

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICA
CURSO DE BACHARELADO EM BIOLOGIA**

HUGO SANTOS NERI BRAGA

**O efeito dos ruídos antropogênicos sobre o canto de anúncio de
anuros no município de Cruz das Almas, Bahia**

**Cruz das Almas
2019**

HUGO SANTOS NERI BRAGA

**O efeito dos ruídos antropogênicos sobre o canto de anúncio de
anuros no município de Cruz das Almas, Bahia**

Monografia apresentada ao curso de Bacharelado em Biologia, do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Biologia.

Orientador: Dr. Marcos Roberto Rossi dos Santos

Co-Orientador: Ms. Arielson dos Santos Protázio

Cruz das Almas

2019

HUGO SANTOS NERI BRAGA

O efeito dos ruídos antropogênicos sobre o canto de anúncio de anuros no município de Cruz das Almas, Bahia

Monografia apresentada ao curso de Bacharelado em Biologia, do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Biologia.

Aprovado em:/...../.....

Banca examinadora

Dr. Marcos Roberto Rossi dos Santos – Orientador
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

Ms. Cássio Rachid Meireles de Almeida Simões – 1º Membro
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Dr. Sérgio Schwarz da Rocha – 2º Membro
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

*Dedico a todos os negros e negras que
não tiveram a oportunidade de ingressar
no ensino superior.*

Agradecimentos

Agradeço a toda minha família por todo o apoio e todo suporte emocional e financeiro, em especial a minha mãe, Angelina Neri e ao meu pai, Carlos Francisco. Apesar de não estar mais entre nós, agradeço também a minha vó, Angelina que foi uma pessoa muito importante na minha vida e estaria muito feliz com esta minha conquista. Aos meus irmãos Guto e Rick, obrigado por tudo e um grande abraço!

Agradeço aos meus amigos que estavam presentes em minha vida antes da UFRB que me apoiaram e torceram por mim, desde minhas amigas da escola, até as mais recentes, meus amigos do CEC, da Cidade Serrana, de Salvador, Castro Alves!

Aos meus amigos mais próximos Victor, que entrou comigo e compartilhou diversos momentos memoráveis durante esses 5 anos, Isa, Giovanna, Driele e Ruanna um abraço especial a vocês e muito obrigado por todas as “regs” em que ficamos bebaços, as melhores lembranças que irei carregar. Um agradecimento especial a Ruanna que sempre foi muito paciente e compreensiva e que fez falta fisicamente na minha reta final (nem merecia, já que quando foi o contrário, fui chamado de demônio, mas, ok, meu coração é gigante).

A toda galera do grupo “Trupe viajante” (que não viaja), gratidão a vocês por todas as festas, viagens (só foi uma, ok.), rolês, discussões e desabafos políticos, tudo, vou me lembrar sempre de cada um de vocês, vou usar o Vitu, Aviãozinho (vulgo Gessica), Jérsei, Léo, Ciça, Raylson, Thaíscondida, aleatório-boy (Jhones) e Isa. Muito obrigado por tudo, é nois!

À família RAN, laboratório o qual fiz parte durante 4 anos; gostaria de agradecer por todo o conhecimento que obtive através das pessoas que passaram e que continuam no laboratório. Em especial às pessoas que já estavam quando eu cheguei, André, Lennise e Uilton, muito obrigado por tudo e pela excelente recepção. Um grande abraço para Tuá, que entrou no curso de Biologia comigo e um pouco depois no laboratório e que compartilhou diversos momentos dessa minha trajetória contribuindo de forma significativa. A todos os outros que entraram depois de mim e que também participaram da minha caminhada na herpetologia; muito obrigado Amanda, Vivian, Tiago, Joanna,

Lucas de Ubira, Ubira de Lucas, Luís, Larissa, Caio.

Aos meus orientadores e amigos Arielson e Rossi; fico grato por todos os ensinamentos, puxões de orelhas, cervejas compartilhadas, viagens, conselhos e todo o resto. Principalmente a Arielson, que me orientou desde o segundo semestre da minha graduação e devido afastamento não pode completar oficialmente o ciclo. Agradeço também a Rossi por ter me acolhido na minha reta final e aceitado me orientar mesmo com o laboratório cheio e com outras demandas. Muito Obrigado!

Agradeço ao movimento estudantil por ter proporcionado vários ambientes de aprendizado para além da sala de aula, muito obrigado a Luan, Jailson, Marcos, Safira, Pina, Valdir, Bielte entre outros, que juntos construímos um movimento estudantil autônomo e sem partido, apenas o interesse da classe como prioridade e norte. Aos meus colegas do Coletivo Maria e Zé Cláudio, Hamanguaí, Weslaine, Isabele, Inara, Rafaela, Matheus, Estefane (espero que tenha acertado seu nome) e Gessica Aviãozinho muito obrigado por este coletivo foda, uma das coisas que mais me orgulho de ter construído. A Clau e Felipe Milanez, obrigado a todo suporte e força que dão ao coletivo!

A todos que entraram comigo em 2014, a todos os meus professores e professoras, amigos em geral, todos vocês contribuíram de forma única para minha formação pessoal e profissional, MUITO OBRIGADO!

Por fim, mas não menos importante, um agradecimento mais do que especial a minha namorada, Isabele. Pessoa que esteve comigo maior parte da minha graduação me ajudando muito em vários aspectos, gostaria de agradecer profundamente e dizer que você sempre será uma pessoa muito importante na minha vida, te amo!

Obrigado a todos e todas!

“O impulso que eu tenho quando eu vejo uma injustiça me tira o medo, por que o homem é o que ele é, então se você tem coragem de lutar, lute, porque mais antes você morrer tentando do que morrer omissos.”

José Cláudio Ribeiro da Silva

BRAGA, H. S. N. O efeito dos ruídos antropogênicos sobre o canto de anúncio de anuros no município de Cruz das Almas, Bahia. 35 f. Monografia – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, fevereiro de 2019. Orientador: Marcos Roberto Rossi dos Santos.

RESUMO

Em anuros, a comunicação acústica possui uma grande importância na organização social dos indivíduos, exercendo papel relevante na conquista de parceiros reprodutivos e na defesa de território. A poluição sonora pode afetar diretamente a comunicação destes animais, reduzindo a eficiência no alcance e qualidade da vocalização emitida, o que pode comprometer o sucesso reprodutivo, detecção de predador e defesa de território. Ainda assim, estes animais podem apresentar adaptações que reduzem o mascaramento do som pelo ruído ambiental. O objetivo do trabalho é investigar as estratégias utilizadas pelos machos de quatro espécies de anuros para evitar o mascaramento do seu canto de anúncio frente aos ruídos antropogênicos. Foram coletadas informações acústicas dos machos cantores e do ruído do ambiente no município de Cruz das Almas, Bahia. Para isso, foram realizadas coletas entre os meses de agosto e outubro de 2019. Pontos foram selecionados previamente dentro da cidade que atenderam a dois critérios, machos em atividade acústica e fluxo de veículos e pessoas, além de outras fontes de ruídos antropogênicos. Os cantos de anúncio e os ruídos antropogênicos foram analisados no programa Raven Pro 1.5 e foram utilizados dois gravadores TASCAM DR-05 para que o canto e o ruído fossem gravados consecutivamente. Análises de componentes principais (ACP) foram utilizadas para estabelecer quais parâmetros do canto de anúncio eram mais relevantes para explicar a variação dos mesmos. Posteriormente, testes de Mann-Whitney foram realizados com essas variáveis para verificar diferenças no canto de anúncio de animais presentes no ambiente urbano e não urbano. Verificamos a relação entre o canto de anúncio de cada espécie e os ruídos antropogênicos. Para isto nós realizamos uma análise de regressão *stepwise (forward)* entre as variáveis do canto de anúncio selecionadas na ACP e as variáveis de ruídos antropogênicos. Por fim, nós utilizamos as variáveis selecionadas na regressão *stepwise* em um modelo de regressão múltipla, a fim de verificar as variáveis do ruído antropogênico que explicam as variações no canto de anúncio dos anuros. As análises foram feitas no programa Past 3.14. Foi visto que as populações urbanas apresentaram diferenças acústicas quando comparada a população não urbana, principalmente na frequência dominante, número de harmônicos e duração da nota, além disso, o canto de *L. trilogodytes* foi correlacionado com o ruído antropogênico, demonstrando que machos desta espécie respondem diretamente a quantidade de ruídos que estão expostos. Com isso, concluímos que foi necessário ajustes acústicos no canto de anúncio das espécies para que elas pudessem estar adaptadas ao ambiente urbano, corroborando com a hipótese de adaptação acústica proposta por Morton (1975).

Palavras-chave: Anfíbios; Bioacústica; Antropização; Urbanização.

BRAGA, H. S. N. The effect of the anthropogenic noises on the advertisement call of anurans species in Cruz das Almas, Bahia. 35 f. Monografia – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, fevereiro de 2019. Advisor: Marcos Roberto Rossi dos Santos.

ABSTRACT

In anurans, acoustic communication has a great importance in the social organization of individuals, playing a relevant role in the conquest of reproductive partners and in the defense of territory. Noise pollution can directly affect the communication of these animals, reducing the efficiency in the range and quality of emitted vocalization, which can compromise reproductive success, predator detection and territory defense. Still, these animals may have adaptations that reduce sound masking by environmental noise. The objective of this work is to investigate the strategies used by males of four species of anurans to avoid masking their advertisement singing in the face of anthropogenic noises. Acoustic information was collected from male singers and ambient noise in the city of Cruz das Almas, Bahia. For this, collections were performed between August and October 2019. Points were previously selected within the city that met two criteria, males in acoustic activity and flow of vehicles and people, as well as other sources of anthropogenic noise. Advertisement corners and anthropogenic noises were analyzed using the Raven Pro 1.5 program and two TASCAM DR-05 recorders were used to record the song and noise consecutively. Principal component analyzes (PCA) were used to establish which parameters of the advertisement corner were most relevant to explain their variation. Subsequently, Mann-Whitney tests were performed with these variables to verify differences in the advertisement corner of animals present in the urban and non-urban environment. We verified the relationship between the advertisement song of each species and the anthropogenic noises. For this we performed a stepwise regression analysis (forward) between the advertisement corner variables selected in the PCA and the anthropogenic noise variables. Finally, we used the variables selected in stepwise regression in a multiple regression model to verify the anthropogenic noise variables that explain the variations in the anurans' advertisement corner. Analyzes were performed using the Past 3.14 program. It was observed that the urban populations presented acoustic differences when compared to the non-urban population, mainly in the dominant frequency, number of harmonics and note duration. In addition, *L. trilogodytes* singing was correlated with anthropogenic noise, demonstrating that males of this species respond directly to the amount of noise that is exposed. Thus, we concluded that it was necessary acoustic adjustments in the advertisement corner of the species so that they could be adapted to the urban environment, corroborating the hypothesis of acoustic adaptation proposed by Morton (1975).

Keywords: Amphibians; Bioacoustics; Anthropization; Urbanization.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	1
2. Referencial Teórico	2
3. Objetivos.....	4
3.1. Objetivo Geral.....	4
3.2. Objetivos específicos	4
4. Material e Métodos.....	4
4.1. Área de Estudo.....	4
4. 2. Coleta de Dados	5
4. 3. Análises estatística.....	7
5. Resultados.....	8
6. Discussão	16
7. Conclusão	19
8. Referências Bibliográficas.....	20

1. Introdução

Sinais acústicos são atributos biológicos conservados dentro das espécies, servindo para a identificação dos mecanismos envolvidos na diversificação das diferentes linhagens (COCROFT; RYAN, 1995). Em anuros, a comunicação acústica exerce importante papel na organização social dos indivíduos, uma vez que é o comportamento mais utilizado para a conquista de parceiros reprodutivos e na defesa de território (WELLS, 1977; RYAN, 1988). Além disso, sinais acústicos são atributos biológicos conservados dentro das espécies, servindo para a identificação dos mecanismos envolvidos na diversificação das diferentes linhagens (COCROFT; RYAN, 1995). Talvez estas características expliquem porque os anuros podem alterar parâmetros de seu canto de anúncio na presença de ruídos ambientais, tornando possível o reconhecimento deste sinal pelas fêmeas, garantindo assim a reprodução. Essa adaptação está associada à plasticidade dos parâmetros temporais ou espectrais do canto de anúncio, os quais tornam possível evitar uma sobreposição com os ruídos do ambiente (PENNA; HAMILTON-WEST, 2007; PARRIS et al., 2009).

O processo de urbanização inerente ao crescimento e desenvolvimento da civilização humana tem provocado uma série de alterações ambientais, que vão desde a destruição de habitats naturais até a poluição atmosférica, da água ou sonora. A poluição sonora, definida como a produção de ruídos gerados pela atividade humana (BRUMM, 2013), pode afetar diretamente as interações sociais de diferentes espécies já que os ruídos antropogênicos são capazes de reduzir a eficiência da comunicação entre um remetente e um receptor (FARINA, 2014). Neste contexto, os ruídos antropogênicos podem afetar a qualidade da vocalização percebida, à medida que reduz seu potencial de propagação e alcance, fazendo com que o som não seja efetivo, uma vez que estará mascarado e não seja percebido por uma fêmea reprodutiva ou um macho competidor, prejudicando o sucesso reprodutivo, a defesa territorial e, até mesmo, a detecção de predadores (KATTI; WARREN, 2004; PATÓN et al., 2012).

Estudos têm evidenciado adaptações do canto de anúncio de anuros na presença de ruído de sons antropogênicos ou até mesmo naturais, expressos, em sua grande maioria, em mudanças na frequência dominante dos cantos de anúncio. Lardner e Bin Lakim (2002) observaram que machos da perereca *Metaphrynella sundana* Peters, 1867, uma espécie de anuro que vocaliza parcialmente submersa, modifica a frequência dominante do seu canto em função da quantidade de água presente em seu micro-

habitat; assim, quando o nível de água está baixo, a coluna de ar aumenta neste micro-habitat, assim, *M. sundana* diminuí a frequência para obter maior amplitude e eficiência acústica. Em relação a ruídos antropogênicos a perereca *Litoria ewingii* Duméril; Bibron, 1841 apresentou plasticidade no canto, uma vez que sua frequência dominante aumentava de acordo com a faixa de frequência dos ruídos urbanos, de forma a tentar alcançar uma frequência que diminuísse o efeito negativo do ruído (PARRIS et al., 2009). Esses exemplos evidenciam que as espécies modificam seus parâmetros acústicos frente a fatores ambientais, possibilitando um sucesso reprodutivo, bem como a manutenção dessas espécies nestes ambientes.

Em centros urbanos, algumas espécies de anuros podem ser encontradas vocalizando dentro de esgotos, frestas de calçamento ou em pequenas poças formadas após as chuvas (ZOCCA et al., 2014). Isto sugere que estas espécies apresentam uma maior plasticidade adaptativa, incluindo estratégias acústicas que garantam a sobrevivência em ambientes alterados. Esta é uma característica típica de animais com comportamento generalista, o que garante sua maior distribuição e permanência no ambiente (BRASILEIRO et al., 2005). Assim, estudos que investigam as adaptações da comunicação acústica de anuros na presença de ruídos antropogênicos podem oferecer informações relevantes que ajudem a identificar processos microevolutivos que são a chave para compreensão dos mecanismos que regem o funcionamento das comunidades e a interação entre espécies, tal como redução dos níveis competição no uso dos recursos e coexistência (FARINA, 2014).

O presente estudo buscou investigar como os ruídos antropogênicos do centro urbano afetam a estrutura do canto de anúncio de quatro espécies de anuros na cidade de Cruz das Almas, Bahia. Nos baseamos na hipótese da adaptação acústica proposta por Morton (1975) que define a existência de modulações nos parâmetros do sinal acústico de um animal como consequência de um ruído ambiental.

2. Referencial Teórico

Estudos abordando poluição sonora vêm alertando sobre as consequências negativas do estresse acústico para humanos; a vida em ambiente excessivamente ruidoso pode promover a perda gradativa de audição, aumento da pressão arterial, insônia e problemas de memória correlacionados com o aumento do ruído do ambiente (LERCHER et al., 2003; FARIAS, 2010). Desse modo, temos mais estudos

direcionados ao bem-estar humano e uma carência de informações sobre os efeitos dos ruídos antropogênicos nos atributos biológicos de outros animais, que poderiam auxiliar na compreensão dos efeitos do crescimento humano e urbanização sobre as taxas de sobrevivência e risco de extinção dos demais grupos taxonômicos (WARREN et al., 2006).

Um dos principais desafios do uso de ambientes urbanos por animais que utilizam sinais acústicos para a comunicação é lidar com a influência negativa dos ruídos antropogênicos, os quais dificultam o envio da mensagem sonora (FARINA, 2014). Assim, as vocalizações dos machos precisam se adaptar à paisagem sonora local, de modo que as características do canto apresentem um deslocamento de caráter que evite que o ruído do ambiente sobreponha de forma absoluta o seu canto, tornando-o inaudível (JACOBSEN et al., 2011; FARINA, 2014). Assim, a hipótese de adaptação acústica, proposta por Morton (1975) e reforçada por Farina (2014), define que animais podem mudar alguns parâmetros no canto para potencializar a sua comunicação e diminuir os efeitos causados por ruídos do ambiente sejam eles naturais (água, vento e cachoeira) ou antropogênicos (festas, construções e máquinas), evidenciando que os animais apresentam plasticidade quanto a estrutura do seu canto.

Uma das respostas mais comuns aos ruídos do ambiente é o chamado efeito Lombard, definido como o aumento da amplitude do som emitido em função do mascaramento do som do ambiente (LOMBARD, 1911). Primeiramente descrito para humanos, como uma tentativa de falar em alto ruído, como num local com som alto, onde o indivíduo pode aumentar o volume, altura e duração das sílabas. A existência do efeito Lombard também foi encontrado em outros mamíferos (HOTCHKIN; PARKS, 2013), além de aves (CYNX et al., 1998; BRUMM, 2004). Em anuros, a presença desse efeito é dada como incerta, porém, alguns pesquisadores obtiveram resultados positivos quanto ao aumento da amplitude da vocalização de anuros e apontaram o efeito Lombard como estratégia utilizada pelos machos cantores (KAISER; HAMMERS, 2009; HALFWERK et al., 2015).

Outras estratégias utilizadas pelos animais como estratégias para driblar os ruídos do ambiente é o uso dos harmônicos como visto em uma espécie de esquilo *Spermophilus beecheyi* (Rabin, 2003); o trabalho evidenciou a capacidade do esquilo terrestre da Califórnia de modificar a energia acústica do canto para os harmônicos que não se sobrepõem ao ruído de fundo. Em aves, efeito similar foi encontrado em algumas espécies que aumentam a frequência mínima do seu canto para estar acima das faixas do

ruído antropogênico (BRUMM; TODT, 2002; SLABBEKOORN; PEET, 2003).

Em anuros a presença de estrutura harmônica no canto de anúncio tem importante papel na seleção sexual. Fêmeas de anuros demonstraram uma maior detectabilidade em vocalizações que apresentaram estrutura harmônica, preferindo machos com estas características (GERHARDT, 1990). Os machos de anuros podem utilizar também estruturas do ambiente para potencializar o seu canto (WELLS; SCHWARTZ, 1982) mas, para além deste comportamento adaptativo, foi visto que a espécie de perereca *Metaphrynella sundana* conciliou o uso do ambiente com mudanças acústicas, ajustando as propriedades do canto para se beneficiar ao máximo da amplificação da sua vocalização decorrente do uso de tronco de árvore (LARDNER; BIN LAKIM, 2002).

3. Objetivos

3.1. Objetivo Geral

Verificar o efeito dos ruídos antropogênicos sobre o comportamento acústico dos machos de anuros, identificando variações que evitem o mascaramento do sinal acústico pelo ambiente.

3.2. Objetivos específicos

- i. Identificar e descrever o canto de anúncio das espécies de anuros que vocalizam em ambiente urbano expostos a ruídos antropogênicos.
- ii. Verificar a existência de variação intrapopulacional entre anuros que vivem em ambientes com maior e menor nível de ruído antropogênico.
- iii. Verificar a existência de relação entre os parâmetros do canto de anúncio dos anuros e os níveis de ruídos antropogênicos em que os indivíduos estão expostos.

4. Material e Métodos

4.1. Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido no município de Cruz das Almas, localizado no Estado da Bahia, Nordeste do Brasil (12°40'24.9" S; 39°06'06.1" O; altitude 226 m). A cidade está inserida na região conhecida como Recôncavo Baiano, caracterizado como

uma área de transição entre os Biomas Mata Atlântica e Caatinga. O município apresenta uma população estimada de 64.932 habitantes, com uma área territorial de 139.117 km² (IBGE, 2017). O clima do município é o tropical chuvoso, com média de precipitação de 1.143 mm e formação vegetal de floresta estacional semi-decídua (SOUZA et al., 2009).

O município de Cruz das Almas apresenta sua vegetação nativa intensamente modificado pela ação humana, especificamente para a criação de pasto e plantações, reduzindo as áreas florestais a dois fragmentos inseridos no ambiente urbano: o remanescente do Parque Municipal Mata de Cazuzinha e remanescente da Embrapa Mandioca e Fruticultura (NEVES, 2014). Além disso, a inserção de um campus da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia provocou um grande crescimento populacional do município nos últimos anos, sendo considerada uma cidade que centraliza grandes redes urbanas. Através disso tem-se observado também a propagação de condomínios e loteamentos fechados em diversas partes do município (SANTANA, 2009), muitos dos quais promovem a supressão da vegetação nativa para construção dos empreendimentos.

Este cenário levanta a necessidade de investigações sobre os efeitos que o crescimento urbano provoca na biota, os quais são imprescindíveis para a criação de um plano de crescimento urbano que esteja em harmonia com a preservação dos recursos naturais.

4. 2. Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada entre os dias 28 de agosto de 2019 e 03 de outubro de 2019, totalizando 10 dias de atividade. Durante este período foram coletadas informações acústicas dos anuros e do ambiente em área urbana de Cruz das Almas, oriundas de diferentes áreas da cidade. Os pontos de coleta foram escolhidos previamente à coleta de dados, afim de se obter locais com machos de anuros em atividade reprodutiva, como poças temporárias ou regiões de alagadiços. Os pontos selecionados obedeceram a dois requisitos, apresentar anuros em atividade acústica e incidência de veículos e pessoas em trânsito, além de outras fontes ruidosas, para dessa forma podermos testar a hipótese da adaptação acústica.

Foram selecionados sete pontos de coleta de dados (Coplan, Rodoviária, Multiuso, Pista da UFRB, Ginásio da UFRB, Poções, Embrapa) (Figura 1) e

identificadas quatro espécies com machos vocalizantes. O sapo dos lábios brancos de Pernambuco, *Leptodactylus troglodytes* Lutz, 1926 foi a única espécie encontrada em todos os pontos, totalizando 15 indivíduos. A rã cachorro, *Physalaemus cuvieri* Fitzinger, 1826 foi encontrada vocalizando apenas nos Pontos 4 e 5, totalizando 6 indivíduos. A rã-anã, *Physalaemus kroyeri* (Reinhardt & Lütken, 1862) também só foram encontrados nos Pontos 4 e 5 e apenas 4 indivíduos. Já a rã-ruiva, *Leptodactylus fuscus* (Schneider, 1799) foi registrado nos Pontos 1 e 2, também com apenas 4 indivíduos.

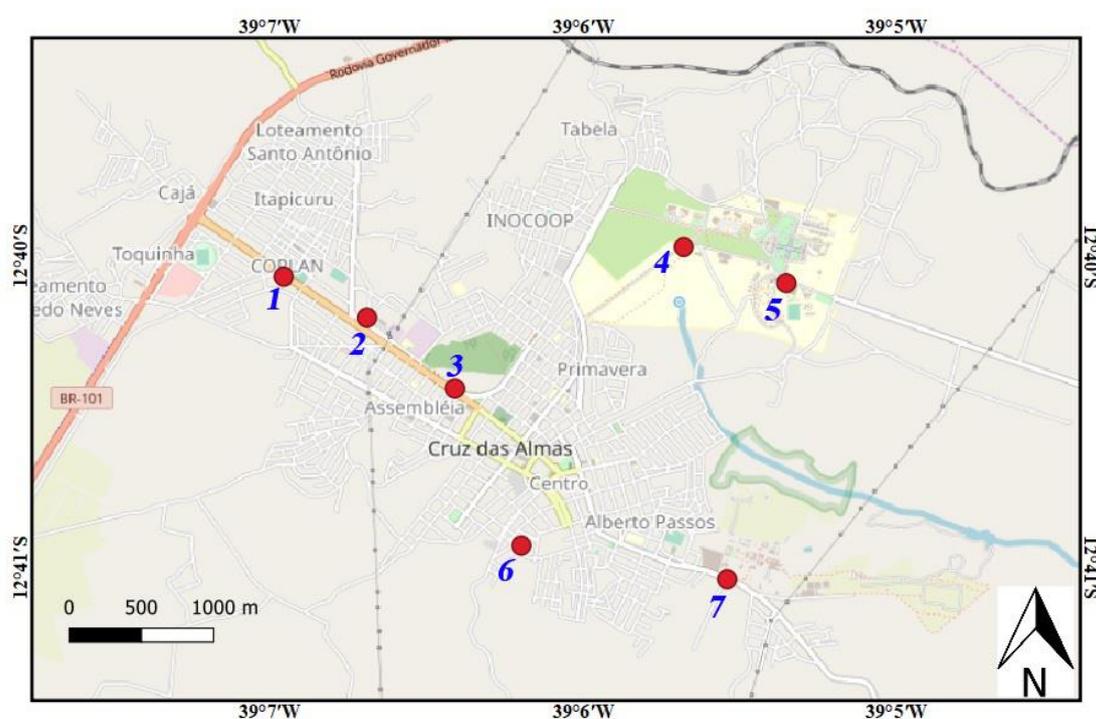


Figura 1. Distribuição dos pontos de coleta na cidade de Cruz das Almas, Bahia. (1) Ponto da Coplan, (2) Ponto Rodoviária, (3) Ponto Multiuso, (4) Pista UFRB, (5) Ginásio UFRB, (6) Ponto Poções, (7) Ponto Embrapa.

Dados acústicos foram obtidos por meio de busca acústica e visual dos machos cantores, com início às 18:00 e término ao fim do monitoramento de todos os pontos, que era por volta das 22:00, quando a atividade acústica dos animais diminuía. A ordem de visita dos pontos mudava a cada dia, como forma de monitorar os pontos em horários diferentes. Os cantos de anúncio dos anuros e os ruídos antropogênicos foram gravados com gravador Tascan DR-05, acoplado a um microfone unidirecional Yoga HT81, com a frequência de entrada de 48 kHz e 24 bits de resolução. Para cada registro acústico e

macho cantor foram usados dois microfones, um para o registro do canto de anúncio e outro para registro do ruído antropogênico no momento do canto. Os microfones foram direcionados, concomitantemente, tanto para o macho cantor quanto para a fonte do ruído antropogênico, a fim de se verificar o quanto o ruído antropogênico é capaz de promover variações no canto de anúncio.

Canto de anúncio e ruídos antropogênicos foram registrados durante 2 minutos e foram analisados no Programa Raven Pro 1.5. Para o ruído antropogênico, foram mensuradas: (i) frequência máxima (Hz); (ii) energia do som (dB); e (iii) quantidade de ruídos antropogênicos (n). Já para o canto de anúncio foram mensuradas as variáveis: (i) frequência fundamental (Hz); (ii) frequência dominante (Hz); (iii) número de harmônicos; (iv) duração da nota (s); (v) distância entre cantos (s); e (vi) número de pulsos. Para *L. fuscus* e *L. troglodytes* não foi mensurado o número de pulsos devido o canto das duas espécies apresentar estrutura apulsionada.

Adicionalmente, informações acústicas de machos vocalizantes das quatro espécies e oriundas de áreas não urbanas do município de Cruz das Almas também foram coletadas. Para isso, nós verificamos a existência de registros acústicos das quatro espécies presentes na sonoteca herpetológica do Laboratório de Répteis e Anfíbios (RAN) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Estes registros acústicos foram utilizados para verificar a existência de variações no canto de anúncio entre machos de ambiente urbano e não urbano.

Assim, foram selecionados 12 registros acústicos provenientes da localidade conhecida como Mata da Cascalheira (2 *L. fuscus*, 2 *L. troglodytes*, 4 *P. kroyeri*, 4 *P. cuvieri*). A Mata da Cascalheira está inserida dentro do território da Universidade Federal do Recôncavo Bahia, numa área com poucas construções e com forte presença de vegetação. Entretanto, impactos antrópicos são visíveis, principalmente o corte de madeira e a criação de gado, sendo predominante a formação de áreas abertas e a presença de arbustos e gramíneas, com poucas árvores de grande porte (VIEIRA et al., 2019). Mesmo impactada, a Mata da Cascalheira possui um corpo d'água permanente e alguns temporários, o quais são utilizados por diversas espécies de anuros durante sua época reprodutiva; desessete espécies de anuros foram registradas em atividade de vocalização em um dos corpos d'água desta localidade (VIEIRA et al., 2019).

4. 3. Análises estatística

Primeiramente, houve a transformação logaritma (Log_{10}) todas as variáveis acústicas para obtenção da normalidade, foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk*. Em seguida, foi realizado uma Análise dos Componentes Principais (ACP) das variáveis do canto de anúncio de cada espécie, considerando o canto dos indivíduos registrados na área urbana e o canto dos indivíduos registrados na área não urbana (Mata da Cascalheira). O objetivo desta análise foi identificar as variáveis mais relevantes na explanação da variação nos cantos de anúncio de uma mesma espécie entre as duas áreas. Na ACP foi utilizada uma matriz de correlação e consideramos as variáveis mais relevantes como sendo aquelas que apresentaram as maiores cargas (*loadings*), nos eixos com maiores autovalores (*eigenvalue*). Para *L. fuscus*, *L. troglodytes* e *P. cuvieri* as variáveis duração do canto e frequência fundamental foram excluídas da ACP por elas serem redundantes à duração da nota e frequência dominante, respectivamente.

Em seguida realizamos testes de Mann-Whitney para validar a existência de diferença entre as médias das variáveis acústicas selecionadas na ACP, entre indivíduos registrados na área urbana e os registrados na área não urbana. O teste de Mann-Whitney é um teste não paramétrico, que permite comparar e verificar diferenças entre as médias de duas amostras independentes (AYRES et al., 2007).

Posteriormente, verificamos a relação entre o canto de anúncio de cada espécie e os ruídos antropogênicos. Para isto nós realizamos uma análise de regressão *stepwise (forward)* entre as variáveis do canto de anúncio selecionadas na ACP e as variáveis de ruídos antropogênicos. A regressão *stepwise* é um método de regressão que permite a seleção de modelos mais sintéticos, à medida que ele indica as variáveis preditoras que apresentem maior relação com a variável dependente, reduzindo ruídos associados a entrada de variáveis que tem pouca contribuição ou com colinearidade ao modelo (AYRES et al., 2007). Por fim, nós utilizamos as variáveis selecionadas na regressão *stepwise* em um modelo de regressão múltipla, a fim de verificar as variáveis do ruído antropogênico que explicam as variações no canto de anúncio dos anuros. Como *L. fuscus* e *P. kroyeri* apresentaram um baixo *n* amostral (4 machos cantores cada), elas foram excluídas da análise de regressão. Todas as análises foram feitas no programa Past 3.14 (HAMMER et al., 2001).

5. Resultados

Leptodactylus fuscus

O canto de anúncio de *L. fuscus* foi composto por apenas uma única nota apulsionada, com modulação ascendente e presença de harmônicos (Figura 2). A média da frequência dominante foi 1.655,9 Hz, sendo também a fundamental (Tabela 1). A ACP entre os cantos da área urbana e os cantos da área não urbana indicaram que as variáveis mais relevantes foram número de harmônicos e duração da nota (Figura 3). O teste *U* de Mann-Whitney evidenciou que houve diferença entre o número de harmônicos ($p = 0,0001$), sendo um maior número de harmônicos observado na população urbana (Figura 4), foram encontrados resultados significativos também para a duração da nota ($p = 0,0001$).

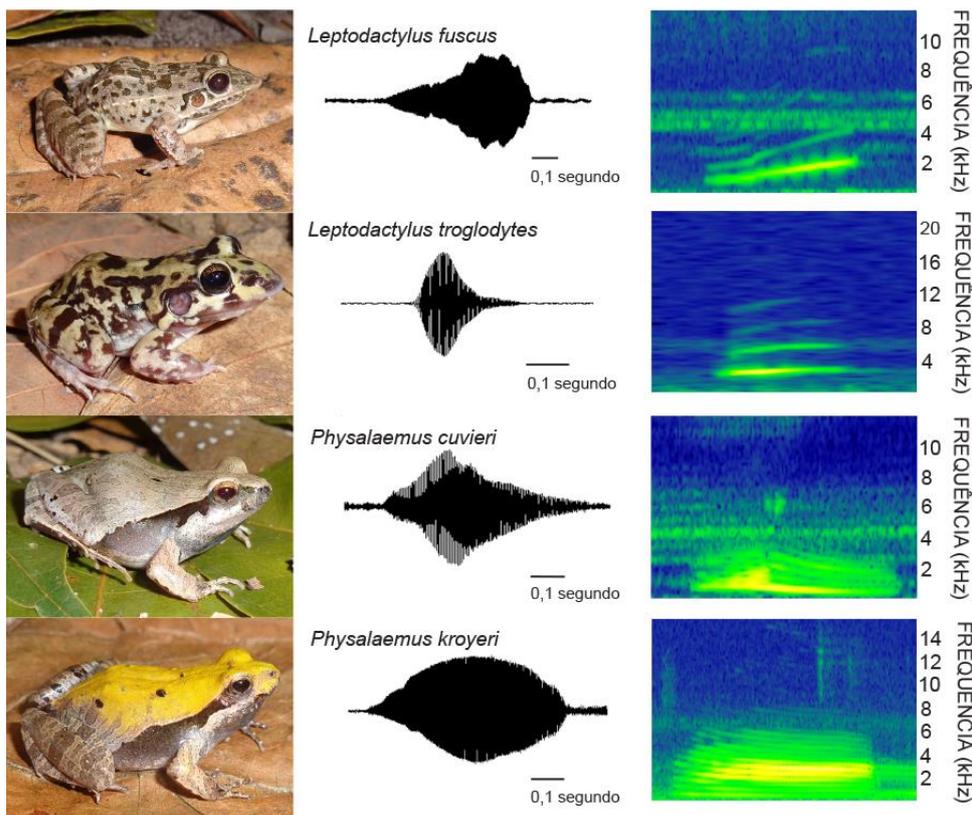


Figura 2. Imagem dos animais, cantos e espectrogramas respectivamente das quatro espécies presentes no trabalho.

Physalaemus kroyeri

O canto de *P. kroyeri* foi composto por uma única nota multipulsionada, com modulação descendente no decorrer do canto, com a presença de muitos harmônicos (Figura 2). A média de pulsos foi 289 pulsos por canto, a média da frequência dominante foi 3.022 Hz e a média da frequência fundamental foi 564, 2 Hz (Tabela 1).

A ACP entre os cantos da área urbana e os cantos da área não urbana indicaram que as variáveis mais relevantes foram duração da nota e número de harmônicos (Figura 5).

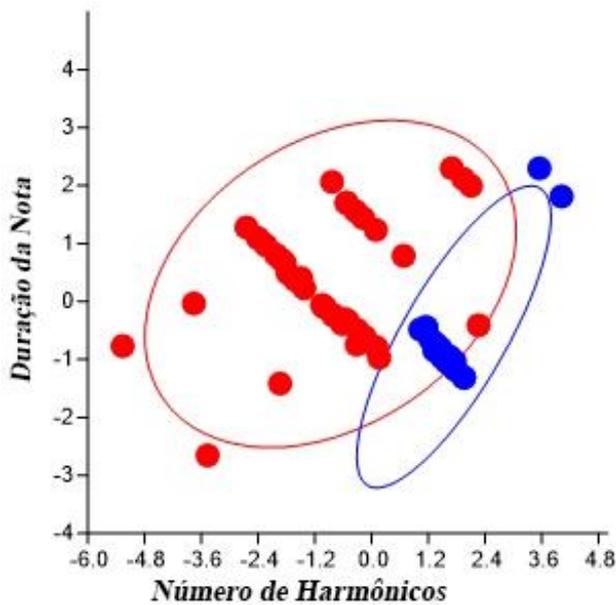


Figura 3. Resultado da análise de componentes principais gerados a partir do canto de anúncio de *Leptodactylus fuscus* no ambiente urbano (vermelho) e não urbano (azul).

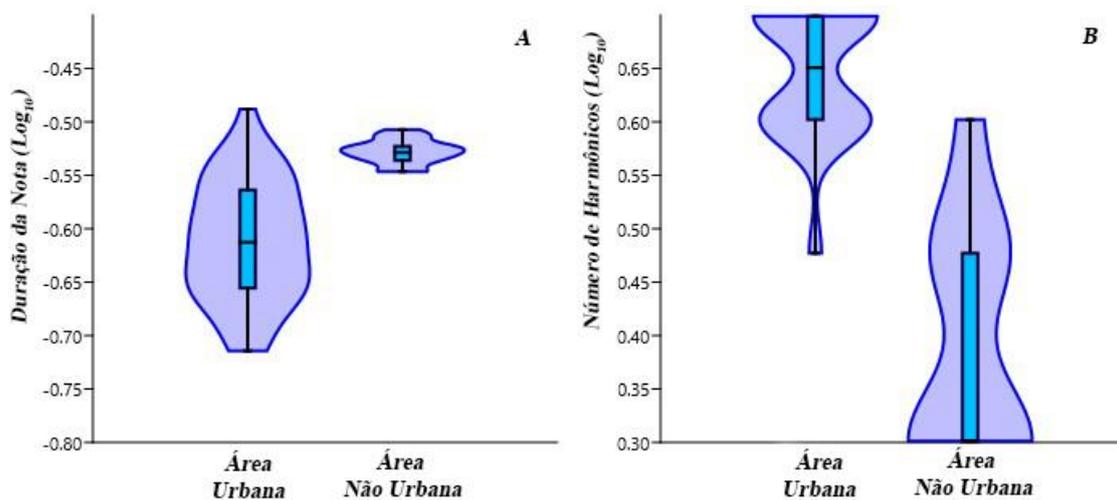


Figura 4. Distribuição dos parâmetros acústicos mais relevantes na distinção entre indivíduos de área urbana e não urbana de *Leptodactylus fuscus*. (A) Duração da nota e (B) Número de harmônicos.

Apesar disso houve diferença apenas entre o número de harmônicos ($p = 0,0001$), sendo um maior número de harmônicos observado na população urbana (Figura 6). Não foram encontrados valores significativos para duração da nota.

Tabela 1. Descrição do canto de anúncio com os parâmetros utilizados das quatro espécies de anuros presentes no trabalho.

	Número de indivíduos (<i>n</i>)	Duração da nota (s)	Número de Pulsos	Frequência dominante (Hz)	Frequência fundamental (Hz)	Número de Harmônicos
<i>Leptodactylus fuscus</i>	6					
Ponto Rodoviária	2	0,238	-	1649,5	1649,5	4
Ponto Coplan	2	0,254	-	1662,3	1662,3	5
Média Urbana	2	0,246	-	1655,9	1655,9	4
Mata da Cascalheira	2	0,297	-	1706,2	1706,2	2
<i>Leptodactylus troglodytes</i>	15					
Coplan	2	0,056	-	2825,1	2825,1	4
Rodoviária	3	0,073	-	2985,9	2985,9	4
Multiuso	3	0,049	-	3089,3	3089,3	7
Pista da UFRB	2	0,052	-	2717,5	2717,5	3
Ginásio da UFRB	1	0,065	-	2859,6	2859,6	3
Poções	3	0,049	-	2925,6	2925,6	3
Embrapa	1	0,092	-	2747,6	2747,6	3
Média Urbana	2	0,059	-	2913,0	2913,0	4
Mata da Cascalheira	2	0,041	-	2764,8	2764,8	2
<i>Physalaemus cuvieri</i>	6					
Pista da UFRB	4	0,328	118	729,3	729,3	21
Ginásio da UFRB	2	0,330	133	694,8	694,8	22
Média Urbana	3	0,329	126	712,1	712,1	22
Mata da Cascalheira	4	0,280	144	750,0	750,0	8
<i>Physalaemus kroyeri</i>	4					
Pista da UFRB	2	0,865	333	2825,2	499,6	33
Ginásio da UFRB	2	0,697	274	3087,6	585,7	22
Média Urbana	2	0,739	289	3022,0	564,2	27
Mata da Cascalheira	4	0,789	326	2636,0	526,0	10

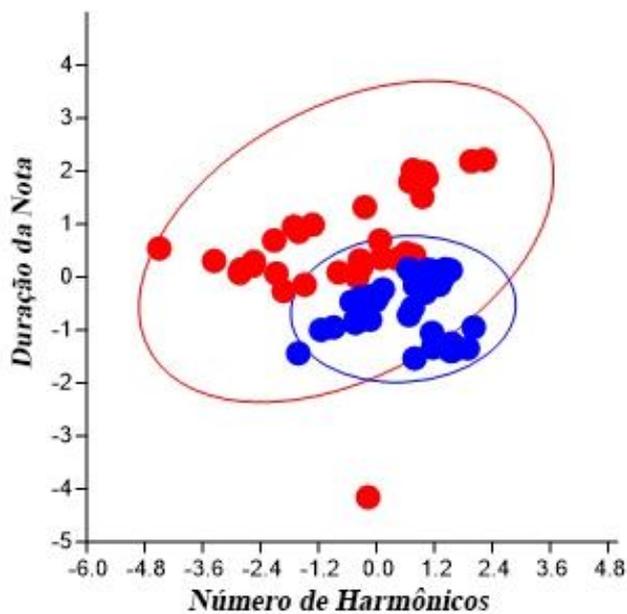


Figura 5. Resultado da análise de componentes principais gerados a partir do canto de anúncio de *Physalaemus kroyeri* no ambiente urbano e não urbano.

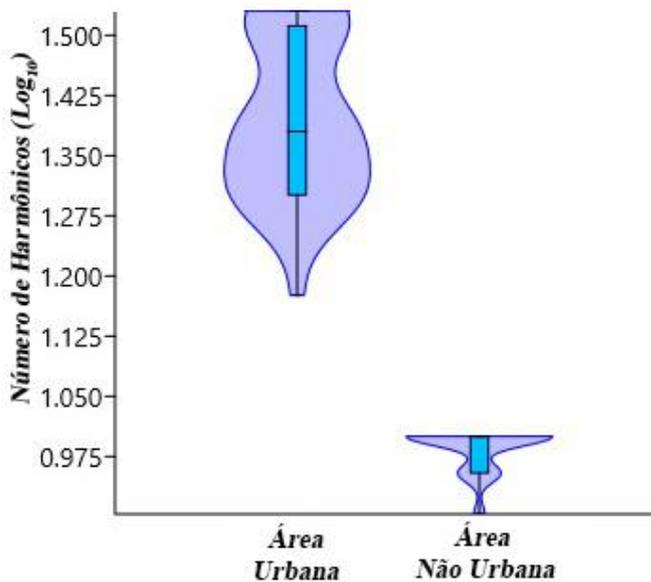


Figura 6. Distribuição do número de harmônicos na distinção entre indivíduos de área urbana e não urbana de *Physalaemus kroyeri*.

Leptodactylus troglodytes

O canto de anúncio de *L. troglodytes* apresentou um canto formado por uma única nota apulsionada, com uma discreta modulação ascendente e presença de

harmônicos (Figura 2). A média da frequência dominante foi 2913,0 Hz, sendo também a fundamental (Tabela 1). A ACP evidenciou que as variáveis frequência dominante e número de harmônicos foram as que melhor explicaram a diferenciação acústica entre indivíduos de área urbana e de área não urbana (Figura 7). A análise adicional usando o teste de Mann-Whitney evidenciou diferenças significativas entre indivíduos da área urbana e área não urbana em ambas variáveis (número de harmônicos: $p = 0,0001$; frequência dominante: $p = 0,0002$) (Figura 8).

As análises de regressão *stepwise* revelaram que as variáveis dos ruídos antropogênicos: quantidade de ruídos e energia do som foram as que melhor se relacionaram com o número de harmônicos do canto de anúncio. Posteriormente, a análise de Regressão Múltipla evidenciou que a quantidade ruídos antropogênicos é a variável que mais exerce influência sobre o número de harmônico no canto de anúncio ($r^2 = 0,04$; $p = 0,001$). Para a frequência dominante do canto de anúncio a regressão *stepwise* revelou que a frequência do ruído e a quantidade de ruídos são as variáveis que mais se relacionam com a frequência dominante. Apesar disso, a Regressão Múltipla não evidenciou influência das variáveis do ruído antropogênico sobre a frequência dominante dos cantos de anúncio ($p = 0,16$).

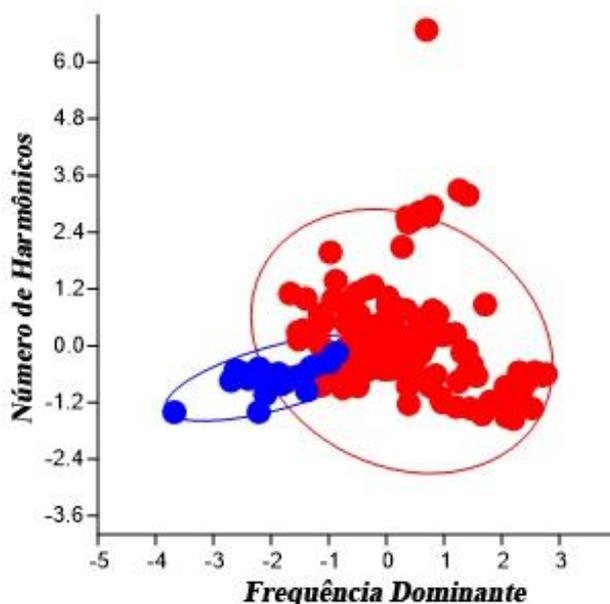


Figura 7. Resultado da análise de componentes principais gerados a partir do canto de anúncio de *Leptodactylus troglodytes* no ambiente urbano e não urbano.

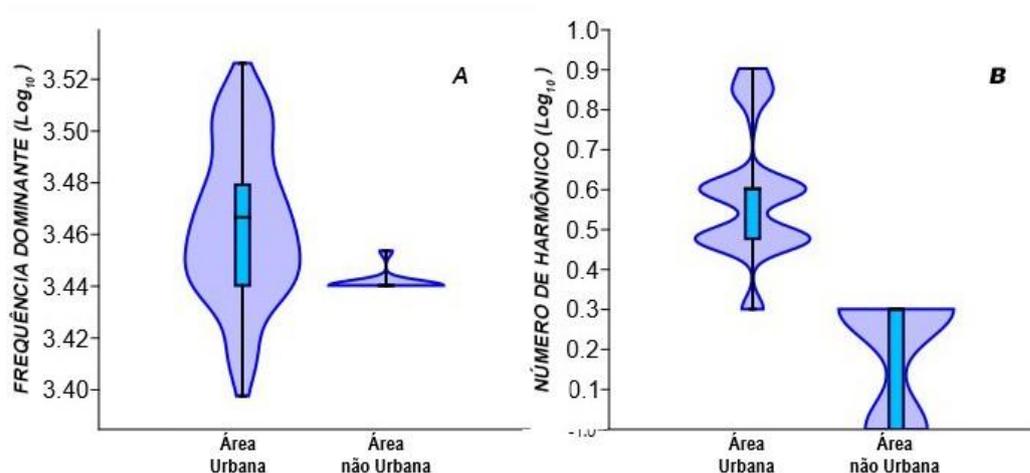


Figura 8. Distribuição dos parâmetros acústicos mais relevantes na distinção entre indivíduos de área urbana e não urbana de *Leptodactylus troglodytes*. (A) Frequência Dominante e (B) Número de harmônico.

Physalaemus cuvieri

O canto de *P. cuvieri* apresentou um canto formado por uma única nota multipulsionada, com modulação ascendente no início e descendente na sequência, e a presença de muitos harmônicos (Figura 2). A média dos pulsos foi 126 pulsos por canto, a média da frequência dominante foi 712,1 Hz (Tabela 1). A ACP evidenciou que as variáveis duração da nota e número de harmônico foram as que melhor explicaram a diferenciação acústica entre os indivíduos da área urbana e área não urbana (Figura 9).

A análise usando o teste de Mann-Whitney, evidenciou diferenças significativas entre indivíduos da área urbana e área não urbana em ambas variáveis (duração da nota: $p = 0,0001$; número de harmônicos: $p = 0,0001$) (Figura 10).

As análises de regressão *stepwise* revelaram que as variáveis dos ruídos antropogênicos: frequência do ruído e energia do som foram as que melhor explicaram a duração da nota do canto de anúncio. Posteriormente, a análise de Regressão Múltipla não evidenciou influência do ruído antropogênico sobre a duração da nota no canto de anúncio ($p = 0,45$). Em relação ao número de harmônicos, a regressão *stepwise* revelou que a frequência do ruído e o quantidade de ruídos foram as que mais se relacionaram com o número de harmônicos do canto de anúncio. Ainda assim, a Regressão Múltipla também não evidenciou influência das variáveis do ruído antropogênico sobre o número de harmônico no canto de anúncio ($p = 0,15$).

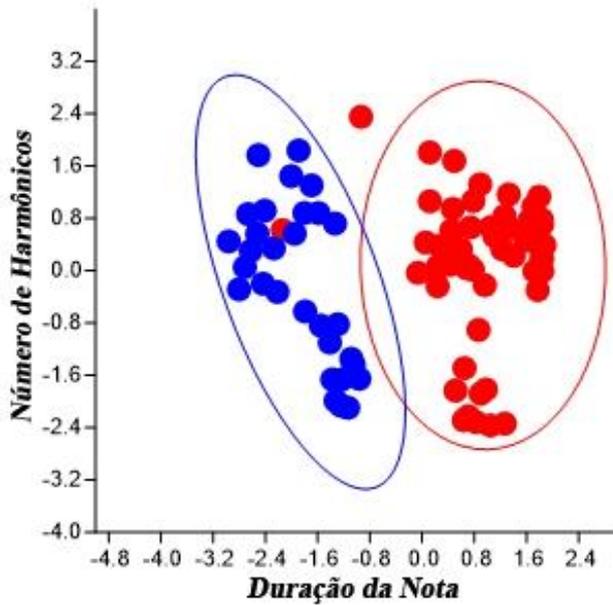


Figura 9. Resultado da análise de componentes principais gerados a partir do canto de anúncio de *Physalaemus cuvieri* no ambiente urbano e não urbano.

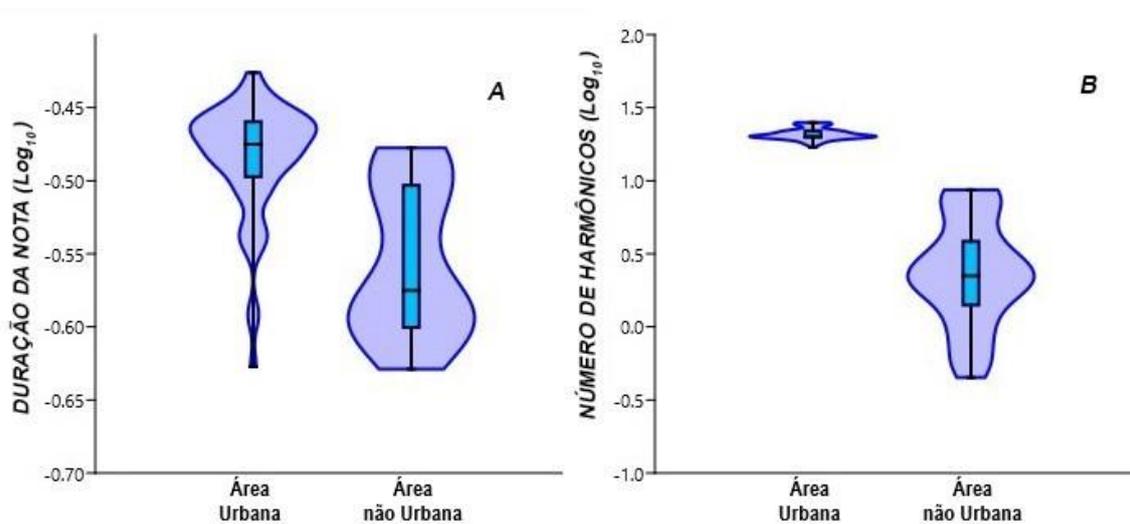


Figura 10. Distribuição dos parâmetros acústicos mais relevantes na distinção entre indivíduos de área urbana e não urbana de *Physalaemus cuvieri*. (A) Duração da Nota e (B) Número de harmônicos.

6. Discussão

Um estudo anterior que levantou a anurofauna de Cruz das Almas identificou 32 espécies de anuros (PROTÁZIO et al., dados não publicados). Desta forma, comparativamente, as quatro espécies identificadas em atividade reprodutiva na área urbana de Cruz das Almas no presente estudo, evidenciou uma baixa riqueza, sugerindo

que este tipo de ambiente exerce uma pressão negativa sobre a colonização desses animais. Muitos outros trabalhos envolvendo levantamento de herpetofauna em área urbana também evidenciaram uma baixa riqueza em zonas urbanizadas e apontam a urbanização como o principal fator limitante para a presença de anuros (AVILA; FERREIRA, 2004; KNISPEL; BARROS, 2009; FERREIRA; MENDES, 2010; PREUSS, 2018).

A comparação dos nossos resultados com os apresentados em outros estudos, reforça a interpretação de que a urbanização tem forte influência na estrutura acústica do canto de anúncio dos anuros. *Leptodactylus fuscus* apresentou estrutura harmônica, uma característica que nem sempre é observada no canto de anúncio da espécie. Heyer e Reid (2003) estudando a variação geográfica do canto de *L. fuscus* em diferentes localidades da América do Sul, mostrou que nem todas as populações da espécie apresentam estrutura harmônica no seu canto de anúncio, sugerindo então que a presença deste parâmetro pode ser uma ferramenta usada pela espécie para se adaptar a diferentes paisagens sonoras e contextos locais.

O canto de anúncio da população de *L. troglodytes* da área urbana de Cruz das Almas também apresentou estrutura harmônica, contrastando com os resultados de outros estudos. Nunes e Juncá (2006) e Kokubum et al. (2009), não encontraram a presença de harmônicos no canto de anúncio de *L. troglodytes* nos municípios de Mangue Seco (Bahia), região de Mata Atlântica, e nos Municípios de Coco (Bahia) e Buritizeiro (Minas Gerais), regiões de Cerrado, respectivamente. Todavia, o canto de anúncio dos espécimes aqui analisados apresentou uma média de 4 harmônicos (Tabela 1), sugerindo a influência direta dos ruídos antropogênicos como um fator que favorece ou seleciona cantos de anúncio com a estrutura acústica identificada nesta população.

Por outro lado, os cantos de anúncio de *P. cuvieri* e *P. kroyeri* sempre apresentam a presença de harmônicos, como visto neste e em outros trabalhos (HEYER et al., 1990; MANEYRO; BEHEREGARAY, 2007; GALLY; ZINA, 2013; GAMBALE; BASTOS, 2014). Porém, ao compararmos as duas populações estudadas, vimos que a população urbana apresentou um número maior de harmônicos do que a população não urbana, indicando que estes animais controlam a quantidade de harmônicos afim de obter maior funcionalidade deste parâmetro na sua comunicação intraespecífica. A presença de harmônico no canto de anúncio revela uma complexidade estrutural que permite uma maior propagação do som. Assim, à medida que a distância do canto aumenta, as frequências mais altas diminuem e as mais baixas tendem a

persistir, mantendo a funcionalidade do sinal (RABIN et al., 2003). Em contrapartida, com base nos nossos resultados podemos inferir que as frequências mais baixas (que estão na mesma faixa dos ruídos) estão sendo mascaradas enquanto as mais altas por estarem ocupando uma faixa de frequência diferente do ruído são as percebidas pelos receptores.

Bernal et al. (2009), evidenciou que fêmeas de *Physalaemus pustulosus*, Cope 1864 apresentam maior preferência por machos que apresentem cantos de anúncio com mais harmônicos. Esta preferência ainda pode estar ligada a maior detectabilidade do canto que os harmônicos proporcionam (GERHARDT, 1990). Dessa forma, podemos inferir que o maior número de harmônico encontrados em *L. fuscus*, *P. kroyeri*, *L. troglodytes* e *P. cuvieri* da área urbana de Cruz das Almas é uma estratégia para tornar o canto de anúncio mais detectável e funcional. Este padrão foi muito evidente em *L. troglodytes*, que exibiu associação significativa entre as variáveis do ruído antropogênico e o número de harmônicos, indicando também que cada espécie pode responder de maneiras diferentes ao estímulo ambiental.

A frequência dominante é outro parâmetro muito importante na comunicação dos anfíbios, sendo indicada por Ryan (1985) como um dos fatores mais determinantes para a escolha das fêmeas. Em *L. troglodytes* este parâmetro foi importante na diferenciação dos cantos de anúncio nos diferentes ambientes (urbano e não urbano). O aumento da frequência dominante do canto de anúncio frente à ruídos ambientais é uma estratégia já observadas em outros estudos envolvendo anuros (BEE, 2000; CUNNINGTON; FAHRIG, 2010). Esta mesma flexibilidade na frequência também pode ser visto em insetos, aves e mamíferos (BRUMM; SLABBEKOORN, 2005; WOOD; YEZERINAC, 2006; HU, 2009; SLABBEKORN et al., 2012), sugerindo que a adaptação acústica envolvendo ambientes com ruídos provocados pelo homem pode apresentar um padrão geral, perpassando diversos grupos animais. Assim, frequências dominantes elevadas, pode ser um modo de ocupar faixas de frequência acima da faixa dos ruídos, como forma de evitar a sobreposição, como observado na perereca, *Scinax nasicus* Cope, 1862 (LEON et al., 2019).

Em *L. fuscus* e *P. cuvieri* a duração da nota mostrou-se diferente quando comparamos população urbana e não urbana, Leon et al. (2019) também observou este padrão para *S. nasicus*, sugerindo que esta é uma evidência de ajustes vocais e comportamentos utilizados pelos anuros. No entanto, ajustes dessa natureza não estão ligados apenas a ruídos antropogênicos, uma vez que Penna (2005) evidenciou a

mudança na duração da nota e do canto de anuros como resposta ao vento, som do riacho e chuva. Isto sugere que este parâmetro é importante para que os machos consigam potencializar o envio de sua mensagem acústica para as fêmeas, modificando-o de acordo com as necessidades do ambiente ou contexto social, o que pode proporcionar a adaptação destes animais em diversos locais.

Considerando a adaptação dos anuros ao ambiente urbano, *L. troglodytes* revelou-se a mais bem adaptada das quatro espécies analisadas devido à sua plasticidade, no repertório vocal e uso do ambiente, com machos sendo encontrados em micro-habitats exclusivos de ambiente urbano, como frestas de calçadas, dentro de esgoto e entre entulho. Tal adaptação pode ter contribuído para a presença desta espécie em todos os pontos de coleta. Por outro lado, *L. fuscus* apresentou o mesmo hábito relatado em trabalhos anteriores de cantar em buracos, debaixo de folha ou entre a vegetação (MARTINS, 1988; CARVALHO, 2008). Da mesma forma *P. cuvieri* e *P. kroyeri* também apresentaram preferência por vocalizar em microhabitat parcialmente submerso em poças d' água, como já visto em literatura (GALLY; ZINA, 2013; CONDEZ et al., 2009; DIXO; VERDADE, 2006), o que pode explicar a pouca presença dessas espécies em outros pontos.

Arzabe e Almeida (1997) apontaram que *L. troglodytes* utilizava buracos na hora do canto, como forma de aumentar a propagação do som. Assim, podemos inferir que o uso desses micro-habitats urbanos apresentem a mesma funcionalidade dos naturais, sendo uma adaptação que os machos da espécie encontraram para colonizar o interior das cidades. Apesar dessa reflexão, outros estudos mais específicos envolvendo aspectos comportamentais e ecológicos da espécie se fazem necessário para uma melhor compreensão dessa adaptação.

7. Conclusão

Foi possível concluir que o canto de anúncio das quatro espécies estudadas: *L. fuscus*, *P. kroyeri*, *L. troglodytes* e *P. cuvieri* no ambiente urbano apresentaram diferenças quando comparados ao ambiente não urbano. Além disso, foi visto que parâmetros dos ruídos antropogênicos influenciaram o canto de anúncio de *L. troglodytes*. O mesmo efeito não foi evidenciado pela regressão linear múltipla para *P. cuvieri* o que pode ser explicado pela presença desta espécie em apenas 2 pontos, não sendo tão eficiente a comparação. Dessa forma, as diferenças no canto de anúncio das

populações urbana e sua relação com os ruídos antropogênicos verificados no presente estudo corroboram com a hipótese da adaptação acústica proposta por Morton (1975). Além dos ajustes acústicos, outro elemento chave para a colonização do ambiente urbano foi o uso do espaço pelos animais, o uso de microhabitats exclusivos de ambientes urbanos conferiu maior vantagem para ocupar mais áreas no interior da cidade, porém outros estudos com este foco devem ser realizados para maior confirmação deste efeito.

8. Referências Bibliográficas

ARZABE, C.; ALMEIDA, C. C. Life history notes on *Leptodactylus troglodytes* (Anura, Leptodactylidae) in northeastern Brazil. **Amphibia Reptilia**. v. 18 p. 211–215, 1997.

AVILA, R. W.; FERREIRA, V. L. Riqueza e densidade de vocalizações de anuros (Amphibia) em uma área urbana de Corumbá, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 21, n. 4, p. 887-892, 2004.

AYRES, M., AYRES JÚNIOR, M., AYRES, D. L., & SANTOS, A. D. A. D. **BioEstat: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas**. Ong Mamiraua. Belém, PA, 2007.

BEE, M. A.; PERRILL, S. A.; OWEN, P. C. Male green frogs lower the pitch of acoustic signals in defense of territories: a possible dishonest signal of size?. **Behavioral Ecology**, v. 11, n. 2, p. 169-177, 2000.

BERNAL, X. E., AKRE, K. L., BAUGH, A. T., RAND, A. S., & RYAN, M. J. Female and male behavioral response to advertisement calls of graded complexity in túngara frogs, *Physalaemus pustulosus*. **Behavioral ecology and sociobiology**. v. 63, n. 9, p. 1269-1279, 2009.

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, p. 93-109, 2005.

BRUMM, H.; TODT, D. Noise-dependent song amplitude regulation in a territorial songbird. **Animal Behaviour**, v. 63, p. 891-897, 2002.

BRUMM, H. The impact of environmental noise on song amplitude in a territorial bird. **Journal of Animal Ecology**. v. 73, n. 3, p. 434-440, 2004.

BRUMM, H.; SLABBEKOORN, H. Acoustic communication in noise. *Advances in the Study of Behavior*. v. 35, p. 151-209, 2005. BRUMM, H. (Ed.). *Animal communication and noise (vol 2)*. **Springer Science & Business Media**. 2013.

COCROFT, R. B.; RYAN, M. J. Patterns of advertisement call evolution in toads and chorus frogs. **Animal Behaviour**. v. 49 n. 2 p. 283-303, 1995.

CONDEZ, T. H.; SAWAYA, R. J.; DIXO, M. Herpetofauna dos remanescentes de Mata Atlântica da região de Tapiraí e Piedade, SP, sudeste do Brasil. **Biota Neotropical**. v. 9, n. 1, p. 157-185, 2009.

CUNNINGTON, G. M.; FAHRIG, L. Plasticity in the vocalizations of anurans in response to traffic noise. **Acta Oecologica**. v. 36, n. 5, p. 463-470, 2010.

CYNX, J., LEWIS, R., TAVEL, B., e TSE, H. Amplitude regulation of vocalizations in noise by a songbird, *Taeniopygia guttata*. **Animal Behaviour**, v. 56, n. 1, p. 107-113, 1998.

CARVALHO, C. B., FREITAS, E. B. D., FARIA, R. G., BATISTA, R. D. C., BATISTA, C. D. C., COELHO, W. A., BOCCHIGLIERI, A. Natural history of *Leptodactylus mystacinus* and *Leptodactylus fuscus* (Anura: Leptodactylidae) in the Cerrado of Central Brazil. **Biota Neotropica**. v. 8, n. 3, p. 0-0, 2008.

DIXO, M.; VERDADE, V. K. Herpetofauna de serrapilheira da reserva florestal de Morro Grande, Cotia (SP). **Biota Neotropica**. v. 6, n. 2, p. 1-20, 2006.

FAHRIG, L., PEDLAR, J.H., POPE, S.E., TAYLOR, P.D., WEGNER, J.F., Effect of road traffic on amphibian density. **Biological Conservation**. v. 74 p. 117-182, 1995.

FARIAS, T. Q. Análise jurídica da poluição sonora. **Revista Direito e Liberdade**. v. 3, n. 2, p. 669-688, 2010.

FARINA, A. **Soundscape Ecology: Principles, Patterns, Methods and Applications**. Springer, 2014.

FERREIRA, R. B.; MENDES, S. L.. Herpetofauna no campus da Universidade Federal do Espírito Santo, área urbana de Vitória, Brasil. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**. v. 10, p. 279-285, 2010.

GALLY, M. C.; ZINA, J. Reproductive behaviour of *Physalaemus kroyeri* (Anura: Leiuperidae) in the municipality of Jequié, state of Bahia. **Journal of natural history**. v. 47, n. 23-24, p. 1627-1644, 2013.

GAMBALE, P. G.; BASTOS, R. P. Vocal repertoire and bioacoustic analyses in *Physalaemus cuvieri* (Anura, Leptodactylidae) from southern Brazil. **The Herpetological Journal**. v. 24, n. 1, p. 31-40, 2014.

GERHARDT, H. C.; ALLAN, S.; SCHWARTZ, J. J. Female green treefrogs (*Hyla cinerea*) do not selectively respond to signals with a harmonic structure in noise. **Journal of Comparative Physiology A**. v. 166, n. 6, p. 791-794, 1990.

HALFWERK, W., LEA, A. M., GUERRA, M. A., PAGE, R. A., & RYAN, M. J. Vocal responses to noise reveal the presence of the Lombard effect in a frog. **Behavioral Ecology**. v. 27, n. 2, p. 669-676, 2015.

HAMMER, Ø., HARPER, D. A., RYAN, P. D. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, v. 4, n. 1, p. 9, 2001.

HEYER, W. R., RAND, A. S., DA CRUZ, C. A. G., PEIXOTO, O. L., NELSON, C. E. Frogs of Boracéia. **Arquivos de zoologia**. v. 31, n. 4, p. 231-410, 1990.

HEYER, W. Ronald; REID, Yana R. Does advertisement call variation coincide with genetic variation in the genetically diverse frog taxon currently known as *Leptodactylus fuscus* (Amphibia: Leptodactylidae)?. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 75, n. 1, p. 39-54, 2003.

HOTCHKIN, C.; PARKS, S. The Lombard effect and other noise-induced vocal modifications: insight from mammalian communication systems. **Biological Reviews**. v. 88, n. 4, p. 809-824, 2013.

HU, Y.; CARDOSO, G. C. Are bird species that vocalize at higher frequencies preadapted to inhabit noisy urban areas? **Behavioral Ecology**. v. 20, n. 6, p. 1268-1273, 2009.

IBGE – **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Resultado dos Dados Preliminares do Censo – 2019. Disponível em: www.cidades.ibge.gov.br. Acesso em 28 nov. 2019.

JACOBSEN, F., POULSEN, T., RINDEL, J. H., GADE, A. C.; OHLRICH, M. Fundamentals of acoustics and noise control. **Department of Electrical Engineering, Technical University of Denmark**, 2011.

KAISER, K.; HAMMERS, J. L. The effect of anthropogenic noise on male advertisement call rate in the neotropical treefrog, *Dendropsophus triangulum*. **Behaviour**. p. 1053-1069, 2009.

KATTI, M; WARREN, P. A. Tits, noise and urban bioacoustics. **Trends in Ecology and Evolution**. v. 19, n. 3, p. 109-110, 2004.

KNISPEL, Sílvia Renata; BARROS, Flávio Bezerra. Anfíbios anuros da região urbana de Altamira (Amazônia Oriental), Pará, Brasil. **Biotemas**. v. 22, n. 2, p. 191-194, 2009.

KOKUBUM, M. N.; MACIEL, N. M.; MATSUSHITA, R. H.; QUEIRÓZ-JÚNIOR, A. T.; SEBBEN, A. Reproductive biology of the Brazilian sibilator frog *Leptodactylus troglodytes*. **The Herpetological Journal**. v. 19, n. 3, p. 119-126, 2009.

LARDNER, B.; BIN LAKIM, M. Tree-hole frogs exploit resonance effects. **Nature**. v. 420. p. 475, 2002.

LEON, E., PELTZER, P. M., LORENZON, R., LAJMANOVICH, R. C., BELTZER, A. H. Effect of traffic noise on *Scinax nasicus* advertisement call (Amphibia, Anura). *Iheringia. Série Zoologia*. v. 109, 2019.

LERCHER, P.; EVANS, G. W.; MEIS, M. Ambient noise and cognitive processes among primary schoolchildren. **Environment and Behavior**. v. 35, n. 6, p. 725-735, 2003.

LOMBARD, E. Le signe de l'elevation de la voix. **Ann. Mal. de L'Oreille et du Larynx**. p. 101-119, 1911.

MANEYRO, Raúl; BEHEREGARAY, Mariana. First record of *Physalaemus cuvieri* Fitzinger, 1826 (Anura, Leiuperidae) in Uruguay, with comments on the anuran fauna along the borderline Uruguay-Brazil. **Boletín de la Sociedad zoológica del Uruguay**. v. 16, p. 36-41, 2007.

MARTINS, MARCIO. Biologia reprodutiva de *Leptodactylus fuscus* em Boa Vista, Roraima (Amphibia: Anura). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 48, n. 4, p. 969-977, 1988.

MORTON E. Ecological sources of selection on avian sounds. **The American Naturalist**. v. 109 n. 965 p. 17–34, 1975.

NEVES, A. J., **Mapeamento E Análise Do Estágio De Conservação Dos Remanescentes De Mata Atlântica No Município De Cruz Das Almas, Bahia**. Dissertação em Gestão de Políticas Públicas e Segurança Social. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Bahia, 2014.

NUNES, I. V. A.; JUNCA, F. A. Advertisement calls of three leptodactylid frogs in the state of Bahia, northeastern Brazil (Amphibia, Anura, Leptodactylidae), with considerations on their taxonomic status. **Arquivos do Museu Nacional**. v. 64, n. 2, p. 151-157, 2006.

PARRIS, K. M.; VELIK-LORD, M.; NORTH, J. M. A. Frogs call at a higher pitch in traffic noise. **Ecology and Society**. v. 14, n. 1, 2009.

PATÓN, D.; ROMERO, F.; CUENCA, J.; ESCUDERO, J. C. Tolerance to noise in 91 bird species from 27 urban gardens of Iberian Peninsula. **Landscape and Urban Planning**, v. 104, n. 1, p. 1-8, 2012.

PENNA, M.; POTTSTOCK, H.; VELASQUEZ, N. Effect of natural and synthetic noise on evoked vocal responses in a frog of the temperate austral forest. **Animal Behaviour**, v. 70, n. 3, p. 639-651, 2005.

PENNA, M., HAMILTON-WEST, C., Susceptibility of evoked vocal responses to noise exposure in a frog of the temperate austral forest. **Animal Behaviour**. v. 74 p. 45-56, 2007.

PREUSS, J. F. Levantamento das espécies de anuros (Amphibia: Anura) em uma área urbana de São Miguel D'Oeste, Santa Catarina, Brasil. **Unoesc & CiênciaACBS**. v. 9, n. 1, p. 69-76, 2018.

RABIN, Lawrence A.; McCowan, Brenda; Hooper, Stacie L.; Owings, Donald H. Anthropogenic noise and its effect on animal communication: an interface between comparative psychology and conservation biology. **International Journal of Comparative Psychology**. v. 16, n. 2, 2003.

RYAN, MICHAEL J. Energetic efficiency of vocalization by the frog *Physalaemus pustulosus*. **Journal of Experimental Biology**. v. 116, n. 1, p. 47-52, 1985.

RYAN, M. J. **Constraints and Patterns in the Evolution of Anuran Acoustic Communication**. John Wiley and Sons Inc: New York, p. 637-677, 1988.

SANTANA, E.; FERNANDES, H.; HENRIQUE, W. A reestruturação urbana em Santo Antônio de Jesus e de Cruz das Almas, Bahia: a instalação dos campi da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e dos loteamentos fechados, como formas de exclusão sócio-espacial. **Anais do Simpósio Cidades Médias e Pequenas da Bahia**, 2009.

SOUZA, L. D.; LINS, O. B. S. M. O.; ACCIOLY, A. M. A. **Diagnóstico participativo rápido do meio ambiente do Centro Nacional de Mandioca e Fruticultura Tropical/Embrapa**. Cruz das Almas: Embrapa, 2009. 40 pp.

SLABBEKOORN, H.; PEET, M. Ecology: Birds sing at a higher pitch in urban noise. **Nature**. v. 424, n. 6946, p. 267, 2003.

SLABBEKOORN, Hans; YANG, Xiao-Jing; HALFWERK, Wouter. Birds and Anthropogenic Noise: Singing Higher May Matter: (A Comment on Nemeth and Brumm, "Birds and Anthropogenic Noise: Are Urban Songs Adaptive?"). **The American Naturalist**. v. 180, n. 1, p. 142-145, 2012.

VIEIRA, M. V., ALMEIDA, A. C., BRAGA, H. S. N., PROTÁZIO, A. S. Interação acústica de anuros em uma poça temporária no município de Cruz das Almas, Bahia. Em: RUIZ, V. R. R. **Comportamento Animal**. Atena Editora, p.76-90, 2019.

WARREN, P. S., KATTI, M., ERMANN, M., e BRAZEL, A. Urban bioacoustics: it's not just noise. **Animal behaviour**. v. 71, n. 3, p. 491-502, 2006.

WELLS, K. D. The social behavior of anuran amphibians. **Animal Behavioral**. v. 25 n. 4 p. 666-693, 1977.

WELLS, K. D.; SCHWARTZ, J. J. The effect of vegetation on the propagation of calls in the neotropical frog *Centrolenella fleischmanni*. **Herpetologica**. p. 449-455, 1982.

WOOD, W. E.; YEZERINAC, S. M. Song sparrow (*Melospiza melodia*) song varies with urban noise. **The Auk**. v. 123, n. 3, p. 650-659, 2006.

ZOCCA, C. Z.; TONINI, J. F. R.; FERREIRA, R. B. Uso do espaço por anuros em ambiente urbano de Santa Teresa, Espírito Santo. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**. v. n. 35, 2014.