são mais complexos e possuem uma diferenciação nas características acústicas que são importantes para a escolha do parceiro. As fêmeas possuíram preferência por cantos locais específicos de baixa frequência, levando a um isolamento reprodutivo e uma potencial especiação (RYAN; GUERRA, 2014).

### 3.3 Seleção Sexual

#### 3.3.1 A relação entre Seleção sexual e sucesso reprodutivo

A seleção sexual atua geralmente nos machos para atingir o sucesso de acasalamento (GERHARDT; BEE, 2007). A intensidade da seleção sexual está diretamente relacionada com a variação do potencial sucesso reprodutivo dos machos (WELLS, 1977a). Segundo Bateman, 1948 *apud*. Andersson e Iwasa (1996), a seleção sexual é mais pronunciada nos machos devido à relação positiva entre o sucesso de acasalamento e a quantidade da prole obtida, onde nos machos essa relação é muito mais evidente do que nas fêmeas

Tanto a seleção intersexual quanto a intrasexual tem influência no sucesso de acasalamento dos anuros machos: nem todos os machos são igualmente capazes de defender seus sítios de vocalização ou de vocalizarem por longos períodos. E as fêmeas escolhem seus parceiros com base nas suas qualidades, confiando nas diferenças das propriedades dos seus cantos de anúncio (GERHARDT; BEE, 2007).

A ausência de competição entre os machos, pode levar a seleção intersexual das fêmeas ser o principal fator determinante no sucesso de acasalamento (TÁRANO; HERRERA, 2003; WELLS, 1977a). A seletividade das fêmeas para características específicas atribuídas ao sucesso reprodutivo dos machos, são herdadas, evoluindo em resposta à seleção sexual (RYAN, 1985). Segundo Gerhardt (1991), os padrões de seletividade feminina podem

gerar diferenças nas características dos cantos entre diferentes populações de machos.

### 3.3.2 Seleção Intrasexual

Segundo Darwin (1871), a seleção sexual depende da competição dos machos pelas fêmeas, através de alguma característica exclusiva dos machos. Na grande maioria dos anuros, a comunicação vocal é o principal meio em que os machos utilizam para atrair as fêmeas e defender seus territórios competindo entre si. Podendo haver um custo energético alto, além de atrair possíveis predadores ou competidores vizinhos (GERHARDT; BEE, 2007; RYAN, 1988). A quantidade de tempo que um macho gasta em um sítio de reprodução é determinante para seu sucesso de acasalamento (ANDERSSON, 1994). Essa competição entre os machos tem em parte, influência no seu padrão temporal e espacial reprodutivo (WELLS, 1977a).

Litch (1976) observou que assim que um determinado macho de *Bufo americanus* (Holbrook, 1836) (atual *Anaxyrus americanus*) começou a chamar, outros machos presentes no mesmo ambiente foram estimulados a vocalizar. Dentro de um coro, essas interações vocais entre machos competidores podem ocorrer por alternância, evitando assim que os cantos se sobreponham (FELLERS, 1979; GRAFE, 1996; WELLS, 1977a; ZELICK et al., 1999), ou por sincronia, embora a função deste comportamento ainda não seja clara (GREENFIELD, 1994). Grafe (1999) sugeriu que machos de *Kassina fusca* Schiøtz, 1967 vocalizam em sincronia para aumentar a conspicuidade para a fêmea em relação à vizinhos heteroespecíficos.

As interações entre machos em um coro competindo por fêmeas, podem ser designadas pela variação de determinadas características acústicas (GERHARDT; BEE, 2007). A duração dos cantos por exemplo, possui um importante efeito no sucesso de acasalamento dos machos: os que vocalizarem por longos períodos e maior constância, aumentam suas chances de garantir uma fêmea (LICHT, 1976; PRÖHL, 2003).

Estudos (BRENOWITZ, 1989; FELLERS, 1979) sugerem que a intensidade do canto também atua nas interações competitivas entre os machos, indicando sua proximidade para vizinhos coespecíficos e mantendo o espaçamento entre os machos vocalizadores. Brenowitz (1989) observou em

*Hyla regilla* (Baird e Girard, 1852) (atual *Pseudacris regilla*) que o número de cantos de encontro dos machos territoriais aumentou gradativamente à medida que a intensidade do canto de anúncio de machos vizinhos aumentava, mantendo assim um espaçamento entre eles. Já Fellers (1979) observou para *H. versicolor*, um limite de tolerância na intensidade do som do canto relacionado à uma determinada distância entre dois machos. Ao trocar o canto de anúncio pelo canto de corte na presença de uma fêmea próxima, eles costumam diminuir a intensidade do som, evitando assim a chegada de outros machos vizinhos (FELLERS, 1979; FELTON et al., 2006; WELLS; SCHWARTZ, 2007).

Características acústicas como frequência dominante servem para que os machos acessem o tamanho de outros rivais antes de uma possível luta (ARAK, 1983). Machos territorialistas costumam trocar seus cantos de anúncio por cantos agressivos de encontro ao perceberem a aproximação de outros vizinhos coespecíficos (FELLERS, 1979; WHITNEY, 1980).

Toledo et al. (2015) definiram o canto de encontro como uma interação à curta distância entre pelo menos dois machos. Quando essa interação vocal não estabelece nenhum domínio, um contato agonístico pode ocorrer (FELLERS, 1979; WELLS, 1977a), entretanto durante esses contatos, os machos podem produzir o canto de luta, que por ser uma interação de curto alcance, costumam apresentar uma menor duração, frequência e intensidade do que o canto de encontro (MARTINS; HADDAD, 1988; TOLEDO et al., 2015).

Alguns anuros machos, geralmente mais jovens ou menores, podem adotar estratégias onde utilizam um comportamento satélite, de maneira oportunista (WELLS, 2007), permanecendo próximo aos vocalizadores, reduzindo o custo energético e interceptando as fêmeas próximas (ZELICK et al., 1999). Para os machos vocalizadores, a presença dos machos satélites pode ser desvantajoso (FELLERS, 1979). Dependendo do contexto que estão inseridos, estes satélites começam a vocalizar na ausência do vocalizador ou quando este cessar a vocalização, alternando assim o comportamento (FELLERS, 1979; PERRIL et al., 1982).

Wells (1977b) apresenta duas hipóteses para o comportamento satélite: a espera pela vacância de territórios de vocalização; e interceptação de fêmeas próximas a machos vocalizadores. Segundo Haddad (1991),



machos de *Hyla minuta* Peters, 1872 (atual *Dendropsophus minutus*) apresentaram os dois comportamentos sugeridos na hipótese de Wells (1977b), hora interceptando fêmeas, hora aguardando a vacância. Já Guimarães e Bastos (2003) descreveram um comportamento satélite para a espécie *Hyla raniceps* (Cope, 1826) (atual *Boana raniceps*), onde houve uma provável espera de vacância no território de vocalização, já que não houve tentativa de amplexo por parte dos machos satélites.

### 3.3.3 Seleção Intersexual

As características acústicas nas vocalizações dos anuros (frequência dominante, intensidade, taxa de pulsos, taxa de canto e duração), são importantes para a seletividade das fêmeas (KLUMP & GERHARDT, 1987; GERHARDT, 1994; RYAN, 1991;), que tendem a preferir os cantos que demonstrem uma maior proeza dos machos (ZELICK et al., 1999), e efetivam na sua escolha por parceiros sexuais, procurando por características acústicas que sejam conspícuas, diminuindo o tempo de busca e o risco de predação (GRAFE, 1997). A atratividade geral de um canto, geralmente depende de mais de uma característica acústica (GERHARDT, 1991).

Para determinar a proximidade dos machos, as fêmeas podem utilizar as medidas da intensidade do canto de anúncio (GRAFE, 1997). Fêmeas têm preferência por estímulos de maior intensidade (FELLERS, 1979; GERHARDT et al., 2000; TÁRANO, HERRERA, 2003), já que a amplitude do som diminui com a distância (MICHELSEN, 1978) e as fêmeas que se moverem em busca de um parceiro por maiores distâncias, podem correr o risco de predação (GRAFE, 1997). Além disso, variações na intensidade dos cantos podem ser determinantes para influenciar na preferência das fêmeas por outras características acústicas (GERHARDT, 1991).

Nas propriedades dinâmicas, os valores mais extremos geralmente são preferíveis para as fêmeas do que valores próximos à média (GERHARDT, 1991). Fêmeas tendem a preferir chamadas de longa duração à chamadas de curta duração (TÁRANO; HERRERA, 2003), pois os cantos de maior duração podem indicar um melhor gasto energético e maior custo aeróbico, e portanto um investimento acústico (RYAN, 1988; WELLS; TAIGEN, 1986). Em estudos com *Hyla versicolor* LeConte, 1825 foram observados um aumento na duração

da chamada dos machos em resposta às fêmeas (KLUMP; GERHARDT, 1987; WELLS; TAIGEN, 1986). Entretanto, foi visto que a duração do canto desta mesma espécie apresentou um determinado limite máximo para que o sucesso de acasalamento não fosse diminuído (GERHARDT et al., 2000).

Quando uma fêmea se aproxima do macho, este tende a mudar seu canto de anúncio para o canto de corte, aumentando a duração do canto e sua taxa de chamada (FELLERS, 1979; FELTON, et al. 2006; MARTINS; HADDAD, 1988). Estudos relatam uma correlação direta da taxa de chamada com o sucesso de acasalamento do macho (PRÖHL, 2003; SULLIVAN; HINSHAW, 1990). Fêmeas de *Physalaemus enesefae* Heatwole, Solano e Heatwole, 1965 tiveram preferência por intervalos de curta duração entre as chamadas, ou seja uma maior taxa. Essa relação temporal entre os cantos dos machos também pode facilitar às fêmeas a discriminar outras propriedades acústicas (TÁRANO; HERRERA, 2003). Além disso, em um estudo com *Hyperolius marmoratus* Rapp, 1842, Grafe (1997) sugeriu que altas taxas de chamada aumentam a conspicuidade do macho para a fêmea no coro, diminuindo assim, o tempo de busca da fêmea por parceiros improváveis e o risco de predação.

As propriedades acústicas menos variantes, como taxa de repetição de pulsos dos cantos, funcionam melhor como diferenciação entre espécies (GERHARDT, 1991; RYAN, 1991). Klump e Gerhardt (1987) corroboram esta afirmação, no seu estudo com *H. versicolor*, onde fêmeas distinguiram os machos coespecíficos dos heterospecíficos de acordo com a taxa de pulso do canto. Os autores sugeriram que mecanismos de reconhecimento de espécies são o ponto inicial para seleção sexual.

A seletividade das fêmeas com base na escolha do tamanho dos machos pode explicar o sucesso de acasalamento: diversos autores (DUELLMAN; PYLES, 1983; FELTON et al., 2006; GUIMARÃES; BASTOS, 2003; OLDHAM, 1975; PORTER, 1964; RYAN, 1980; ZWEIFEL, 1968) observaram uma correlação inversa entre a frequência dominante com o tamanho corporal do macho. Estudos verificaram que machos de tamanho maiores costumam apresentar um maior sucesso no acasalamento que machos menores (LITCH, 1976; RYAN, 1980; TÁRANO; HERRERA, 2003; WILBUR et al., 1978), pois o tamanho adequado dos machos pode indicar para as fêmeas sua aptidão de fertilizar (LITCH, 1976; ROBERTSON, 1990), o

status de idade (MONNET; CHERRY, 2002) ou a capacidade de adquirir recursos alimentares (ZELICK et al., 1999).

Nem sempre a frequência é capaz de indicar um fator de escolha para as fêmeas. Arak (1983) observou em um teste de preferência que a frequência não foi determinante para a seletividade das fêmeas do sapo corredor, *Bufo calamita* Laurenti, 1768 (atual *Epidalea calamita*). Além disso, Kruse, 1981; Grafe, 1997, não observaram uma expressiva relação da escolha de parceiros com o tamanho do macho.

Em seu trabalho com *Acris gryllus* (LeConte, 1825), Capranica et al. (1973) concluíram que as fêmeas podem distinguir às vocalizações de anuros de diferentes regiões, respondendo às altas frequências de chamadas locais específicas. Entretanto, a preferência das fêmeas por vocalizações de baixa frequência têm sido melhor observadas (TELFORD et al., 1989; FELTON et al., 2006; DYSON; PASSMORE, 1992; TÁRANO; HERRERA, 2003).

Em sua revisão, Gerhardt e Bee (2007) questionaram até que extensão as fêmeas são capazes de acessar as propriedades acústicas dos machos na natureza. Segundo Robertson (1986) e Dyson & Passmore (1992), fêmeas podem apresentar uma dificuldade maior em discernir essas características acústicas em ambientes naturais quando comparado à testes controlados, isso se deve à complexidade dos ambientes naturais junto à uma série de fatores, como: o curto espaçamento entre os machos (DYSON; PASSMORE, 1992), ao número de machos vocalizando (TELFORD et al., 1989), ao mascaramento acústico entre anuros (GRAFE, 1996) ou pelo ruído externo (NARINS et al., 2004).

Em um experimento controlado de duas escolhas onde o ambiente foi suficientemente simples para discriminação acústica, Telford et al. (1989) observaram que fêmeas distinguem melhor as frequências em coros menores, selecionando os machos maiores. Foi sugerido que o padrão de acasalamento para *H. marmoratus* pode ser em função do tamanho do coro, ou seja, neste caso, um número reduzido de machos vocalizando. Em um estudo realizado por Grafe (1997), com a mesma espécie, as fêmeas se mostraram menos seletivas em ambientes acusticamente mais complexos.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cada característica acústica dos anuros influencia no sucesso de acasalamento dos machos, em diferentes contextos, tais como: espaçamento entre machos por meio da intensidade acústica; acesso do tamanho do macho com base na baixa frequência; indicação de aptidão reprodutiva através da duração da chamada; identificação de parceiros coespecíficos através da taxa de repetição de pulsos e aumento da taxa da chamada para orientar a fêmea.

Muitos dos estudos vistos foram baseados em experimentos controlados, não representando a fimco o ambiente natural. Entretanto não houve grande variação da relação de cada característica com o sucesso de acasalamento, podendo levar a crer na veracidade das relações entre as características acústicas e o sucesso de acasalamento por meio da seleção sexual em anuros. Além de garantir o isolamento reprodutivo entre espécies.

#### **ABSTRACT**

In most anurans, vocal communication is the main way used to attract sex partners and defend territories by males. Besides, acoustic properties such as frequency, intensity, pulse rate, call rate and call duration are relevant to female selectivity. Therefore, this study purpose was to investigate, through a literature review, the relevance of bioacoustics in sexual selection and its influence in male mating success. For such, it was utilized for the research different data base for obtainment of specialized scientific publications, which were also digitally available on websites. The different anuran call types indicate its status as: breeding (announcement call, courtship call, release call), aggression (territorial call, encounter call) and defense (stress call). Females usually select males that emit complex calls. Many bioacoustics anuran studies were based in controlled experiments, not truly representing the natural environment. Acoustic properties affect the reproductive success in anurans, through sexual selection, both intersexual and intrasexual. Besides, it grants the reproductive isolation.

**Keywords:** Sexual selection. Call. Acoustic properties. Frogs

#### REFERÊNCIAS

ANDERSSON, M. **Sexual Selection**. 1. Ed. Princeton: Princeton University Press, 1994.

ANDERSSON, M.; IWASA, Y. Sexual selection. **Trends in ecology & evolution**, v. 11, n. 2, p. 53-58, 1996.

- ARAK, A. Sexual selection by male–male competition in natterjack toad choruses. **Nature**, v. 306, n. 5940, p. 261-262, 1983.
- ARCH, V. S. GRAFE, T. U.; NARINS, P. M. Ultrasonic signalling by a Bornean frog. **Biology Letters**, v. 4, n. 1, p. 19-22, 2007.
- BLAIR, A. P. Variation, isolating mechanisms, and hybridization in certain toads. **Genetics**, v. 26, n. 4, p. 398-417, 1941.
- BLAIR, W. F. Mating call and stage of speciation in the *Microhyla olivacea*—*M. carolinensis* complex. **Evolution**, v. 9, n. 4, p. 469-480, 1955.
- BRENOWITZ, E. A. Neighbor call amplitude influences aggressive behavior and intermale spacing in choruses of the Pacific treefrog (*Hyla regilla*). **Ethology**, v. 83, n. 1, p. 69-79, 1989.
- CAPRANICA, R. R. FRISHKOPF, L. S.; NEVO, E. Encoding of geographic dialects in the auditory system of the cricket frog. **Science**, v. 182, n. 4118, p. 1272-1275, 1973.
- DARWIN, Charles. **The descent of man and selection in relation to sex**. D. Appleton, 1871.
- DUELLEMAN, W. E.; PYLES, R. A. Acoustic resource partitioning in anuran communities. **Copeia**, v. 1983, n. 3, p. 646-647, 1983.
- EMERSON, S. B.; INGER, R. F. The comparative ecology of voiced and voiceless Bornean frogs. **Journal of Herpetology**, v. 26, n. 4, p. 482-490, 1992.
- DYSON, M. L.; PASSMORE, N. I. Effect of intermale spacing on female frequency preferences in the painted reed frog. **Copeia**, v. 1992, n. 4, p. 1111-1114, 1992.
- FELLERS, G. M. Aggression, territoriality, and mating behaviour in North American treefrogs. **Animal Behaviour**, v. 27, n. 1, p. 107-119, 1979.
- FELTON, A.; ALFORD, R. A.; FELTON, A. M.; SCHWARZKOPF, L. Multiple mate choice criteria and the importance of age for male mating success in the microhylid frog, *Cophixalus ornatus*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 59, n. 6, p. 786-795, 2006.
- 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. The evolution of vocalization in frogs and toads. **Annual review of ecology and systematics**, v. 25, n. 1, p. 293-324, 1994.

GERHARDT, H. C. Acoustic signals of animals: recording, field measurements, analysis and description. **Animal acoustic communication**. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 1-25, 1998.

GERHARDT, H. C.; BEE, M. A. Recognition and localization of acoustic signals. In: **Hearing and sound communication in amphibians**. Springer, New York, NY, 2007. p. 113-146.

GERHARDT, H. C.; HUBER, F. **Acoustic communication in insects and anurans: common problems and diverse solutions**. Chicago: University of Chicago Press, 2002. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?id=0ySUuQTNMpkC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=0ySUuQTNMpkC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false). Acesso em: 12 de mar. 2019.

GERHARDT, H. C.; TANNER, S. D.; CORRIGAN, C. M.; WALTON, H. C. Female preference functions based on call duration in the gray tree frog (*Hyla versicolor*). **Behavioral Ecology**, v. 11, n. 6, p. 663-669, 2000.

GIVEN, M. F. Male response to female vocalizations in the carpenter frog, *Rana virgatipes*. **Animal Behaviour**, v. 46, n. 6, p. 1139-1149, 1993.

GRAFE, T. U. The function of call alternation in the African reed frog (*Hyperolius marmoratus*): precise call timing prevents auditory masking. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 38, n. 3, p. 149-158, 1996.

GRAFE, T. U. Costs and benefits of mate choice in the lek-breeding reed frog, *Hyperolius marmoratus*. **Animal Behaviour**, v. 53, n. 5, p. 1103-1117, 1997.

GRAFE, T. U. A function of synchronous chorusing and a novel female preference shift in an anuran. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 266, n. 1435, p. 2331-2336, 1999

GREENFIELD, M. D. Synchronous and alternating choruses in insects and anurans: common mechanisms and diverse functions. **American Zoologist**, v. 34, n. 6, p. 605-615, 1994.

GUIMARÃES, L. D.; BASTOS, R. P. Vocalizações e interações acústicas em *Hyla raniceps* (Anura, Hylidae) durante a atividade reprodutiva. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 92, n. 2, p. 149-158, 2003.

HADDAD, C. F. B.; Satellite behavior in the Neotropical tree frog *Hyla minuta*. **Journal of Herpetology**, v. 25, n. 2, p. 226-229, 1991.

HADDAD, C. F. B.; POMBAL, J. J., José, P.; BATISTIC, R. F. Natural hybridization between diploid and tetraploid species of leaf-frogs, genus *Phyllomedusa* (Amphibia). **Journal of Herpetology**, v. 28, n. 4, p. 425-430, 1994.

HÖDL, W. Call differences and calling site segregation in anuran species from Central Amazonian floating meadows. **Oecologia**, v. 28, n. 4, p. 351-363, 1977.

KLUMP, G. M.; GERHARDT, H. C. Use of non-arbitrary acoustic criteria in mate choice by female gray tree frogs. **Nature**, v. 326, n. 6110, p. 286, 1987.

KRUSE, K. C. Mating success, fertilization potential, and male body size in the American toad (*Bufo americanus*). **Herpetologica**, v. 37, n. 4, p. 228-233, 1981.

LICHT, L. E. Sexual selection in toads (*Bufo americanus*). **Canadian Journal of Zoology**, v. 54, n. 8, p. 1277-1284, 1976.

LITTLEJOHN, M. J. Long-range acoustic communication in anurans: an integrated and evolutionary approach. In: **The reproductive biology of amphibians**. Springer, Boston, MA, 1977. p. 263-294.

LITTLEJOHN, M. J. WATSON, G. F. Mating call discrimination and phonotaxis by females of the *Crinia laevis* complex (Anura: Leptodactylidae). **Copeia**, v. 1974, n. 1, p. 171-175, 1974.

LOPEZ, P. T. NARINS, P. M.; LEWIS, E. R.; MOORE, S. W. Acoustically induced call modification in the white-lipped frog, *Leptodactylus albilabris*. **Animal Behaviour**, v. 36, n. 5, p. 1295-1308, 1988.

MARTINS, M.; HADDAD, C. F. B. Vocalizations and reproductive behaviour in the smith frog, *Hyla faber* Wied (Amphibia: Hylidae). **Amphibia-reptilia**, v. 9, n. 1, p. 49-60, 1988.

MARTOF, B. S. Vocalization as an isolating mechanism in frogs. **American Midland Naturalist**, v. 65, n. 1, p. 126, 1961.

MICHELSEN, A. Sound reception in different environments. In: **Sensory ecology**. Springer, Boston, MA, 1978. p. 345-373.

MONNET, J.; CHERRY, M. I. Sexual size dimorphism in anurans. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 269, n. 1507, p. 2301-2307, 2002.

MORRIS, M. R.; YOON, S. L. A mechanism for female choice of large males in the treefrog *Hyla chrysoscelis*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 25, n. 1, p. 65-71, 1989.

NARINS, P. M.; FENG, A. S.; LIN, W.; SCHNITZER, H.; DENZIGER, A.; SUTHERS, R. A.; XU, C. Old World frog and bird vocalizations contain prominent ultrasonic harmonics. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 115, n. 2, p. 910-913, 2004.

NOBLE, G. K. PUTNAM, Phillips G. Observations on the life history of *Ascaphus truei* Stejneger. **Copeia**, v. 1931, n. 3, p. 97-101, 1931.

OLDHAM, R. S.; GERHARDT, H. C. Behavioral isolating mechanisms of the treefrogs *Hyla cinérea* and *H. gratiosa*. **Copeia**, v. 1975, n. 2, p. 223-231, 1975.

PAVAN, G. Short field course on bioacoustics. **Taxonomy Summer School**, p. 1-15, 2008.

PENNA, M. Amplification and spectral shifts of vocalizations inside burrows of the frog *Eupsophus calcaratus* (Leptodactylidae). **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 116, n. 2, p. 1254-1260, 2004.

PERRILL, Stephen A.; GERHARDT, H. Carl; DANIEL, Richard E. Mating strategy shifts in male green treefrogs (*Hyla cinerea*): an experimental study. **Animal Behaviour**, v. 30, n. 1, p. 43-48, 1982.

PORTER, K. R. Morphological and mating call comparisons in the *Bufo valliceps* complex. **American Midland Naturalist**, v. 71, n. 1, p. 237, 1964.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. **A vida dos vertebrados**. 4. Ed. São Paulo: Atheneu Editora, 2008.

PRÖHL, H. Variation in male calling behaviour and relation to male mating success in the strawberry poison frog (*Dendrobates pumilio*). **Ethology**, v. 109, n. 4, p. 273-290, 2003.

ROBERTSON, J. G. M. Male territoriality, Fighting and assessment of Fighting ability in the Australian frog *Uperoleia rugosa*. **Animal Behaviour**, v. 34, n. 3, p. 763-772, 1986.

ROBERTSON, J. G. M. Female choice increases fertilization success in the Australian frog, *Uperoleia laevigata*. **Animal Behaviour**, v. 39, n. 4, p. 639-645, 1990.

RYAN, M. J. Female mate choice in a neotropical frog. **Science**, v. 209, n. 4455, p. 523-525, 1980.

RYAN, M. J. **The túngara frog: a study in sexual selection and communication**. United States of America: University of Chicago Press, 1985. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?id=ZRXmq1-qVIsC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=ZRXmq1-qVIsC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false). Acesso em: 3 de mar. 2019.

RYAN, M. J. Energy, calling, and selection. **American Zoologist**, v. 28, n. 3, p. 885-898, 1988.

RYAN, M. J. Sexual selection and communication in frogs **Tree**, v. 6, n. 11, p. 351-355, 1991.



RYAN, M. J.; GUERRA, M. A. The mechanism of sound production in túngara frogs and its role in sexual selection and speciation. **Current Opinion in Neurobiology**, v. 28, p. 54-59, 2014.

SALTHER, S. N.; MECHAM, J. S. Reproductive and courtship patterns. **Physiology of the Amphibia**, v. 2, p. 330, 1974.

TARANO, Z.; HERRERA, E. A. Female preferences for call traits and male mating success in the Neotropical frog *Physalaemus enesefae*. **Ethology**, v. 109, n. 2, p. 121-134, 2003.

TELFORD, S. R.; DYSON, M. L.; PASSMORE, N. I. Mate choice occurs only in small choruses of painted reed frogs *Hyperolius marmoratus*. **Bioacoustics**, v. 2, n. 1, p. 47-53, 1989.

TOLEDO, L. F.; MARTINS, I. A.; BRUSCHI, D. P.; PASSOS, M. A.; ALEXANDRE, C.; 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: Journal of Herpetology**, v. 3, n. 2, p. 145-147, 2015.

WALKOWIAK, W. Call production and neural basis of vocalization. In: **Hearing and sound communication in amphibians**. Springer, New York, NY, 2007. p. 87-112.

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

WELLS, K. D. Territoriality and male mating success in the green frog (*Rana clamitans*). **Ecology**, v. 58, n. 4, p. 750-762, 1977b.

WELLS, K. D. **The Ecology and behavior of Amphibians**. United States of America: University of Chicago Press, 2007. *E-book*. Disponível em: <https://books.google.gy/books?id=eDKEKy5JJbIC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 15 de Fev. 2019

WELLS, K. D.; SCHWARTZ, J. J. The behavioral ecology of anuran communication. In: **Hearing and sound communication in amphibians**. Springer, New York, NY, 2007. p. 44-86.

WELLS, K. D.; TAIGEN, T. L. The effect of social interactions on calling energetics in the gray treefrog (*Hyla versicolor*). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 19, n. 1, p. 9-18, 1986.

WHITNEY, C. L. The role of the "encounter" call in spacing of Pacific treefrogs, *Hyla regilla*. **Canadian Journal of Zoology**, v. 58, n. 1, p. 75-78, 1980.

WILBUR, H. M.; RUBENSTEIN, D. I.; FAIRCHILD, L. Sexual selection in toads: the roles of female choice and male body size. **Evolution**, v. 32, n. 2, p. 264-270, 1978.

ZELICK, R.; MANN, D. A.; POPPER, A. N. Acoustic communication in fishes and frogs. In: **Comparative hearing: fish and amphibians**. Springer, New York, NY, 1999. p. 363-411.

ZWEIFEL, R. G. Effects of temperature, body size, and hybridization non mating calls of toads, *Bufo a. americanus* and *Bufo woodhousii fowleri*. **Copeia**, v. 1968, n. 2, p. 269-285, 1968.