



UFRPE

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO



PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE

**CANTO TERRITORIAL DE *Dendropsophus elegans* (WIED-NEUWIED, 1824) E
Pithecopus gonzagai (ANDRADE, HAGA, FERREIRA, RECCO-PIMENTEL,
TOLEDO, BRUSCHI, 2020) EM UM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA
NO NORDESTE BRASILEIRO**

ADSSON RODRIGUES DE SANTANA

RECIFE

2022

ADSSON RODRIGUES DE SANTANA

**CANTO TERRITORIAL DE *Dendropsophus elegans* (WIED-NEUWIED, 1824) E
Pithecopus gonzagai (ANDRADE, HAGA, FERREIRA, RECCO-PIMENTEL,
TOLEDO, BRUSCHI, 2020) EM UM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA
NO NORDESTE BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao programa de pós
graduação em Biodiversidade da Universidade
Federal Rural de Pernambuco, como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre em
Biodiversidade.

Orientador: Dr. Moacir Santos Tinôco-
UCSal/UFRPE

Coorientador: Dr. Geraldo Jorge Barbosa de
Moura-UFRPE

RECIFE

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S232c

Santana, Adsson Rodrigues de

Canto territorial de *Dendropsophus elegans* (Wied-Neuwied, 1824) e *Pithecopus gonzagai* (Andrade, Haga, Ferreira, Recco-Pimentel, Toledo, Bruschi, 2020) em um fragmento de Mata Atlântica no nordeste brasileiro / Adsson Rodrigues de Santana. - 2022.

41 f. : il.

Orientador: Moacir Santos Tinoco.

Coorientador: Geraldo Jorge Barbosa de Moura.

Inclui referências e anexo(s).

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Recife, 2023.

1. Bioacústica. 2. Anura. 3. Conservação. 4. Ecologia;. 5. Monitoramento Ambiental.. I. Tinoco, Moacir Santos, orient. II. Moura, Geraldo Jorge Barbosa de, coorient. III. Título

CDD 333.95

**CANTO TERRITORIAL DE *Dendropsophus elegans* (WIED-NEUWIED, 1824) E
Pithecopus gonzagai (ANDRADE, HAGA, FERREIRA, RECCO-PIMENTEL,
TOLEDO, BRUSCHI, 2020) EM UM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA
NO NORDESTE BRASILEIRO**

Comissão Avaliadora:

Dr. Geraldo Jorge Barbosa de Lima - UFRPE

Coorientador

Priscila Guedes Gamballe - FSMI

Titular

Marcelo Nogueira de Carvalho Kokubum - UFCG

Titular

Dr. José Ricardo de Oliveira Santos - UNEB

Suplente

Leonardo Pessoa Cabus Oitaven - UFRPE

Suplente

AGRADECIMENTOS

A CAPES pela bolsa de mestrado. Ao Projeto INCT pelos dados e materiais cedidos. Ao Professor Geraldo Jorge Barbosa de Moura por me apresentar ao fascinante mundo da herpetologia. Ao meu orientador Moacir dos Santos Tinôco pela dedicação e por embarcar comigo nessa aventura acadêmica. A Priscila Gamballe, umas das minhas referências como pesquisadora e como pessoa, que acompanha desde o início da minha jornada pela Bioacústica. A Francisco Bahiense pela paciência e suas ricas contribuições com as análises das gravações. A todos os funcionários da Estação Ecológica do Tapacurá. Aos meus companheiros de campo e de aventuras: Alexandre Dantas, Paula Araújo, Ubiratan Souza, Ivan Ribeiro, Mikael Carvalho e todos os colegas que colaboraram direta e indiretamente na realização desta pesquisa; A Sonia Maria e Severina Maria (Mãe e Avó), por me apoiarem e sempre acreditarem no meu potencial. A Mônica Lôpo, minha melhor amiga e companheira.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa do Brasil, com ênfase para o Estado de Pernambuco, município de São Lourenço da Mata, e Estação Ecológica do Tapacurá.

Figura 2. Macho de *Dendropsophus elegans* vocalizando sobre vegetação emergente em uma poça temporária na Estação Ecológica do Tapacurá. Foto: Ubiratã F. Souza.

Figura 3. Oscilograma, Espectrograma e Espectro de Força do canto territorial de *Dendropsophus elegans* na Estação ecológica do Tapacurá, (22°C; RH 99,9%; DP22).

Figura 4. Oscilograma, Espectrograma e Espectro de Força do canto de anúncio de *Dendropsophus elegans* na Estação ecológica do Tapacurá (22°C; RH 99,9%; DP22).

Figura 5. Macho de *Phitecopus gonzagai* sobre vegetação na Estação Ecológica do Tapacurá, Pernambuco, Brasil. Foto: Ubiratã F. Souza.

Figura 6. Oscilograma, Espectrograma e Espectro de Força do canto territorial de *Phitecopus gonzagai* na Estação ecológica do Tapacurá (25°C; RH 88,4%; DP22,9).

Figura 7. Oscilograma, Espectrograma e Espectro de Força do canto de anúncio de *Phitecopus gonzagai* na Estação ecológica do Tapacurá (25°C; RH 88,4%; DP22,9).

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Parâmetros temporais, espectrais e variáveis ambientais do canto territorial e anúncio de *Dendropsophus elegans* na estação Ecológica do Tapacurá. Valores: média \pm desvio padrão (mínimo – máximo).

Tabela 2. Parâmetros temporais, espectrais e variáveis ambientais do canto territorial e anúncio de *Phitecopus gonzagai* na estação Ecológica do Tapacurá. Valores: média \pm desvio padrão (mínimo – máximo).

SUMÁRIO

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	8
ARTIGO	15
RESUMO	16
ABSTRACT	17
INTRODUÇÃO	18
MATERIAL E MÉTODOS	19
Área de estudo	19
Metodologia	20
Análise de dados.....	16
RESULTADOS	17
Canto de território de <i>D. elegans</i>	17
Canto de território de <i>P. gonzagai</i>	22
DISCUSSÃO.....	26
REFERÊNCIAS	27
ANEXOS	41

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O som é um sistema de comunicação valioso para os animais, por apresentar a capacidade de evitar obstáculos como rochas e árvores e alcançar grandes distâncias, aumentando as chances de reprodução e evitando embates físicos (Márquez et al., 2011).

Nos anuros, os mecanismos de reconhecimento e escolha de parceiros podem envolver feromônios (2009; Poth et al., 2012; Starnberger et al., 2013; Treer et al., 2013), sinalização visual, como movimentos com os membros (Hödl & Amézquita, 2001; Toledo et al., 2007; Boeckle et al. 2009), inflação dos sacos vocais (Rosenthal et al., 2004; Hirschmann & Hödl, 2006), ondas de superfície (Narins, 1990; Cardoso & Heyer, 1995; Lewis et al., 2001; Caldwell et al., 2010) e sinais acústicos como as vocalizações (Wells, 2007), e em algumas espécies uma combinação de vários desses mecanismos (Narins et al., 2003; Taylor et al., 2007; Grafe et al., 2012; Starnberger et al., 2014; De Sá et al., 2016).

Os anuros são considerados organismos modelo para estudar o mecanismo, a função e a evolução da comunicação sonora animal (Vélez et al. 2013), uma vez que respondem rapidamente a variações sonoras no meio por possuírem especializações morfológicas e fisiológicas que os habilita a emitir e detectar sinais de diversas frequências, incluindo ultrassons e vibrações sísmicas (Feng et al. 2006; Narins 1990, 1995; Wells 2008). Esses animais emitem uma variedade de cantos em diferentes contextos, que se subdividem em diferentes categorias (tipos) de cantos (Bogert, 1960) e com pequenas modificações (Littlejohn 1977; Wells 1977, 1988, 2007), Segundo Toledo et al. (2015a), as vocalizações dos anuros são subdivididas em três categorias abrangentes: cantos reprodutivos, agressivos e defensivos, cada um com várias subcategorias.

Induvidavelmente, os cantos reprodutivos são as vocalizações mais ouvidas e de maior valor taxonômico. Durante a época de reprodução, o canto de anúncio é o sinal sonoro mais emitido pelos machos (Wells, 1977) e em algumas espécies também pelas fêmeas (Emerson & Boyd 1999; Boistel & Sueur 1997). Os anuros se reúnem em agregações reprodutivas, onde os machos atraem as fêmeas com suas vocalizações para realizar o amplexo (Duellman e Trueb 1986). O canto territorial é um canto agressivo, que serve para limitar a proximidade de outros machos na competição por fêmeas e

territórios, evitando disputas que poderiam levar a confrontos físicos (Wells 1977; Bastos e Haddad 1996; Giasson e Haddad 2006).

A territorialidade dos machos tem sido amplamente relatada (Fellers 1979; Martins e Haddad 1988; Bastos e Haddad 2002; Toledo e Haddad 2005; Zina e Haddad 2005) e a provável razão para a competitividade é a escassez de fêmeas (Wells, 1977a). Em espécies que apresentam prolongada temporada de reprodução, a entrada assíncrona de fêmeas permite que um único macho monopolize o amplexo, porque há recursos suficientes para atraí-las (Emlen e Oring 1977; Wells 1977b). No entanto, a disputa de território através do canto exige maior gasto de energia, porque os machos residentes precisam defender seus territórios de intrusos (Guimarães e Bastos 2003).

Em razão da função do canto como mecanismo de isolamento representar uma grande importância para a sistemática (Duellman 1963; Blair 1964; Littlejohn 1969), este aspecto tem recebido cada vez mais atenção em estudos abrangentes contemporâneos. No entanto, a aplicação de análises bioacústicas comparativas resultaram globalmente na descoberta de novas espécies de anuros morfologicamente crípticos e num aumento no número de espécies (Glaw & Köhler 1998; Köhler et al. 2005a; Vences & Köhler 2008). Os anuros podem exibir um padrão reprodutivo prolongado, no qual os cantos são emitidos ao longo de vários meses, ou um padrão de reprodução explosivo, onde os machos vocalizam apenas por um curto período, por alguns dias ou semanas (Wells, 1997). Todavia, a emissão desses cantos também pode ser influenciada por diversos fatores como: hora do dia, sazonalidade e variáveis ambientais.

REFERÊNCIAS

- BASTOS R.P., HADDAD C.F.B. Acoustic and aggressive interactions in *Scinax rizibilis* (Anura: Hylidae) during the reproductive activity in southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 23:97–104. 2002.
- BASTOS, R. P., & HADDAD, C. F. Breeding activity of the neotropical treefrog *Hyla elegans* (Anura, Hylidae). *Journal of Herpetology*, 355-360. 1996

- BELANGER, R. & CORKUM, L. Review of aquatic sex pheromones and chemical communication in anurans. *Journal of Herpetology*, 43, 184–191. <https://doi.org/10.1670/08-054R1.1>. 2009.
- BLAIR, W.F. Isolating mechanisms and interspecies interactions in anuran amphibians. *The Quarterly Review of Biology*, 39, 334–344. <https://doi.org/10.1086/404324>. 1964.
- BOECKLE, M., PREININGER, D. & HÖDL, W. Communication in noisy environments I: acoustic signals of *Staurois latopalpmatus* Boulenger 1887. *Herpetologica*, 65, 154–165. <https://doi.org/10.1655/07-071R1.1>. 2009.
- BOISTEL, R., & SUEUR, J. Comportement sonore de la femelle de *Platymantis vitiensis* (Amphibia, Anura) en l'absence du mâle. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Séries III-Sciences de la Vie*, 320(11), 933-941. 1997.
- BYRNE, P. & KEOGH, J. Terrestrial toadlets use chemosignals to recognize conspecifics, locate mates and strategically adjust calling behaviour. *Animal Behaviour*, 74, 1155–1162. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2006.10.033>. 2007.
- CALDWELL, M.S., JOHNSTON, G.R., MCDANIEL, J.G. & WARKENTIN, K.M. Vibrational signaling in the agonistic interactions of red-eyed treefrogs. *Current Biology*, 20, 1012–1017. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2010.03.069>. 2010.
- CARDOSO, A.J. & HEYER, W.R. Advertisement, aggressive, and possible seismic signals of the frog *Leptodactylus siphax* (Amphibia, Leptodactylidae). *Alytes*, 13, 67–76. 1995.
- DE SÁ, F.P., ZINA, J. & HADDAD, C.F.B. Sophisticated communication in the Brazilian torrent frog *Hylodes japi*. *PLoS One*, 11, e0145444. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145444>. 2016.
- DUELLMAN, W. E. A new species of tree frog, genus *Phyllomedusa*, from Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 11(1), 1-23. 1963.
- DUELLMAN, W.E., TRUEB, L. *Biology of Amphibians*. New York, McGraw-Hill. 1986.
- EMERSON, S. B., & BOYD, S. K. Mating vocalizations of female frogs: control and evolutionary mechanisms. *Brain, Behavior and Evolution*, 53(4), 187-197. 1999.

- EMLEN ST, ORING LW. Ecology, sexual selection, and the evolution of mating systems. *Science* 197:215–223. 1977.
- FELLERS GM. Aggression, territoriality and mating behaviour in North American treefrogs. *Anim Behav* London. 27:107–119. 1979.
- FENG, A.S., NARINS, P.M., XU, C., LIN, W., YU, Z., QIU, Q. & XU, Z. Ultrasonic communication in frogs. *Nature* 440, 1–4. 2006.
- GIASSON, L. O., & HADDAD, C. F. Social interactions in *Hypsiboas albomarginatus* (Anura: Hylidae) and the significance of acoustic and visual signals. *Journal of Herpetology*, 40(2), 171-180. 2006.
- GLAW, F. & KÖHLER, J. Amphibian species diversity exceeds that of mammals. *Herpetological Review*, 29, 11–12. 1998.
- GRAFE, T.U., PREININGER, D., SZTATECSNY, M., KASAH, R., DEHLING, J.M., PROKSCH, S. & HÖDL, W. Multimodal communication in a noisy environment: a case study of the Bornean rock frog *Staurois parvus*. *PLoS One*, 7, e37965. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0037965>. 2012.
- GUIMARÃES LD, BASTOS RP. Vocalizações e interações acústicas em *Hyla raniceps* (Anura, Hylidae) durante a atividade reprodutiva. (Vocal activities and acoustic interactions on *Hyla raniceps* (Anura, Hylidae) during the reproductive activity.) *Iheringia Sér Zool*. 93(2):149–158. 2003.
- HIRSCHMANN, W. & HÖDL, W. Visual signaling in *Phrynobatrachus krefftii* Boulenger, 1909 (Anura: Ranidae). *Herpetologica*, 62, 18–27. <https://doi.org/10.1655/04-06.1>. 2006.
- HÖDL, W. & AMÉZQUITA, A. Visual signalling in anuran amphibians. In: Ryan, M.J. (Ed.), *Anuran Communication*. Smithsonian Institution Press, Washington DC, pp. 121–141. 2001.
- HÖDL, W. & AMÉZQUITA, A. Visual signalling in anuran amphibians. In: Ryan, M.J. (Ed.), *Anuran Communication*. Smithsonian Institution Press, Washington DC, pp. 121–141. 2001.
- KIKUYAMA, S., NAKADA, T., TOYODA, F., IWATA, T., YAMAMOTO, K. & CONLON, J.M. Amphibian pheromones and endocrine control of their secretion., *Annals*

of the New York Academy of Sciences, 1040, 123–130.<https://doi.org/10.1196/annals.1327.015>. 2005.

KÖHLER, J., VIEITES, D.R., BONETT, R.M., HITA GARCÍA, F., GLAW, F., STEINKE, D. & VENCES, M. New amphibians and global conservation: a boost in species discoveries in a highly endangered vertebrate group. *BioScience*, 55, 693–696.[https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2005\)055\[0693:NAAGCA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2005)055[0693:NAAGCA]2.0.CO;2). 2005a.

LEWIS, E.R., NARINS, P.M., CORTOPASSI, K., YAMADA, W. & MOORE, S. Do white-lipped frogs use seismic signals for intraspecific communication? *American Zoologist*, 41, 1185–1199.<https://doi.org/10.1093/icb/41.5.1185>. 2001.

LITHOJOHN, M. J. Long-range acoustic communication in anurans: an integrated and evolutionary approach, In Taylor D. H. & Guttman (Eds.). *The reproductive biology of Amphibians*. Plenum Publishing Corporation. pp. 263-294. 1977.

LITTLEJOHN, M.J. The systematic significance of isolating mechanisms. In: *Systematic Biology: Proceedings of an International Conference*. National Academy of Sciences, Washington D.C., pp. 459–482. 1969.

MALACARNE, G. & GIACOMA, C. Chemical signals in European newt courtship. *Italian Journal of Zoology*, 53, 79–83. <https://doi.org/10.1080/11250008609355487>. 1986.

MARTINS M, HADDAD CFB. Vocalizations and reproductive behaviour in the smith frog *Hyla faber* Wied (Amphibia: Hylidae). *Amphibia-Reptilia* 9:49–60. 1988.

NARINS, P.M. Seismic communication in anuran amphibians. *BioScience*, 40, 268–274.<https://doi.org/10.2307/1311263>. 1990.

NARINS, P.M., HÖDL, W. & GRABUL, D.S. Bimodal signal requisite for agonistic behavior in a dart-poison frog, *Epipedobates femoralis*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.*, 100, 577–580.<https://doi.org/10.1073/pnas.0237165100>. 2003.

POTH, D., WOLLENBERG, K.C., VENCES, M. & SCHULZ, S. Volatile amphibian pheromones: macrolides of mantellid frogs from Madagascar. *Angewandte Chemie International Edition*, 51, 2187–2190.<https://doi.org/10.1002/anie.201106592>. 2012.

- ROSENTHAL, G., RAND, A. & RYAN, M. The vocal sac as a visual cue in anuran communication: an experimental analysis using video playback. *Animal Behaviour*, 68, 55–58. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2003.07.013>. 2004.
- STARNBERGER, I., POTH, D., PERAM, P.S., SCHULZ, S., VENCES, M., KNUDSEN, J., BAREJ, M.F., RÖDEL, M.-O., WALZL, M. & HÖDL, W. Take time to smell the frogs: vocal sac glands of reed frogs (Anura: Hyperoliidae) contain species-specific chemical cocktails. *Biological Journal of the Linnean Society*, 110, 828–838. 2013.
- STARNBERGER, I., PREININGER, D. & HÖDL, W. From uni- to multimodality: towards an integrative view on anuran communication. *Journal of Comparative Physiology A*, 200, 777–787. <https://doi.org/10.1007/s00359-014-0923-1>. 2014a.
- TAYLOR, R., BUCHANAN, B. & DOHERTY, J. Sexual selection in the squirrel treefrog *Hyla squirella*: the role of multimodal cue assessment in female choice. *Animal Behaviour*, 74, 1753–1763. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2007.03.010>. 2007.
- TOLEDO LF, HADDAD CFB. Reproductive biology of *Scinax fuscomarginatus* (Anura, Hylidae) in south-eastern Brazil. *J Nat Hist*. 39(32):3029–3037. 2005.
- TOLEDO, L.F., ARAÚJO, O.G.S., GUIMARÃES, L.D., LINGNAU, R. & HADDAD, C.F.B. Visual and acoustic signaling in three species of Brazilian nocturnal tree frogs (Anura, Hylidae). *Phyllomedusa*, 6, 61–68. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9079.v6i1p61-68>. 2007.
- TOLEDO, L.F., MARTINS, I.A., BRUSCHI, D.P., PASSOS, M.A., ALEXANDRE, C. & HADDAD, C.F.B. The anuran calling repertoire in the light of social context. *Acta Ethologica*, 18, 87–99. <https://doi.org/10.1007/s10211-014-0194-4>. 2015a.
- TOYODA, F., YAMAMOTO, K., IWATA, T., HASUNUMA, I., CARDINALI, M., MOSCONI, G., POLZONETTI-MAGNI, A.M. & KIKUYAMA, S. Peptide pheromones in newts. *Peptides*, 25, 1531–1536. <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2003.10.025>. 2004.
- TREER, D., VAN BOCXLAER, I., MATTHIJS, S., FOUR DU, D., JANSSENSWILLEN, S., WILLAERT, B. & BOSSUYT, F. Love is blind: indiscriminate female mating responses to male courtship pheromones in newts (Salamandridae). *PLoS ONE*, 8, e56538. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056538>. 2013.

- VÉLEZ, A., SCHWARTZ, J. J., & BEE, M. A. Anuran acoustic signal perception in noisy environments. In *Animal communication and noise* (pp. 133-185). Springer, Berlin, Heidelberg. 2013.
- VENCES, M. & KÖHLER, J. Global diversity of amphibians (Amphibia) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595, 569–580. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-9032-2>. 2008.
- WELLS KD. The social behaviour of anuran amphibians. *Anim Behav.* 25:666–693. 1977a.
- WELLS KD. Territoriality and male mating success in the green frog (*Rana clamitans*). *Ecology* 58:750–762. 1977b.
- WELLS, K. D. The ecology and behavior of amphibians. The University of Chicago Press, Chicago. 2008.
- WELLS, K.D. & Schwartz, J.J. The behavioral ecology of anuran communication. In: Narins, P.M. & Feng, A.S. (Eds.), *Hearing and sound communication in amphibians*. Springer Verlag, New York, pp. 44–86. 2007.
- ZINA J, HADDAD CFB. Reproductive activity and vocalizations of *Leptodactylus labyrinthicus* (Anura: Leptodactylidae) in Southeastern Brazil. *Biota Neotrop.* 5(2):119–129. 2005.

ARTIGO

JOURNAL OF HERPETOLOGY

A4

CANTO TERRITORIAL DE *Dendropsophus elegans* (WIED-NEUWIED, 1824) E *Pithecopus gonzagai* (ANDRADE, HAGA, FERREIRA, RECCO-PIMENTEL, TOLEDO, BRUSCHI, 2020) EM UM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA NO NORDESTE BRASILEIRO

SANTANA, A.R¹; TINÔCO, M.S¹; MOURA, G.J.B^{1*}

ILaboratório de Estudos Herpetológicos e Paleoherpetológicos da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, 10-PE. Programa de Pós-graduação em Biodiversidade-UFRPE.

***Autor de Correspondência: geraldo.jbmoura@ufrpe.br**

RESUMO

A vocalização dos anuros tem as funções primárias de atrair parceiros e delimitar território e são fortemente influenciadas por variáveis ambientais. A bioacústica é uma eficaz ferramenta de amostragem populacionais, uma vez que esses animais se comunicam principalmente através do som. O canto de território limita a competição por fêmeas e territórios, evitando disputas físicas. *Pithecopus gonzagai* e *Dendropsophus elegans* tem apenas seus cantos de anúncios descritos. O presente estudo teve como objetivo descrever o canto de território de *Dendropsophus elegans* e *Pithecopus gonzagai*. O estudo foi realizado na Estação Ecológica do Tapacurá, localizada no estado de Pernambuco, utilizando um gravador de áudio remoto com funções de agendamento diário entre 2019 e 2020. Os dados ambientais foram registrados através de um Datalogger. Foram analisadas 20 gravações para cada espécie, através dos softwares Arbimon, e Audacity, e os gráficos foram gerados utilizando o Raven. Os parâmetros acústicos investigados foram: duração média do canto; intervalo entre os cantos, pulsos por canto, frequência mínima; frequência máxima; frequência dominante e Amplitude da Frequência. Os cantos territoriais de *D. elegans* e *Pithecopus gonzagai* são formados por uma nota única multipulsionada emitida geralmente, após ou em resposta ao canto de anúncio ou a presença de outros machos. A bioacústica é uma poderosa ferramenta para estudos taxonômicos, porém são necessários mais estudos sobre as vocalizações específicas de cada espécie, assim como dados coletados a longo prazo, visando compreender os principais fatores que influenciam as características dos cantos.

Palavras-chave: Bioacústica; Anura, Conservação; Ecologia; Monitoramento Ambiental.

TERRITORY CALLS OF *Dendropsophus elegans* (WIED-NEUWIED, 1824) AND *Pithecopus gonzagai* (ANDRADE, HAGA, FERREIRA, RECCO-PIMENTEL, TOLEDO, BRUSCHI, 2020), ON A FRAGMENT OF ATLANTIC FOREST IN NORTHEASTERN BRAZIL

ABSTRACT

Vocalization has a role of mating and territory delimiters and are influenced by environmental variables. Bioacoustic is an effective tool for animals to communicate primarily through sound. Territory calls limits competition for females and territories, and physical disputes. *Pithecopus gonzagai* and *Dendropsophus elegans* have only their advertisement call described. The present study aims to: [1] Describe the territory call of *Dendropsophus elegans*; [two]. Describe the territory song of *Pithecopus gonzagai*. The study was carried out at the Tapacurá Ecological Station, located in the state of Pernambuco, using a remote audio recorder with scheduling functions between 2019 and 2020. The acoustic parameters of Pernambuco investigated were: Environmental data were recorded through a Datalogger. Twenty records were analyzed using Audacity software, and the graphics were generated using Raven. The acoustic parameters investigated were: average call duration; interval between calls, pulses per call, minimum frequency; maximum frequency; dominant frequency and Frequency amplitude. The territory calls of *D. elegans* and *P. gonzagai* is formed by a single multipulsed note as well, after or in response to the advertisement call or the presence of other males. Bioacoustics is an important tool for monitoring studies, as well as more studies on how species-specific vocalizations, as defined long-term data to understand the main factors that present as characteristic calls.

Keywords: Bioacoustics; Anura, Conservation; Ecology; Environmental monitoring.

INTRODUÇÃO

Dentre os aspectos comportamentais dos animais, a vocalização apresenta diversas funções ecológicas. No caso dos anuros, o canto, emitido predominantemente pelos machos, é utilizado prioritariamente para atrair as fêmeas e delimitar o território, e apresenta informações coespecíficas úteis na identificação das espécies (Guimarães, 2003). Os anfíbios, relacionam-se intimamente com o ecossistema, e são afetados diretamente pelas mudanças ambientais (Collins, Storfer, 2003). Existe uma relação direta entre as mudanças climáticas e a mortalidade em populações de anuros, de maneira que estes têm o potencial de ser utilizados como indicadores de estresse ecológico (Carey et al., 2001).

Dessa forma, a bioacústica é considerada uma eficaz ferramenta para amostrar populações e comunidades, identificar a presença de espécies e estimar a sua abundância (Blumstein et al. 2011). O monitoramento por gravadores remotos é uma eficiente metodologia para se estudar o comportamento dos anuros, uma vez que estes animais apresentam como principal forma de comunicação, a vocalização (Wells, 2008). Apesar do monitoramento remoto só permitir detectar os machos vocalizantes (Madalozzo et al., 2017), esse método ainda é uma técnica bastante eficaz e tem sido utilizada cada vez mais em monitoramentos populacionais (Sugai; Silva; et al., 2019) sendo também bastante eficaz quando utilizado em conjunto com os registros visuais.

Dendropsophus elegans (Wied-Neuwied, 1824) é um anuro da família Hylidae, chegando a 40 mm de comprimento rostro-cloacal (CRC), encontrado em poças com vegetação emergente, flutuante ou herbácea, com ampla distribuição temporal de atividade de vocalização, geralmente na época chuvosa (Feio et al., 1998), podendo ser encontrado em fragmentos de Floresta Atlântica do Brasil, desde o Rio Grande do Norte até o Sul do Paraná (Frost 2020). O gênero *Dendropsophus* (Fitzinger, 1843) pode ser encontrado em quase todas as regiões neotropicais e contém 108 espécies (Frost, 2011). *Dendropsophus elegans* pertence ao grupo *D. leucophyllatus* (Faivovich et al. 2005), que contém oito espécies morfologicamente similares, sendo a vocalização uma importante ferramenta para distinguir as espécies deste grupo (Heyer 1984; Faivovich et al. 2005; Frost 2020). O canto de anúncio de *D. elegans* foi descrito por Bastos e Haddad (1995) e redescrito por Muniz et al. (2016) desta vez com espécimes gravados no Parque Estadual de Dois Irmãos em Pernambuco, porém ainda não há na literatura uma descrição do canto territorial para a espécie.

Pithecopus gonzagai (Andrade, Haga, Ferreira, Recco-Pimentel, Toledo, Bruschi, 2020), é um anuro arborícola pertencente à família Phyllomedusidae e apresenta o dorso esverdeado, ventre branco e laterais laranjas com listas pretas, podendo atingir cerca de 3 a 4 cm de comprimento rostro cloacal (Freitas; Silva, 2007). O gênero *Pithecopus* contém espécies que ocorrem também nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe e Minas Gerais (Frost, 2017), durante anos a espécie era descrita como *P. nordestinus*, porém um novo estudo consagrou *P. gonzagai* como uma espécie críptica que ocorre apenas nos estados ao norte do Rio São Francisco, tendo atualmente apenas seu canto de anúncio descrito (Andrade et. al, 2020).

Apesar do preocupante declínio populacional e da sensibilidade dos anfíbios, pouco se tem feito para a sua conservação, já que 25% das espécies existentes ainda permanecem fora de áreas de proteção (Nori et al., 2015). Os anuros possuem 31,6% das espécies ameaçadas ou extintas (IUCN 2016). Levando em conta os diversos problemas taxonômicos entre as espécies encontradas na Mata Atlântica, há sempre a necessidade de mais estudos consistentes sobre o comportamento e bioacústica das espécies que compõem a fauna desse bioma. Mediante o exposto, o presente estudo teve como objetivo descrever o canto territorial de *Dendropsophus elegans* e *Pithecopus gonzagai*, em um fragmento de Mata Atlântica no estado de Pernambuco.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado em uma poça temporária dentro de um fragmento de Mata Atlântica localizada na Estação Ecológica do Tapacurá (08 ° 02'25 S / 35 ° 11'48 W), situada no município de São Lourenço, região metropolitana de Recife (Figura 1). Corresponde a três Unidades de Conservação de Proteção Integral, Mata do Camocim, Mata do Tapacurá e Mata do Toró (Veloso et al., 1991). Os fragmentos apresentam cobertura vegetal formada por floresta semidecidual com estações bem definidas, apresentando altitudes que variam entre 120 e 150 m, O clima da região é do tipo monção (Am), de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger (Alvares et al., 2013).

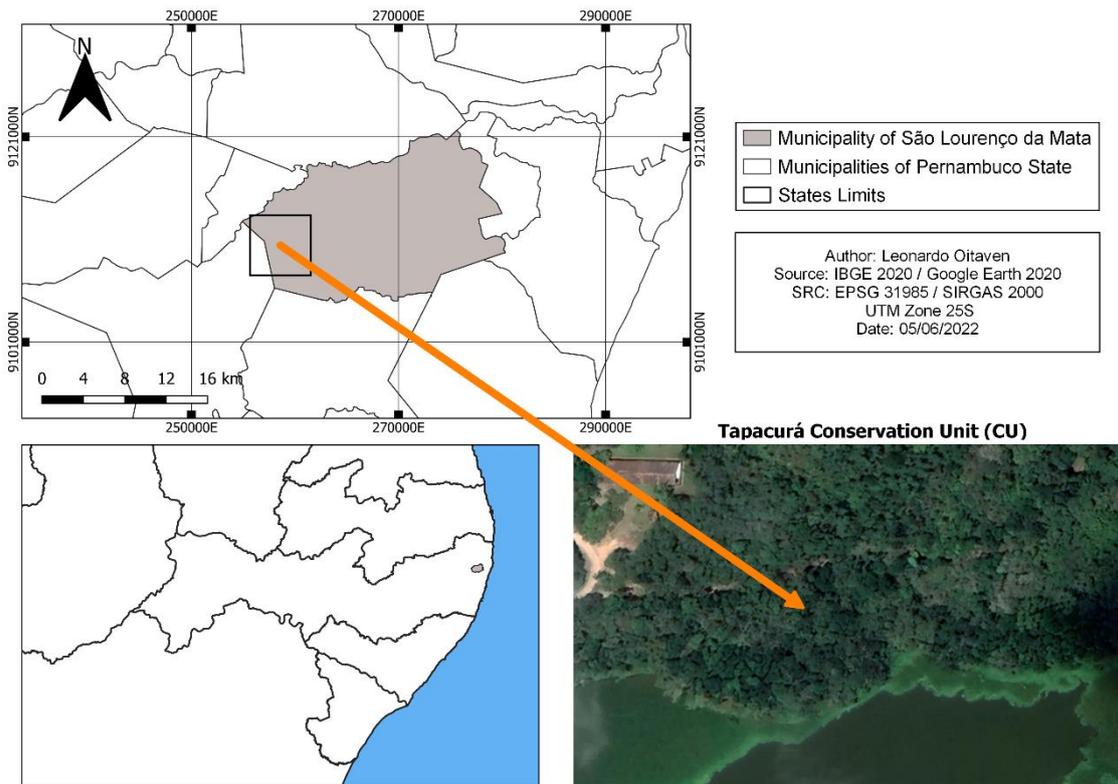


Figura 2: Mapa do Brasil, com ênfase para o Estado de Pernambuco, município de São Lourenço da Mata, e Estação Ecológica do Tapacurá.

Metodologia

Para os registros auditivos foram realizadas gravações remotas utilizando o Song Meter SM4 (Wildlife Acoustics), um gravador robusto e à prova de intempéries que grava em um ou dois canais no formato WAV de 16 bits, com funções de agendamento que permitem definir o gravador para monitorar continuamente ou para usar agendas complexas com base em horários específicos. Foram realizadas gravações com duração de 1 minuto, com programação para gravar a cada 15 minutos, 24 horas por dia, entre novembro de 2019 e julho de 2020. O gravador foi fixado em uma árvore na margem da poça temporária, a aproximadamente 1,5 metros de altura. Foram realizadas visitas periódicas a cada três meses para manutenção e substituição das baterias e cartões de memória, bem como registro visual das atividades de vocalização e comportamentos territoriais dos machos.

Os dados ambientais como temperatura ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa do ar (RH%) e ponto de orvalho (DP) foram registrados com o uso de um Datalogger Omega NEMA 6

(IP67), com uma programação correspondente aos horários das gravações. A troca de cartões de memória e baterias foram realizadas a cada três meses, assim como a coleta de dados. Os registros de áudio foram depositados na Sonoteca de anuros (COACHAR) do Laboratório de estudos herpetológicos e paleoherpetológicos (LEHP) da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Análise de Dados

As gravações foram tratadas através dos softwares *Arbimon* (Rainforest Connection) e *Audacity* (Audacity Team) para remoção de ruídos e processadas através do software *Raven* (Cornell Lab of Ornithology) para gerar os gráficos de Forma de Onda, Espectrograma e Espectro de Força, com as configurações: windows type = Hann, windows size = 512, time grid overlap = 50, time grid hop size = 526, FFT size= 512 e grid spacing= 93,8 Hz. Para cada gravação de 1 min foram aferidos os seguintes parâmetros acústicos: Duração média do canto (s); Intervalo entre os cantos (s), Pulsos por Canto, Frequência Mínima Fmin (Hz); Frequência Máxima Fmax (Hz); Frequência Dominante FD média (Hz) e Amplitude da Frequência (Hz). Foram escolhidas gravações que ocorreram durante os dias de visitas ao gravador, nos momentos em que foi possível visualizar a atividade de vocalização e territorialidade e dos machos.

RESULTADOS

Canto territorial de *Dendropsophus elegans*

Foram analisadas 20 gravações com duração de 1 minuto, realizadas no dia 20 de junho de 2020, entre 19:00 e 23:45h. O canto territorial de *D. elegans* (Figura 2) é formado por uma curta nota única e multipulsionada (Figura 3), e geralmente é emitido antes, após e/ou em resposta ao canto de anúncio (Figura 4), principalmente quando há muitos machos vocalizando ao mesmo tempo. A duração média do canto territorial foi de $0,157 \pm 0,047$ segundos (0,095 – 0,249 segundos; n=20 cantos). O intervalo entre cantos apresentou média de $2,153 \pm 2,104$ (0,012 – 8,028 segundos; n=20 cantos). A média de pulsos por canto, foi de $48 \pm 9,065$ pulsos (31 – 66 pulsos; n=20 cantos). A frequência mínima apresentou média de $2158,478 \pm 126,375$ Hz (1804,563 – 2391,497 Hz; n=20 cantos), enquanto a frequência máxima apresentou média de $3501,299 \pm 308,063$ Hz

(2454,785 – 3919,043; n=20 cantos). A frequência dominante apresentou média de $3501,299 \pm 308,063$ Hz (2454,785 – 3919,043 Hz; n=20 cantos) e a média da amplitude da frequência foi de $1342,821 \pm 362,018$ Hz (217,735 – 1985,281 Hz; n=20 cantos) (Tabela 1).



Figura 2. Macho de *Dendropsophus elegans* vocalizando sobre vegetação emergente em uma poça temporária na Estação Ecológica do Tapacurá. Foto: Ubiratã F. Souza.

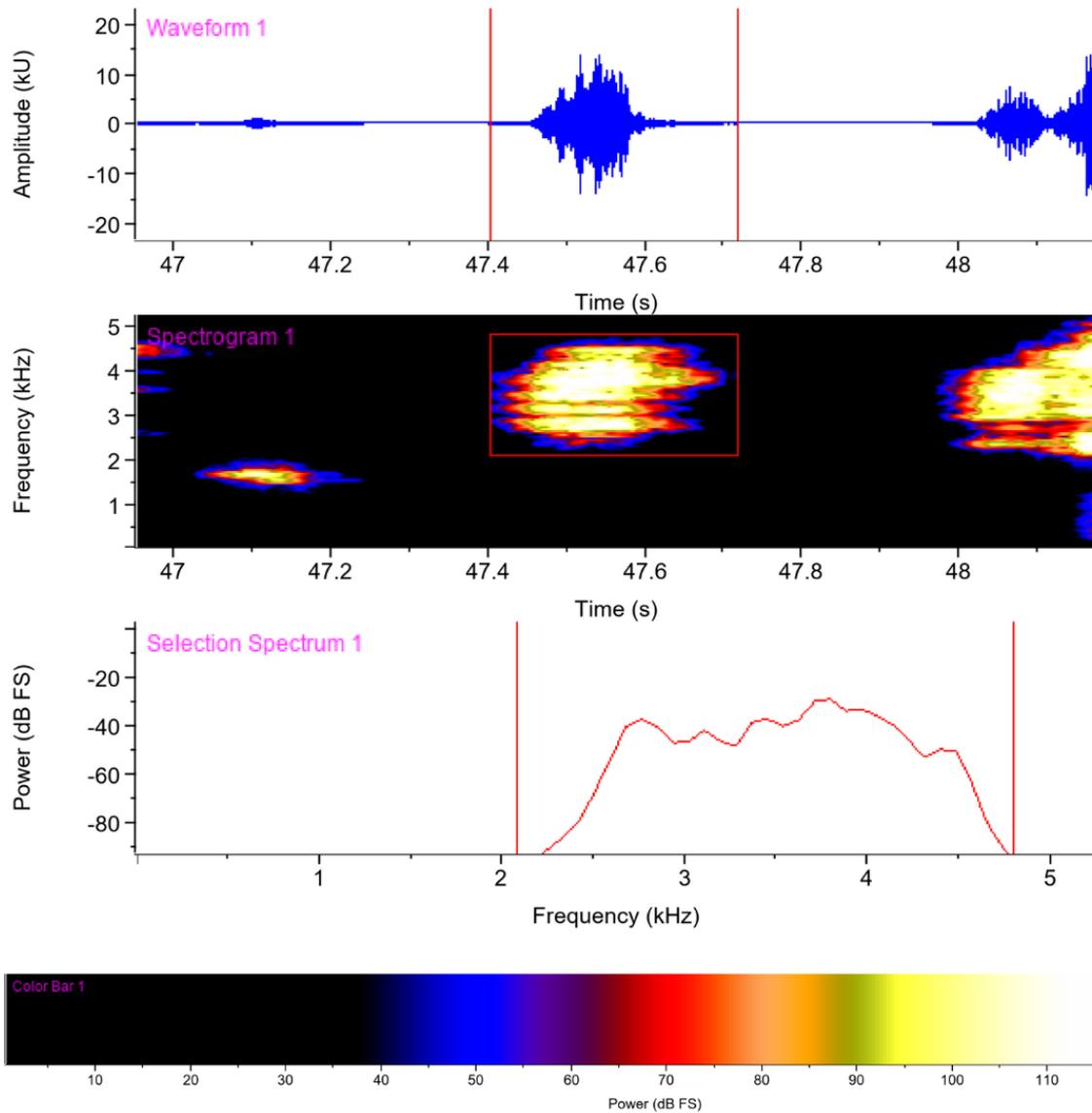


Figura 3. Oscilograma, Espectrograma e Espectro de Força do canto territorial de *Dendropsophus elegans* na Estação Ecológica do Tapacurá, (22°C; RH 99,9%; DP22).

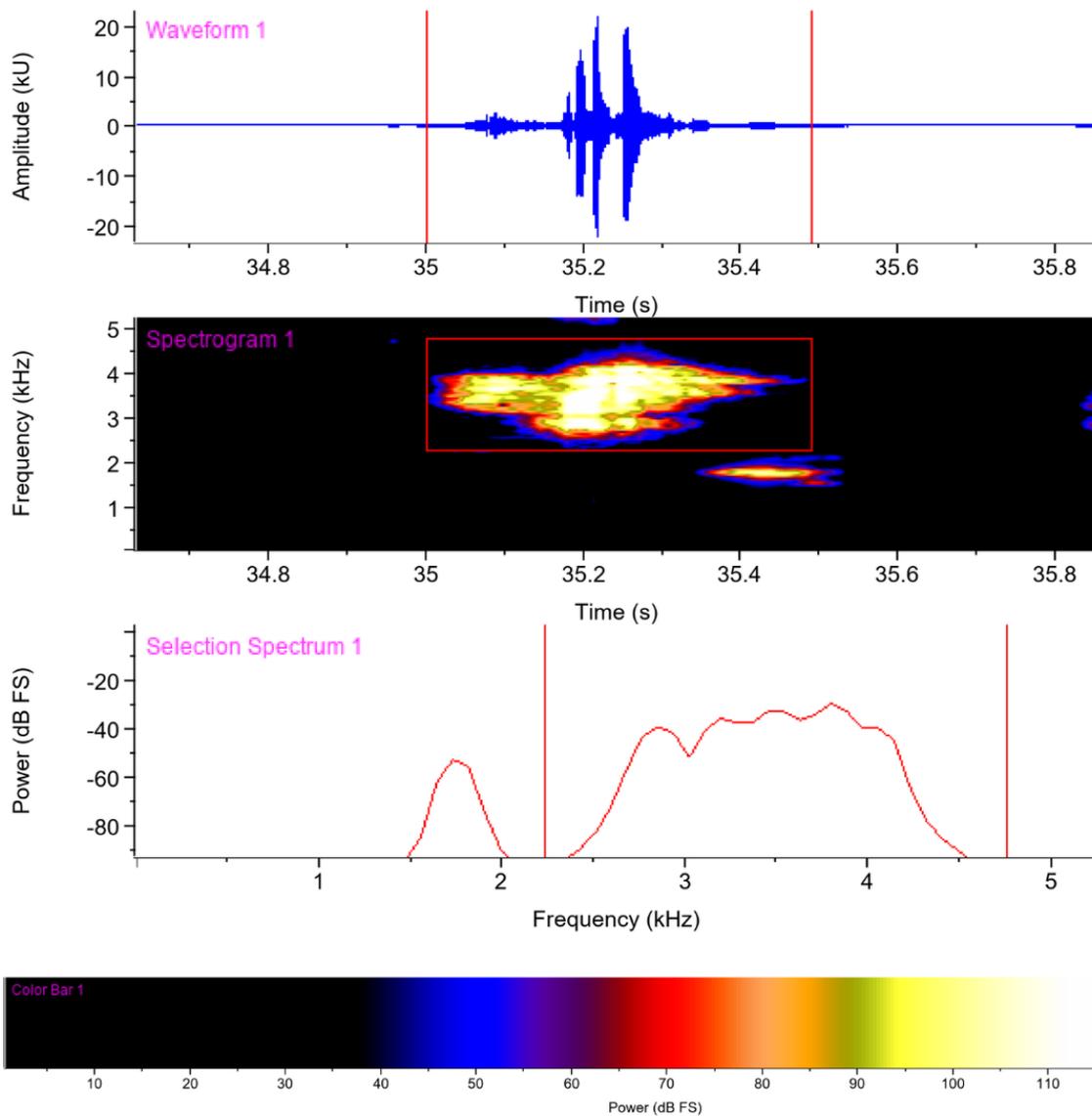


Figura 4. Oscilograma, Espectrograma e Espectro de Força do canto de anúncio de *Dendropsophus elegans* na Estação ecológica do Tapacurá (22°C; RH 99,9%; DP22).

Tabela 1. Parâmetros temporais, espectrais e variáveis ambientais do canto territorial e anúncio de *D. elegans* na estação Ecológica do Tapacurá. Valores: média \pm desvio padrão (mínimo – máximo).

Características do canto de <i>D. elegans</i>	Canto territorial (n = 20)	Canto de anúncio (n = 20)
Duração (s)	0,157 \pm 0,047 (0,095 – 0,249)	0,218 \pm 0,022 (0,169 – 0,260)
Intervalo entre os cantos (s)	2,153 \pm 2,104 (0,012 – 8,028)	3,184 \pm 4,278 (0,346 – 13,800)
Pulsos por canto	48 \pm 9,065 (31 – 66)	21 \pm 5,727 (10 – 35)
Frequência mínima (Hz)	2158,478 \pm 126,375 (1804,563 – 2391,497)	1642,182 \pm 228,181 (1245,171 – 2111,377)
Frequência máxima (Hz)	3501,299 \pm 308,063 (2454,785 – 3919,043)	3737,207 \pm 73,199 (3617,578 – 3875,977)
Frequência dominante (Hz)	3326,234 \pm 292,660 (2332,046 – 3723,091)	3550,346808 \pm 69,539 (3436,699 – 3682,178)
Amplitude da frequência (Hz)	1342,821 \pm 362,018 (217,735 – 1985,281)	2095,025 \pm 224,668 (1678,467 – 2490,535)
Temperatura (°C)	21,9 \pm 1,028 (20,1 – 24)	22,6 \pm 0,404 (22 – 24,1)
Umidade relativa (%)	99,4 \pm 1,305 (93,5 – 99,9)	99,3 \pm 1,557 (93 – 99,9)
Ponto de orvalho (°C)	21,8 \pm 0,901 (19,5 – 23,2)	22,5 \pm 0,210 (22 – 22,9)

Canto territorial de *P. gonzagai*

Foram analisadas 20 gravações realizadas no dia 19 de março de 2020 entre 20:15 e 01:00h. O canto territorial de *P. gonzagai* (Figura 5), é formado por uma única nota longa e multipulsionada (Figura 6), geralmente é emitido antes, após e/ou em resposta ao canto de anúncio (Figura 7), principalmente quando há machos próximos vocalizando ao mesmo tempo.

A duração média do canto territorial foi de $0,923 \pm 0,176$ segundos (0,472 – 1,120 segundos; n=20 cantos). O intervalo entre cantos apresentou média de $0,923 \pm 0,176$ (1,025 – 5,703 segundos; n=20 cantos). A média de pulsos por canto foi de $71 \pm 19,797$ pulsos (21 – 97 pulsos; n=20 cantos). A frequência mínima apresentou média de $1163,366 \pm 158,093$ Hz (905,383 – 1507,485 Hz; n=20 cantos), enquanto a frequência máxima apresentou média de $2992,925 \pm 108,128$ Hz (2778,080 – 3144,184 Hz; n=20 cantos). A frequência dominante apresentou média de $2233,711 \pm 76,117$ Hz (2067,188 – 2325,586 Hz; n=20 cantos) e a média da amplitude da frequência foi de $1829,559 \pm 258,436$ Hz (1270,595 – 2152,658 Hz; n=20 cantos) (Tabela 2).



Figura 5. Macho de *Phitecopus gonzagai* sobre vegetação na Estação Ecológica do Tapacurá, Foto: Ubiratã F. Souza.

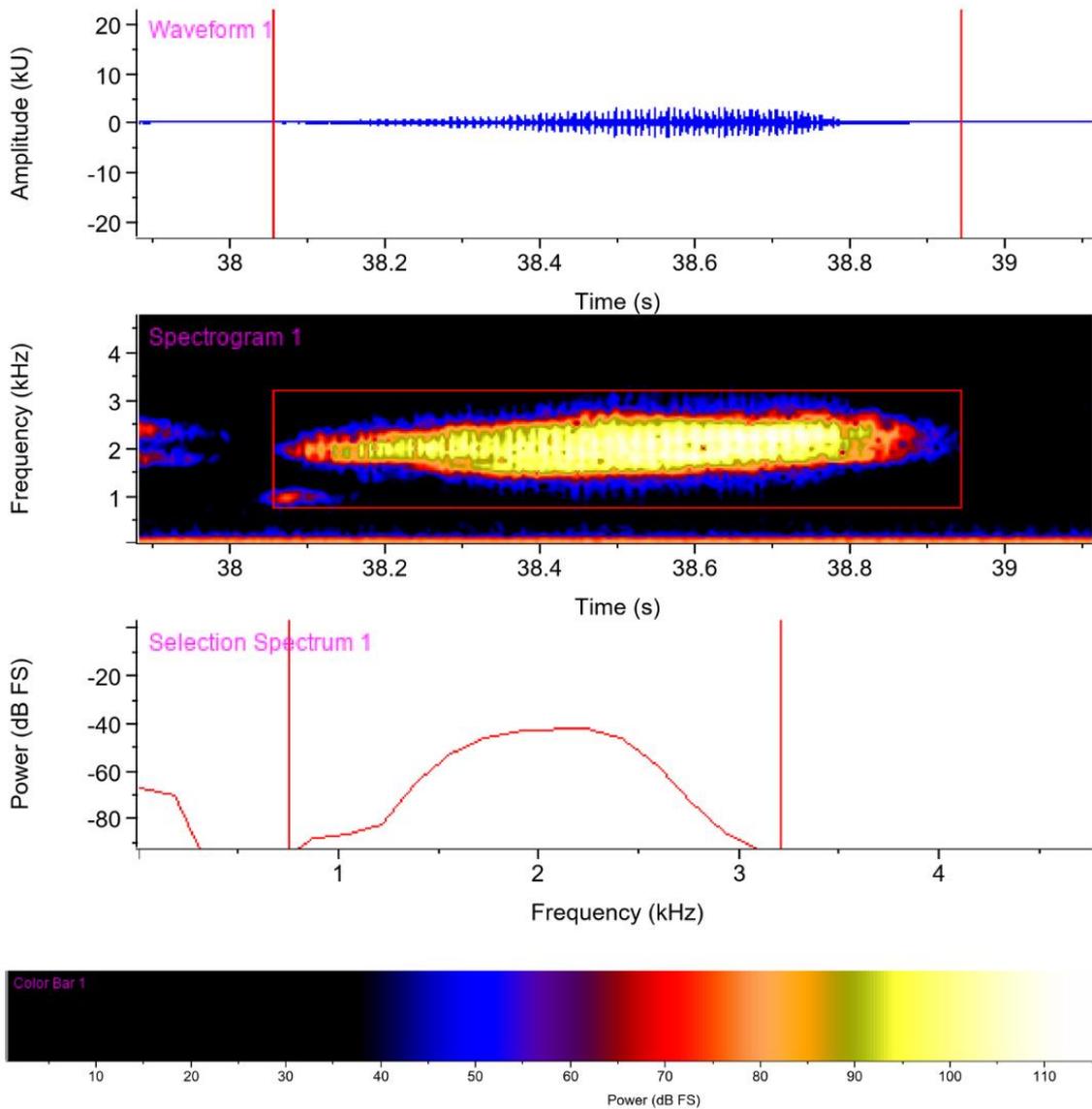


Figura 6. Oscilograma, Espectrograma e Espectro de Força do canto territorial de *Pithecopus gonzagai* na Estação Ecológica do Tapacurá (25°C; RH 88,4%; DP22,9).

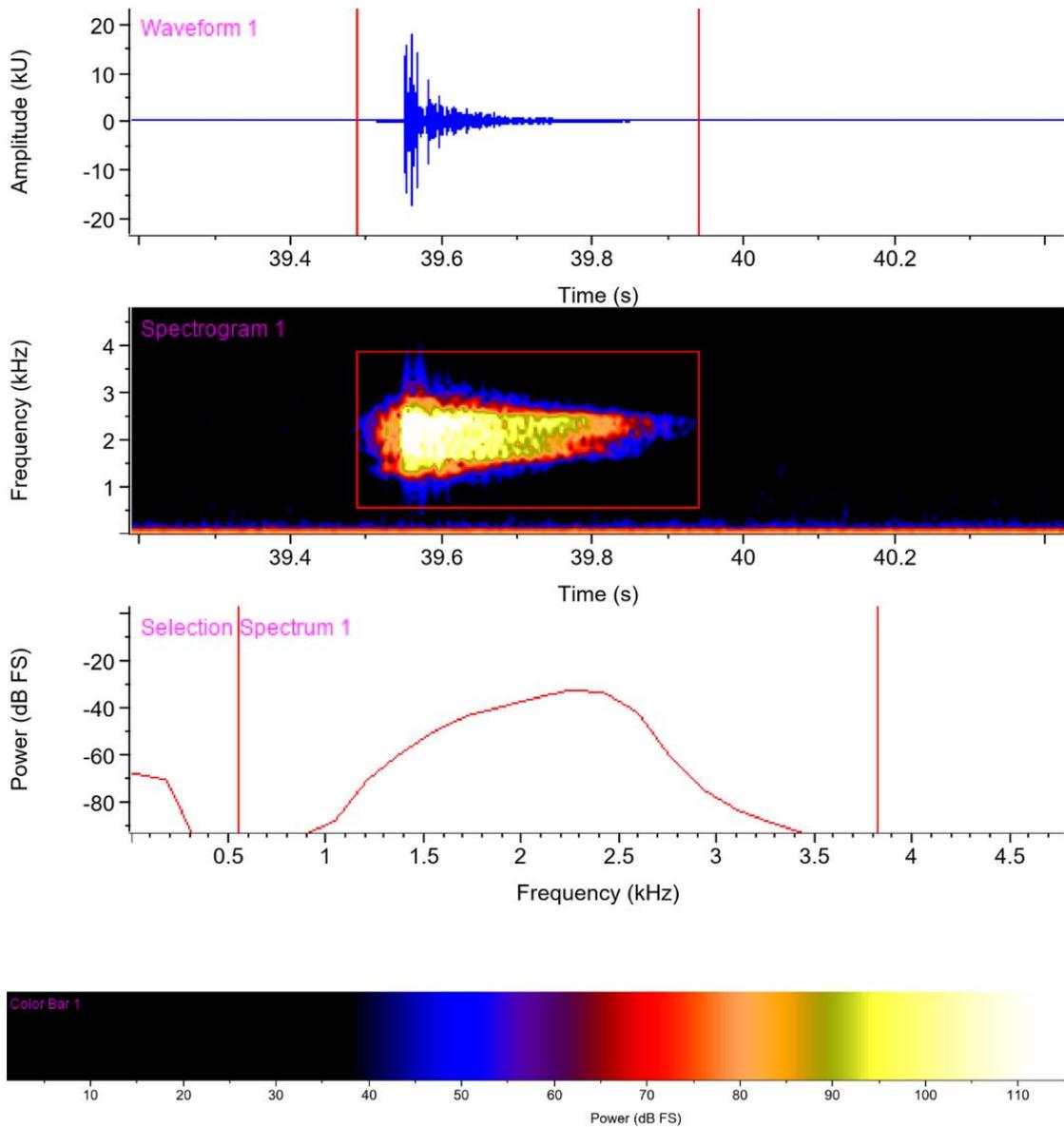


Figura 7. Oscilograma, Espectrograma e Espectro de Força do canto de anúncio de *Pithecopus gonzagai* na Estação ecológica do Tapacurá (25°C; RH 88,4%; DP22,9).

Tabela 2. Parâmetros temporais, espectrais e variáveis ambientais do canto territorial e anúncio de *P. gonzagai* na estação Ecológica do Tapacurá. Valores: média \pm desvio padrão (mínimo – máximo).

Características do canto de <i>P. gonzagai</i>	Canto territorial (n = 20)	Canto de anúncio (n = 20)
Duração (s)	0,923 \pm 0,176 (0,472 – 1,120)	0,302 \pm 0,061 (0,131 – 0,366)
Intervalo entre os cantos (s)	2,578 \pm 1,510 (1,025 – 5,703)	2,343 \pm 2,283 (0,005 – 7,952)
Pulsos por canto	71 \pm 19,797 (21 – 97)	13 \pm 5,237 (6 – 23)
Frequência mínima (Hz)	1163,366 \pm 158,093 (905,383 – 1507,485)	856,108 \pm 258,166 (497,656 – 1263,281)
Frequência máxima (Hz)	2992,925 \pm 108,128 (2778,080 – 3144,184)	2270,774 \pm 167,156 (1981,055 – 2497,852)
Frequência dominante (Hz)	2233,711 \pm 76,117 (2067,188 – 2325,586)	2509,597 \pm 85,290 (2411,719 – 2670,117)
Amplitude da frequência (Hz)	1829,559 \pm 258,436 (1270,595 – 2152,658)	1414,667 \pm 356,240 (794,336 – 1961,915)
Temperatura (°C)	23,3 \pm 0,656 (22,4 – 24,6)	24,2 \pm 0,605 (23,5 – 25,4)
Umidade relativa (%)	96,4 \pm 2,430 (90,9 – 99,6)	97,6 \pm 2,345 (92 – 99,9)
Ponto de orvalho (°C)	22,6 \pm 0,243 (22,2 – 23)	23,8 \pm 0,221 (23,4 – 24,1)

DISCUSSÃO

D. elegans possui apenas seu canto de anúncio descrito por Bastos e Haddad (1995) e redescrito por Muniz et al. (2016), sendo composto de duas notas multipulsionadas. Já no presente estudo verificou-se que diferente do canto de anúncio, o territorial é composto por apenas uma única nota multipulsionada, que também pode se repetir ou intercalar com o canto de anúncio. Diferenças entre o canto de populações são frequentemente encontradas em espécies que exibem comportamento territorial e podem modificar não apenas o número de notas, mas também a frequência e duração do canto (Martins & Haddad, 1998). Alguns indivíduos tendem a alternar cantos de anúncio e de território para evitar o combate físico (Brigs, 2010; Bastos et al., 2011; Moraes et al., 2012). Várias espécies de hilídeos apresentam dois ou mais tipos de canto, os quais são usados para atrair fêmeas, defender territórios, ou ainda em ocasião de briga ou de estresse (Duellman & Trueb, 1986). Espécies de reprodução prolongada apresentam geralmente vocalizações menos estereotipadas que as de reprodução explosiva (Wells, 1977a). O rico repertório vocal de *D. elegans* pode estar relacionado à atividade reprodutiva prolongada (Bastos & Haddad, 1995).

O canto territorial de *P. gonzagai* possui características muito próximas ao descrito por Vilaça et. al (2011) para *P. nordestinus*, porém com a descoberta e diferenciação da nova espécie, são necessários novos registros com indivíduos das localidades ao norte do Rio São Francisco, principal barreira de isolamento que fez com que as espécies fossem separadas tornando necessário uma descrição do canto territorial para a nova espécie. Apesar de diferir em frequências e duração os cantos territoriais, apresentam estrutura similar; são formados por uma nota multipulsionada que pode se repetir ou intercalar entre um canto ou outro, o que também foi relatado para outras espécies do gênero *Phitecopus*, como *P. rohdei* (Wogel et al. 2004), *P. burmeisteri* (Abrunhosa e Wogel 2004) e *P. azurea* (Costa 2008). Dois cantos territoriais diferentes também foram descritos para *P. rohdei* (Wogel et al. 2004).

A territorialidade tem sido amplamente descrita para anuros (Robertson 1986; Guimarães e Bastos 2003; Vaz-Silva et al. 2007), incluindo o gênero *Pithecopus* (Matos et al. 2000; Wogel et al. 2004; Abrunhosa e Wogel 2004). Os machos desse gênero exibem comportamentos territoriais enquanto permanecem nos sítios de vocalização e defendem seus territórios através de vocalizações e interações agressivas. Este comportamento agressivo pode ser considerado uma sinapomorfia do grupo uma vez que

os comportamentos envolvidos são semelhantes entre as espécies, e são desencadeados através de disputas por fêmeas e territórios (Wogel et al. 2004; Abrunhosa e Wogel 2004; Costa 2008).

A bioacústica é uma poderosa ferramenta para estudos taxonômicos (Köhler et al., 2017), porém para que o monitoramento acústico passivo seja viável se faz necessário levantar mais informações sobre as vocalizações específicas de cada espécie, assim como sonotecas arquivadas publicamente e conjuntos de dados de áudio de vários anos (Gibb et al., 2019; Guerra et al., 2018). O uso do método passivo de coleta quando utilizado em conjunto ao registro visual, pode auxiliar para uma melhor compreensão a longo prazo da variação temporal da atividade dos anuros e minimiza a interferência do pesquisador no sítio de vocalização, permitindo um retrato mais fiel da paisagem acústica (Digby et al., 2013; Madalozzo et Al., 2017; Obrist et al., 2010).

Apesar dos esforços para fornecer evidências sobre a importância das variações ambientais na atividade de vocalização dos anuros, ainda são necessários mais estudos durante maiores períodos de tempo para melhor compreender a dinâmica dos principais fatores ecológicos e comportamentais que influenciam as características do comportamento e do canto desses animais.

REFERÊNCIAS

- ABRUNHOSA PA, WOGEL H. Breeding behavior of the leaf-frog *Phyllomedusa burmeisteri* (Anura, Hylidae). *Amphibia-Reptilia* 25(2):125–135. 2004.
- AZEVEDO-JR., S.M. A Estação Ecológica do Tapacurá e suas aves. In: Anais do encontro nacional dos anilhadores de aves (ENAV). Recife. 4, 92–94, 1990.
- BASTOS, R. P.; HADDAD, C. F. B. Vocalizações e interações acústicas de *Hyla elegans* (Anura, Hylidae) durante a atividade reprodutiva. *Naturalia*, v. 20, p. 165-176, 1995.
- BASTOS, R.P., ALCANTARA, M.B., MORAIS, A.R., LINGNAU, R.; SIGNORELLI, L. Vocal behavior and conspecific call response in *Scinax centralis* (Anura: Hylidae). *Herpetological Journal* 21, 43–50, 2011.
- BEE, M.A. & SWANSON, E.M. Auditory masking of anuran advertisement calls by road traffic noise. *Animal Behaviour* 74, 1765–1776. 2007.

- BEEBEE, T.J.C., R.J. FLOWER, A.C., STEVENSON, S.T., PATRICK, P.G., APPLEBY, C. FLETCHER, C. MARSH, J. NATKANSKI, B. RIPPEY, R.W. BATTARBEE. Decline of the natterjack toad *Bufo calamita* in Britain: paleoecological, documentary and experimental evidence for breeding site acidification. *Biol Conserv* 53:1–20. 1990.
- BERGER, L. R. SPEARE, P. DASZAK, D.E. GREEN, A.A. CUNNINGHAM, C.L. GOGGIN, R. SLOCOMBE, M.A. RAGAN, A.D. HYATT, K.R. MCDONALD, H.B. HINES, K.R. LIPS, G. MARANTELLI, H. PARKES. Chytridiomycosis causes amphibian mortality associated with population declines in the rain forests of Australia and Central America. *Proc Natl Acad Sci USA* 95:9031–9036. 1998.
- BLAUSTEIN, A.R., J.M. KIESECKER, D.P. CHIVERS, D.G. HOKIT, A. MARCO, L.K. BELDEN, A. HATCH Effects of ultraviolet radiation on amphibians: field experiments. *Am. Zool* 38:799–812. 1998.
- BLUMSTEIN, D. T., MENNILL, D. J., CLEMINS, P., GIROD, L., YAO, K., PATRICELLI, G., DEPPE, J. L., KRAKAUER, A. H., CLARK, C., CORTOPASSI, K. A., HANSER, S. F., CCOWAN, B., ALI, A. M. & KIRSCHER, A. N. G. Acoustic monitoring in terrestrial environments using microphone arrays: applications, technological considerations and prospectus. *Journal of Applied Ecology* 48, 758-767, 2011.
- BRADBURY, J.W., VEHCAMP, S.L. Economic models of animal communication. *Animal Behavior* Feb;59(2):259-268. PMID: 10675247 DOI: 10.1006/anbe.1999.1330, 1998.
- BRIGGS, V.S. Call trait variation in Moretelli's tree frog, *Agalychnis moreletti* of Belize. *Herpetologica* 66(3): 241–249, 2010.
- BRUMM, H. Anthropogenic Noise: Impacts on Animals. *Encyclopedia of Animal Behavior* 1, 89–93, 2010.
- CARAMASCHI, U.; NAPOLI, M. F. Taxonomic revision of the *Odontophrynus cultripes* species group, with description of a new related species (Anura, Cycloramphidae). *Zootaxa*, v. 3155, p. 1-20, 2012.

- CARAMASCHI, U.; NAPOLI, M. F. Taxonomic revision of the *Odontophrynus cultripes* species group, with description of a new related species (Anura, Cycloramphidae). *Zootaxa*, v. 3155, p. 1-20, 2012.
- CAREY, C., HEYER, W. R., WILKINSON, J., ALFORD, R., ARNTZEN, J. W., HALLIDAY, T., HUNGERFORD, L., LIPS, K. R., MIDDLETON, E. M., A. ORCHARD, S., A. STANLEY RAND. Amphibian Declines and Environmental Change: Use of Remote-Sensing Data to Identify Environmental Correlates. *Conservation Biology*, 15(4):903–913, 2001.
- CASTELANO, S.B.R., C. GIACOMA & T. DUJSBAEYVA. Morphometric and advertisement call variation in poliplóid gremm toads. *Biological Journal of the Linnean Societ*, 70: 341-360. 2000.
- CASTELLANO, S. & C. GIACOMA. Morphometric and advertisement call geographic variation in polyploid green toads. *J. Zool., Lond.*, 248, 83-90. 1999.
- CASTRO, J, M; ABREU, P. Estaremos cegos pelo ciclo da inteligência tradicional? Uma releitura a partir das abordagens de monitoramento ambiental. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 36, n. 1, p. 7-19. 2007.
- COLLINS, J. P., STORFER, A. Global amphibian declines: sorting the hypotheses. *Diversity and Distributions*, 9:89–98, 2003.
- CORREA, A. C. B. 2015. A geografia física: uma pequena revisão dos seus enfoques. *Rios – Revista Científica da Faculdade Sete de Setembro*, v. 1, p. 170 -180, 2005.
- COSTA TB. Ecologia reprodutiva de *Phyllomedusa azurea* (Reproductive ecology of *Phyllomedusa azurea*) (Cope, 1862) (Amphibia, Anura, Hylidae) no município de Cocalzinho de Goiás, centro-oeste do Brasil [dissertação]. [Goiânia, GO]: Universidade Federal de Goiás. (in the city of Cocalzinho de Goiás, in the Brazilian Midle West region [thesis]. [Goiania, GO]: University of Goias.). 2008.
- CUNNINGTON, G.M. & FAHRIG, L. Plasticity in the vocalizations of anurans in response to traffic noise. *Acta Oecologica* 36, 463–470. 2010.
- DE ANDRADE, F.S. et al. A new cryptic species of *Pithecopus* (Anura, Phyllomedusidae) in north-eastern Brazil. *European Journal of Taxonomy*, v. 723, p. 108-134, 2020.

- DIGBY, A. et al. A practical comparison of manual and autonomous methods for acoustic monitoring. *Methods in Ecology and Evolution*, v. 4, n. 7, p. 675–683, 2013.
- DODD, JR C.K. & L.L. SMITH. Habitat destruction and alteration: historical trends and future prospects for amphibians. In: Semlitsch RD (ed) *Amphibian conservation*. Smithsonian Institution, Washington, DC, pp 94–112. 2003.
- DUELLMAN, W. E. & TRUEB, L. *Biology of amphibians*. Baltimore, The Johns Hopkins Univ. 670p. 1986.
- FAIVOVICH, J., HADDAD, C.F.B., GARCIA, P.C.A., FROST, D.R., CAMPBELL, J.A., WHEELER, W.C. Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hylinae: phylogenetic analysis and taxonomic revision. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 294: 1-294, 2005.
- FEIO, R. N., WIEDERHECKER, H., BRAGA, U.M.L & SANTOS, P.S. *Anfíbios do parque estadual do Rio Doce*. Universidade Federal de Viçosa e Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais. Imprensa Universitária, Viçosa, 32p., 1998.
- FENG, A.S., NARINS, P.M., XU, C., LIN, W., YU, Z., QIU, Q. & XU, Z. Ultrasonic communication in frogs. *Nature* 440, 1–4. 2006.
- FIDEM. FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE. 1987. *Reservas ecológicas: região metropolitana do Recife*. Recife, 1987.
- FITZINGER, L.J.F.J. *Systema Reptilium. Fasciculus Primus*. Wien: Braumüller et Seidel. 1843.
- FREITAS M.A., SILVA T.F.S. : *Guia ilustrado - A Herpetofauna das Caatingas e áreas de altitudes do Nordeste Brasileiro*. União Sul-Americana de Estudos da Biodiversidade. 388 p. DIGBY, A. et al. A practical comparison of manual and autonomous methods for acoustic monitoring. *Methods in Ecology and Evolution*, v. 4, n. 7, p. 675–683, 2013.
- FROST, D. R. *Amphibian species of the world: an online reference*. Version 5.5 (31 January, 2011). American Museum of Natural History, New York, USA, 2011.
- FROST, D.R. *Amphibians Species of the World: An Online Reference*. Version 6.0. Available from: <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia>, 2020.

- FROST, D.R. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0. Available at: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. 2017.
- GERHARDT, H.C.T The evolution of vocalizations in frogs and toads. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, Lawrence, 25:293-324. 1994.
- GIACOMA, C. S. & S. CASTELLANO. Advertisement call variation and speciation in the *Bufo viridis* complex. In Ryan M. J. *Anuran communication*. Smithsonian Institution Press, Smithsonian. 2001.
- GIBB, R. et al. Emerging opportunities and challenges for passive acoustics in ecological assessment and monitoring. *Methods in Ecology and Evolution*, v. 10, n. 2, p. 169–185, 2019.
- GIBB, R. et al. Emerging opportunities and challenges for passive acoustics in ecological assessment and monitoring. *Methods in Ecology and Evolution*, v. 10, n. 2, p. 169–185, 2019.
- GILPIN, M. E. & M. E. SOULÉ. Minimum viable populations: processes of species extinction. pp. 19-34. In Soulé, M. E. (ed.). *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*. Sinauer, Massachusetts. 1986.
- GIVEN, M. F. Frequency alteration of the advertisement call in the carpenter frog, *Rana virgatipes*. *Herpetologica*, Lawrence, 55(3):304-307. 1999.
- GOTELLI, N. J. & A. M. ELLISON. A primer of ecological statistics. Sinauer Associates. Massachusetts U.S.A. 510 pp. 2004.
- GOUTTE, S., DUBOIS, A. & LEGENDRE, F. The Importance of Ambient Sound Level to Characterise Anuran Habitat. *PLOS ONE* 8. 2013.
- GREEN, D. M. Temporal variation in abundance and age structure in Fowler's toads, *Bufo fowleri*, at Long Point, Ontario. In: Green, D. M. (ed.), *Amphibians in decline: Canadian studies of a global problem*. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, pp. 45_56. 1997.
- GUERRA, V. et al. The advertisement calls of Brazilian anurans: Historical review, current knowledge and future directions. *PLoS ONE*, v. 13, n. 1, 2018.

GUERRA, V. et al. The advertisement calls of Brazilian anurans: Historical review, current knowledge and future directions. PLoS ONE, v. 13, n. 1, 2018.

GUIMARÃES LD, BASTOS RP. Vocalizações e interações acústicas em *Hyla raniceps* (Anura, Hylidae) durante a atividade reprodutiva. (Vocal activities and acoustic interactions on *Hyla raniceps* (Anura, Hylidae) during the reproductive activity.) *Iheringia Sér Zool.* 93(2):149–158. 2003.

GUIMARÃES, L. D. A.; BASTOS, R. P. Vocalizações e interações acústicas em *Hyla raniceps* (Anura, Hylidae) durante a atividade reprodutiva. *Iheringia, Série. Zoologia*, vol. 93, no. 2, p. 149-158, 2003.

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* 0, arv204. 2015.

HEYER, W.R. Variation, systematics, and zoogeography of *Eleutherodactylus guentheri* and closely related species (Amphibia: Anura: Leptodactylidae). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 402:1-42, 1984.

HEYER, W.R., REID, Y.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 Ciências* 75(1): 39–54, 2003.

HOSKIN, C.J. & GOOSEM, M.W. Road Impacts on Abundance, Call Traits, and Body Size of Rainforest Frogs in Northeast Australia. *Ecology and Society* 15. 2010.

HOULAHAN, J.E, C.S. FINDLAY, B.R. SCHMIDT, A.H. MEYER, S.L. KUZMIN. Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature*, 404:752–755. 2000.

KAISER, K., SCOFIELD, D.G., ALLOUSH, M., JONES, R.M., MARCZAK, S., MARTINEAU, K., OLIVA, M.A. & NARINS, P.M. When sounds collide: the effect of anthropogenic noise on a breeding assemblage of frogs in Belize, Central America., 215–232. 2010.

- KNAPP, R.A. & MATTHEWS K.R. Non-native fish introductions and the decline of the mountain yellow-legged frog from within protected areas. *Conservation Biology*, 14:428–438. 2000.
- KÖHLER, J. et al. The use of bioacoustics in anuran taxonomy: Theory, terminology, methods and recommendations for best practice. *Zootaxa*, v. 4251, n. 1, p. 1–124, 2017.
- KÖHLER, J., VIEITES, D.R., BONETT, R.M., HITA GARCÍA, F., GLAW, F., MILLER, J.R. & R.J. HOBBS. Conservation where people live and work. *Conservation Biology*, 6:330–337. 2002.
- LENGAGNE, T. Traffic noise affects communication behaviour in a breeding anuran, *Hyla arborea*. *Biological Conservation* 141. 2008
- LITHOJOHN, M. J. Long-range acoustic communication in anurans: an integrated and evolutionary approach, pp. 263-294. In Taylor D. H. & Guttman (Eds.). *The reproductive biology of Amphibians*. Plenum Publishing Corporation. 1977.
- MADALOZZO, B. et al. Biodiversity assessment: Selecting sampling techniques to access anuran diversity in grassland ecosystems. *Wildlife Research*, v. 44, n. 1, p. 78–91, 2017.
- MADALOZZO, B. et al. Biodiversity assessment: Selecting sampling techniques to access anuran diversity in grassland ecosystems. *Wildlife Research*, v. 44, n. 1, p. 78–91, 2017.
- MARTINS, M., HADDAD, C.F. Vocalizations and reproductive behaviour in the smith frog, *Hyla faber* Wied (Amphibia: Hylidae). *Amphibia-Reptilia* 9(1): 49–60, 1988.
- MATOS RHR, ANDRADE GV, HASS A. Reproductive biology and territoriality of *Phyllomedusa hypocondrialis* in Northeastern Brazil. *Herpetol Rev.* 31(2):84–86. 2000.
- MCCLELLAND, B.E., W. WICZNSKI & M.J. RYAN. Correlations between call characteristics and morphology in male cricker frogs (*Acris creptans*). *The Journal of experimental biology*, 199: 1907-1919. 1996.
- MCCUNE, B. & GRACE, J.B. (with URBAN, D.L.) *Analysis of ecological communities*. Mjmm Software Design, Gleneden Beach, OR, US. 2002.

- MELO, ANA CAROLINA BRASILEIRO. Influência de características acústicas e corpóreas em disputas agonísticas de *Pithecopus nordestinus* (Anura: Phyllomedusidae). 2018.
- MORAIS, A.R., BATISTA, V.G., GAMBALE, P.G., SIGNORELLI, L., BASTOS, R.P. Acoustic communication in a Neotropical frog (*Dendropsophus minutus*): vocal repertoire, variability and individual discrimination. *The Herpetological Journal* 22(4): 249–257, 2012.
- MUNIZ, S., MOURA, C., MORAES, A., GALINDO, M., CHAVES, L., KOKUBUM, M., & MOURA, G. Acoustic characteristics of the mating call of *Dendropsophus elegans* (Anura: Hylidae). *Herpetology Notes*, 9, 99-102. 2016.
- NARINS, P.M. Frog Communication. *Scientific American*. 1995.
- NARINS, P.M. Seismic in Communicati Anuran Amphibians White-lipped frogs thump the ground as they chirp. *BioScience* 40, 268–274. 1990.
- NORI, J., LEMES, P., URBINA-CARDONA, N., BALDO, D., LESCANO, J., & LOYOLA, R. Amphibian conservation, land-use changes and protected areas: A global overview. *Biological Conservation*, 191, 367-374. 2015.
- OBRIST, M. K. et al. Bioacoustics approaches in biodiversity inventories. In: Volume 8 - Manual on Field Recording Techniques and Protocols for All Taxa Biodiversity Inventories, *Abc Taxa*, v. 8, cap.5 p. 68–99, 2010.
- OBRIST, M. K. et al. Bioacoustics approaches in biodiversity inventories. *In*: Volume 8 - Manual on Field Recording Techniques and Protocols for All Taxa Biodiversity Inventories, *Abc Taxa*, v. 8, cap.5 p. 68–99, 2010.
- OITAVEN, L.P.C., SANTOS, J.R.O., SILVA, A. O., GAMBALE, P.G., MOURA, G.J.B. Description of vocalisations and analysis of intra- and inter-individual variation in *Pristimantis ramagii* (Boulenger, 1888) in an upland swamp, Northeast Brazil. *Herpetology Notes*, 10: 197-203, 2017.
- OLIVEIRA C., ZANETONI C. & ZIERI R. Morphological observations on the testes of *Physalaemus cuvieri* (Amphibia, Anura). *Revista Chilena de Anatomia*, 20:263- 268, 2002.

- PARRIS, K.M., VELIK-LORD, M. & NORTH, J.M.A. Frogs Call at a Higher Pitch in Traffic Noise. *Ecology and Society* 14. 2009.
- PHILIPPE, J. R. et al. The use of bioacoustics in anuran taxonomy: theory, terminology, methods and recommendations for best practice. *Zootaxa*, 2017.
- POMBAL JR. JP. Distribuição espacial e temporal de anuros (Amphibia) em uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 57:583-594. 1997.
- POUNDS, J.A, M.P.L. FOGDEN & J.H. CAMPBELL. Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature*, 398:611–615. 1999.
- REED, D.H. & G. R. HOBBS. The relationship between population size and temporal variability in population size. *Animal Conservation* (2004), 7:1:1-8. 2004.
- REED, D.H., E.H. LOWE, D.A. BRISCOE & R. FRANKHAM. Inbreeding and extinction: Effects of rate of inbreeding. *Conserv. Genet.* 4: 405– 410. 2003.
- ROBERTSON JGM. Male territoriality, fighting and assessment of fighting ability in the Australian frog, *Uperoleia rugosa*. *Anim Behav.* 34:763–772. 1986.
- SHEN, J. & XU, Z. The Lombard effect in male ultrasonic frogs: Regulating antiphonal signal frequency and amplitude in noise The Lombard effect in male ultrasonic frogs: Regulating antiphonal signal frequency and amplitude in noise. Nature Publishing Group. 2016.
- STEINKE, D. & VENCES, M. New amphibians and global conservation: a boost in species discoveries in a highly endangered vertebrate group. *BioScience*, 55, 693–696, 2005.
- SUGAI, L. S. M.; DESJONQUÈRES, C.; et al. A roadmap for survey designs in terrestrial acoustic monitoring. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, p. 1–16, 2019.
- SUGAI, L. S. M.; SILVA, T. S. F.; et al. Terrestrial Passive Acoustic Monitoring: Review and Perspectives. *BioScience*, v. 69, n. 1, p. 5–11, 2019.
- SUN, J.W.C. & P.M. NARINS. Anthropogenic sounds differentially affect amphibian call rate. *Biological Conservation* 121: 419–427. 2005.

- VAZ-SILVA W, DI-BERNARDO M, GUIMARÃES LD, BASTOS RP. Territoriality, agonistic behaviour, and vocalization in *Pseudis bolbodactylus* A. Lutz, 1925 (Anura: Hylidae) from Central Brazil. *Salamandra*. 43(1):35–42. 2007.
- VÉLEZ, Alejandro; SCHWARTZ, Joshua J.; BEE, Mark A. Anuran acoustic signal perception in noisy environments. In: *Animal communication and noise*. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 133-185. 2013.
- VELOSO, H. P., A. L. R. RANGEL-FILHO E J. C. A. LIMA. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1991.
- VILAÇA, T. R. A., J. E. DOS S. SILVA, M. SOLÉ. Vocalization and territorial behaviour of *Phyllomedusa nordestina* Caramaschi, (Anura: Hylidae) from southern Bahia, Brazil. *Journal of Natural History*. London 45: 1823-1834. 2006.
- WEBER, A. & REZENDE, S. M. Reserva Ecológica e Parque Dois Irmãos: Histórico e situação atual. In MACHADO, I.; LOPES, A & PÔRTO, K. (Orgs.) *Reserva Ecológica de Dois Irmãos: estudos em um remanescente de Mata Atlântica em área urbana (Recife – Pernambuco – Brasil)*. Editora Universitária da UFPE, Recife. p. 09-19. 1998.
- WELLS KD. The social behaviour of anuran amphibians. *Anim Behav*. 25:666–693. 1977a.
- WELLS, K. D. *The ecology and behavior of amphibians*. The University of Chicago Press, Chicago. 2008.
- WELLS, K. D. The effects of social interactions on anurans vocal behaviour. In: Frittsch B. Ryan, M. J. et al. eds. *The evolution of the amphibian auditory system*. New York, John Wiley. p.433-454. 1988.
- WELLS, K. D. The social behavior of anuran amphibians. *Animal Behavior*., 25: 666-693. 1977.
- WOGEL H, ABRUNHOSA P, POMBAL JR. JP. Vocalizations and aggressive behavior of *Phyllomedusa rohdei* (Anura, Hylidae). *Herpetol Rev*. 35(3):239–243. 2004.

ANEXOS

Anexo A – Poça temporária e local do gravador na Estação Ecológica do Tapacurá.



Anexo B – Manutenção e busca ativa, no local do gravador na Estação ecológica do Tapacurá.

