



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**VARIAÇÃO INTER E INTRAESPECÍFICA DO CANTO DE
ANÚNCIO DE *Dendropsophus elegans* (WIED-
NEUWIED, 1824) (ANURA: HYLIDAE) EM UM
FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA NO NORDESTE
BRASILEIRO**

ADSSON RODRIGUES DE SANTANA

Recife – PE

Dezembro de 2019

ADSSON RODRIGUES DE SANTANA

**VARIAÇÃO INTER E INTRAESPECÍFICA DO CANTO DE
ANÚNCIO DE *Dendropsophus elegans* (WIED-
NEUWIED, 1824) (ANURA: HYLIDAE) EM UM
FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA NO NORDESTE
BRASILEIRO**

Monografia apresentada ao Curso de
Licenciatura Plena em Ciências Biológicas da
Universidade Federal Rural de Pernambuco,
como requisito parcial para obtenção do grau de
Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: MSc. José Ricardo de Oliveira
Santos-UFRPE/UNEB

Coorientadores: Dr. Geraldo Jorge Barbosa de
Moura-UFRPE e Dr.^a Priscila Guedes Gambale-
UFG

Recife – PE

Dezembro de 2019

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)

- S232v Santana, Adsson Rodrigue de
Variação inter e intraespecífica do canto de anúncio de *Dendropsophus elegans* (Wied-Neuwied, 1824) (Anura: Hylidae) em um fragmento de mata atlântica no nordeste brasileiro / Adsson Rodrigue de Santana. - 2019.
49 f. : il.
- Orientador: Jose Ricardo de Oliveira Santos.
Coorientador: Geraldo Jorge Barbosa de Moura.
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Licenciatura em Ciências Biológicas, Recife, 2022.
1. Bioacústica. 2. Coeficiente de variação. 3. Reconhecimento individual. I. Santos, Jose Ricardo de Oliveira, orient. II. Moura, Geraldo Jorge Barbosa de, coorient. III. Título

ADSSON RODRIGUES DE SANTANA

**VARIAÇÃO INTER E INTRAESPECÍFICA DO CANTO DE
ANÚNCIO DE *Dendropsophus elegans* (WIED-
NEUWIED, 1824) (ANURA: HYLIDAE) EM UM
FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA NO NORDESTE
BRASILEIRO**

Comissão Avaliadora:

Prof. Msc. José Ricardo de Oliveira Santos – UNEB
Orientador

Msc. Alan Pedro de Araújo – UFG
Titular

Msc. Rogério Ferreira de Oliveira – UFRPE
Titular

Msc. Francisco Péricles Branco Bahiense Guimarães – UFRPE
Suplente

Recife – PE

Dezembro de 2019

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe, que teve que segurar a barra de me criar sozinha e desde criança me ensinou o valor dos estudos e sempre me incentivou a acreditar nos meus sonhos.

Ao meu avô (*in memoriam*) que, infelizmente faleceu sem poder ver o primeiro membro da família a cursar e se formar no ensino superior.

A Dr.^a Alba Lúcia da Silva Marinho (*in memoriam*), por me mostrar que ser educador vai muito além das salas de aulas.

A todos os professores que lutam e ainda acreditam que a educação é o único caminho para construir um mundo melhor. Não estamos sozinhos, apenas estamos espalhados.

EPÍGRAFE

Enfunando os papos,
Saem da penumbra,
Aos pulos, os sapos.
A luz os deslumbra.

Em ronco que aterra, Berra o sapo-boi:

- “Meu pai foi à guerra!”

- “Não foi!” – “Foi” – “Não foi!” ...

Manoel Bandeira – Os sapos

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Geraldo por me apresentar ao fascinante mundo da herpetologia e ter me aceito, um jovem ainda inexperiente em seu laboratório;

A meu orientador Ricardo “Nagô” por acreditar no meu potencial e embarcar comigo nessa aventura pela Bioacústica e por toda a paciência ao longo desses anos;

A Maria e todos os funcionários da Estação Ecológica do Tapacurá;

A Maísa, Alexandre, Jonatan, Allef, Lucas, Humberto, Rogério e todos os colegas que colaboraram direta e indiretamente na realização desta pesquisa;

Aos meus camaradas Luiz e Kayo moradores da Casa do Alto da Mata em Dois Irmãos;

A Sonia Maria e Severina Maria (Mãe e Avó), Matriarcas da Família por me apoiarem e sempre acreditarem no meu potencial;

A Mônica Lôpo, minha melhor amiga e companheira.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: A - Vista do Estado de Pernambuco; B - Vista do município de São Lourenço da Mata.

Figura 2: *Dendropsophus elegans* vocalizando sobre vegetação flutuante, em uma poça temporária na Estação Ecológica do Tapacurá.

Figura 3: Oscilograma, espectograma e forma da onda do canto de anúncio de um macho de *Dendropsophus elegans* gravado na Estação Ecológica do Tapacurá. Temperatura 22,44°C, umidade 86%, CRC 2,4cm.

SUMÁRIO

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
REFERÊNCIAS	14
ARTIGO.....	26
RESUMO.....	27
ABSTRACT	28
INTRODUÇÃO	29
OBJETIVO GERAL	31
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	31
MATERIAL E MÉTODOS	32
Área de estudo	32
Metodologia.....	33
Análise de dados.....	34
RESULTADOS	35
DISCUSSÃO	39
CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS.....	44

RESUMO

O som é uma ferramenta valiosa para os animais e serve para a comunicação entre as espécies. A bioacústica é uma ferramenta poderosa para registrar a biodiversidade, sendo uma área de conhecimento transversal que abrange questões evolutivas, de conservação, sistemática e fisiologia, resultando na descoberta de diversas espécies crípticas e no aumento do número de espécies. Nos anfíbios, os mecanismos de reconhecimento e escolha de parceiros envolvem vários mecanismos, principalmente os sinais acústicos, emitidos em diversos contextos ecológicos. O canto de anúncio é o sinal de maior valor taxonômico. Estes são influenciados pela morfologia e pelo ambiente. O gênero *Dendropsophus*, encontrado em quase todas as regiões neotropicais contém 108 espécies. *Dendropsophus elegans* pertence a um grupo que contém oito espécies morfologicamente similares. A vocalização é uma importante ferramenta para distinguir estes animais. Levando em conta os problemas taxonômicos entre as espécies encontradas na Mata Atlântica, há a necessidade de estudos consistentes sobre o comportamento acústico das espécies, especificamente em áreas neotropicais.

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). Muitos animais, tanto em ecossistemas terrestres e aquáticos, produzem sons que servem para a comunicação intra e interespecífica. Os sinais acústicos são usados por diversos grupos de animais, desde insetos, peixes, anfíbios, répteis, aves, mamíferos terrestres, morcegos até mamíferos marinhos. Para animais que produzem som, as gravações acústicas podem ser consideradas como ferramentas eficazes para amostrar populações e comunidades, identificar a presença de espécies e, potencialmente, para estimar a sua abundância (Blumstein et al., 2011). Nos anfíbios, os mecanismos de reconhecimento e escolha de parceiros podem envolver feromônios (Malacarne & Giacoma, 1986; Pearl et al., 2000; Toyoda et al., 2004; Kikuyama et al., 2005; Byrne & Keogh, 2007; Belanger & Corkum, 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), displays nupciais elaborados (Halliday, 1977), 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 (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).

A utilidade taxonômica dos sinais acústicos é bem conhecida para diversos organismos (Littlejohn, 1969; Payne, 1986; Alström & Ranft, 2003; Jones & Barlow, 2003; Bickford et al., 2006; Tishechkin, 2014). Dessa forma, os cantos dos anfíbios anuros são hereditários, porém estudos experimentais indicam que interferências acústicas podem levar a alterações no canto de anúncio (Dawson & Ryan, 2009).

Os principais usos dos sons dos animais direcionam-se para conservação da natureza e educação lúdica (Alström & Ranft, 2003). Os usos científicos são: a descrição, comparação e análise de sons; a identificação de espécies, populações e indivíduos; taxonomia e sistemática; playback, atração e controle de pragas (Ranft, 2004). A utilização lúdica do som dos animais, inclui a reprodução de amostras em museus e jardins zoológicos, em instituições educacionais, websites, televisão e programas de rádio (Ranft, 2004). Na área da conservação da natureza os arquivos de sons de animais servem de referência para a identificação taxonômica e contêm recursos valiosos para levantamento de fauna. A importância das coleções de sons animais é facilmente comparável a um herbário, banco de sementes e museus zoológicos (Kroodsma et al., 1996).

Com isso, a bioacústica torna-se uma ferramenta poderosa para registrar a biodiversidade e o seu uso tem apresentado crescimento nas últimas décadas, seja para o monitoramento ou na descrição de novas espécies. Estudos demonstram que, a bioacústica começou recentemente a definir uma nova metodologia para o uso dos biólogos de conservação e para os gestores de vida selvagem (Dawson & Efford 2009; Fletcher 2008; Laiolo et al., 2008), revolucionando

a sua perspectiva evolucionária (Laiolo 2010). Dessa forma, a bioacústica é uma área de conhecimento transversal que, abrange questões evolutivas (Lynch & Baker, 1994) e de conservação (Gilbert et al., 1994), passando pela sistemática (Quartau & Boulard, 1995) e fisiologia (Penna et al., 2009). Sendo assim, a aplicação de análises bioacústicas resultaram globalmente na descoberta de diversas espécies crípticas de anuros durante o último terço do século 20 e, conseqüentemente, no aumento do número de espécies (Glaw & Köhler, 1998; Köhler et al., 2005; Vences & Köhler, 2008).

As ferramentas adequadas para o estudo em bioacústica moderna surgiram no século passado, com a comercialização de gravadores portáteis e fitas que hoje foram substituídos pelos equipamentos digitais, recentemente, outro avanço para o desenvolvimento da bioacústica foi o desenvolvimento de softwares que facilitam a análise das vocalizações gravadas (Vielliard, 2000).

Nesse tocante, o campo de pesquisas sobre a bioacústica de anuros têm se intensificado com contribuições de diversas áreas, como a ecologia comportamental (Gerhardt & Schwartz, 1995; Ryan, 2001; Gerhardt & Huber, 2002; Wells & Schwartz, 2007), ecologia (Schiøtz, 1973), evolução (Cocroft & Ryan, 1995; Goicoechea et al., 2010) e fisiologia (Narins & Zelick, 1988; Kelley, 2004).

Os anuros emitem diversos cantos em diferentes contextos ecológicos (Bogert, 1960), e, apesar de pequenas alterações, essa classificação ainda se aplica atualmente (Littlejohn, 1977; Wells, 2007). Os cantos são subdivididos em três categorias: cantos reprodutivos, agressivos e defensivos. Sendo o canto de anúncio o sinal acústico mais emitido e de maior valor taxonômico, predominantemente utilizado por machos durante o período reprodutivo, ainda que, em algumas espécies as fêmeas apresentem vocalização (Emerson & Boyd, 1999; Boistel & Sueur, 1997; Preininger et al., 2016). O canto de anúncio é coespecífico e apresenta duas funções sociais: atrair potenciais parceiros e transmitir informações territoriais coespecíficas (Wells, 2007).

Os sinais acústicos são influenciados pela morfologia e pelo ambiente

(Duellman & Trueb, 1994; Howard & Young, 1998; Lingnau & Bastos, 2007). Existe uma relação inversa entre a frequência dominante e o comprimento rostro cloacal e massa dos machos (Ryan, 1988; Toledo & Haddad, 2005; Bastos et al., 2011), assim como uma relação positiva entre temperatura do ar e os parâmetros temporais do canto, como duração do canto, número de pulsos ou taxa de repetição (Ryan, 1988; Bastos et al., 2003; Lingnau & Bastos, 2007). As características do sinal acústico em animais ectotérmicos variam com a temperatura ambiente. Isto exige o registo da temperatura do solo, água e ar e umidade relativa para cada registo de som (Márquez et al., 2008). Para os anuros a frequência dominante é determinada pela massa e tensão das cordas vocais, uma vez que, quanto maior a massa, menor a sua frequência dominante (Morais et al., 2016). Nesse contexto, a frequência dominante é um grande indicador da ecologia comportamental das espécies, tanto na seleção de parceiros quanto

nas interações agonísticas intraespecíficas (Bastos et al., 2011; Morais et al., 2016).

O gênero *Dendropsophus* (Fitzinger, 1843) pode ser encontrado em quase todas as regiões neotropicais e contém 108 espécies (Frost, 2019). *Dendropsophus elegans* pertence ao grupo *D. leucophyllatus* (Faivovich et al. 2005), que contém oito espécies morfologicamente similares. A vocalização é uma importante ferramenta para distinguir os membros desse grupo (Heyer 1984; Faivovich et al. 2005; Frost 2011). Levando em conta os diversos problemas taxonômicos entre as espécies de anuros encontradas na Mata Atlântica (Caramaschi & Napoli, 2012), há a necessidade de estudos consistentes sobre o comportamento acústico das espécies que compõem a fauna desse bioma, especificamente em áreas neotropicais, como o Brasil (Oliveira et al., 2002).

REFERÊNCIAS

- ALSTRÖM P. & RANFT R. The use of sounds in bird systematics, and the importance of bird sound archives. **Bull Brit Orn Club (Suppl.)** 123A: 114-135, 2003.
- 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.
- BASTOS, R.P., BUENO, M.A.F., DUTRA, S.L. & LIMA, L.P. Padrão de localização de anúncio em espécies de Hylidae (anura) do Brasil Central. **Comunicações do Museu Ciências e Tecnologia** 16, 39–51, 2003.
- BELANGER, R. & CORKUM, L. Review of aquatic sex pheromones and chemical communication in anurans. **Journal of Herpetology**, 43, 184–191, 2009.
- BICKFORD, D., LOHMAN, D.J., SODHI, N.S., NG, P.K.L., MEIER, R., WINKER, K., INRAM, K.K. & DAS, I. Cryptic species as a window on diversity and conservation. **Trends in Ecology and Evolution**, 22, 148–155, 2006.
- Biology**, 20, 1012–1017, 2010.
- 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., MCCOWAN, 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.
- BOECKLE, M., PREININGER, D. & HÖDL, W. Communication in noisy environments I: acoustic signals of *Staurois latopalmtatus* Boulenger 1887. **Herpetologica**, 65, 154–165, 2009.
- BOGERT, C.M. The influence of sound on the behavior of amphibians and reptiles. In: Lanyon, W.E. & Tavalga, W.N. (Eds.) **Animal sounds and communication**. AIBS, Washington, DC, pp. 137–320, 1960.

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, 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, 2007.

CALDWELL, M.S., JOHNSTON, G.R., MCDANIEL, J.G. & WARKENTIN, K.M. Vibrational signaling in the agonistic interactions of red-eyed treefrogs. **Current**

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.

CARDOSO, A.J. & HEYER, W.R. Advertisement, aggressive, and possible seismic signals of the frog *Leptodactylus syphax* (Amphibia, Leptodactylidae). **Alytes**, 13, 67–76, 1995.

COCROFT, R.B. & RYAN, M.J. Patterns of advertisement call evolution in toads and chorus frogs. **Animal Behaviour**, 49, 283–303, 1995.

COCROFT, R.B. & RYAN, M.J. Patterns of advertisement call evolution in toads and chorus frogs. **Animal Behaviour**, 49, 283–303, 1995.

DAWSON, B. & RYAN, M.J. Early experience leads to changes in the advertisement calls of male *Physalaemus pustulosus*. **Copeia**, 2009, 221–226, 2009.

DAWSON, B. & RYAN, M.J. Early experience leads to changes in the advertisement calls of male *Physalaemus pustulosus*. **Copeia**, 2009, 221–226, 2009.

DAWSON, D. K., EFFORD, M. G. Bird population density estimated from acoustic signals. **J. Appl. Ecol.** 46, 1201–1209. 2009.

DAWSON, D. K., EFFORD, M. G. Bird population density estimated from acoustic signals. **J. Appl. Ecol.** 46, 1201–1209. 2009.

DE SÁ, F.P., ZINA, J. & HADDAD, C.F.B. Sophisticated communication in the Brazilian torrent frog *Hylodes japi*. **PLoS One**, 11, 2016.

DE SÁ, F.P., ZINA, J. & HADDAD, C.F.B. Sophisticated communication in the Brazilian torrent frog *Hylodes japi*. **PLoS One**, 11, 2016.

DUELLMAN, WILLIAM E.; TRUEB, LINDA. **Biology of amphibians**. JHU press, 1994.

DUELLMAN, WILLIAM E.; TRUEB, LINDA. **Biology of amphibians**. JHU press, 1994.

EMERSON, S.B. & BOYD, S.K. Mating vocalizations of female frogs: control and evolutionary mechanisms. **Brain, Behavior and Evolution**, 53, 187–197, 1999.

EMERSON, S.B. & BOYD, S.K. Mating vocalizations of female frogs: control and evolutionary mechanisms. **Brain, Behavior and Evolution**, 53, 187–197, 1999.

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

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

FLETCHER JR., R. J. Social information and community dynamics: nontarget effects from simulating social cues for management. **Ecol. Appl.** 18, 1764–1773, 2008.

FLETCHER JR., R. J. Social information and community dynamics: nontarget effects from simulating social cues for management. **Ecol. Appl.** 18, 1764–1773, 2008.

FROST, Darrel 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, Darrel R. Amphibian species of the world: an online reference. Version 5.5 (31 January, 2011). **American Museum of Natural History, New York, USA**, 2011.

GERHARDT, H.C. & HUBER, F. Acoustic Communication in Insects and Frogs: Common Problems and Diverse Solutions. **University of Chicago Press, Chicago**, 542 pp., 2002.

GERHARDT, H.C. & HUBER, F. Acoustic Communication in Insects and Frogs: Common Problems and Diverse Solutions. **University of Chicago Press, Chicago**, 542 pp., 2002.

GERHARDT, H.C. & SCHWARTZ, J.J. (1995) Interspecific interactions in anuran courtship. In: Heatwole, H. & Sullivan, B.K. (Eds.), in Amphibian Biology. Vol. 2. **Social Behaviour. Surrey Beatty and Sons, Chipping Norton, New South Wales**, pp. 603–632, 1995.

GERHARDT, H.C. & SCHWARTZ, J.J. (1995) Interspecific interactions in anuran courtship. In: Heatwole, H. & Sullivan, B.K. (Eds.), in Amphibian Biology. Vol. 2. **Social Behaviour. Surrey Beatty and Sons, Chipping Norton, New South Wales**, pp. 603–632, 1995.

GILBERT, G., MCGREGOR P. K. & TYLER G. Vocal Individuality as a Census Tool: practical considerations illustrated by a study of two rare species. **J. Field Ornith.**, 65:335-348, 1994.

GILBERT, G., MCGREGOR P. K. & TYLER G. Vocal Individuality as a Census Tool: practical considerations illustrated by a study of two rare species. **J. Field Ornith.**, 65:335-348, 1994.

GLAW, F. & KÖHLER, J. (1998) Amphibian species diversity exceeds that of mammals. **Herpetological Review**, 29, 11–12, 1998.

GLAW, F. & KÖHLER, J. (1998) Amphibian species diversity exceeds that of mammals. **Herpetological Review**, 29, 11–12, 1998.

GOICOECHEA, N., DE LA RIVA, I. & PADIAL, J.M. (2010) Recovering phylogenetic signal from frog mating calls. **Zoologica Scripta**, 39, 141–154, 2010.

GOICOECHEA, N., DE LA RIVA, I. & PADIAL, J.M. (2010) Recovering phylogenetic signal from frog mating calls. **Zoologica Scripta**, 39, 141–154, 2010.

GRAFE, T.U., PREININGER, D., SZTATECSNY, M., KASAH, R., DEHLING, J.M., PROKSCH, S. & HÖDL, W. (2012) Multimodal communication in a noisy environment: a case study of the Bornean rock frog *Staurois parvus*. **PLoS One**, 7, e37965, 2012.

GRAFE, T.U., PREININGER, D., SZTATECSNY, M., KASAH, R., DEHLING, J.M., PROKSCH, S. & HÖDL, W. (2012) Multimodal communication in a noisy environment: a case study of the Bornean rock frog *Staurois parvus*. **PLoS One**, 7, e37965, 2012.

HALLIDAY, T.R. The courtship of European newts: an evolutionary perspective. In: Taylor, D.H. & Guttman, S.I. (Eds.), *The Reproductive Biology of Amphibians*. **Plenum Press**, New York, pp. 185–232, 1977.

HALLIDAY, T.R. The courtship of European newts: an evolutionary perspective. In: Taylor, D.H. & Guttman, S.I. (Eds.), *The Reproductive Biology of Amphibians*. **Plenum Press**, New York, pp. 185–232, 1977.

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

HIRSCHMANN, W. & HÖDL, W. (2006) Visual signaling in *Phrynobatrachus krefftii* Boulenger, 1909 (Anura: Ranidae). *Herpetologica*, 62, 18–27. <https://doi.org/10.1655/04-06.1>

HIRSCHMANN, W. & HÖDL, W. (2006) Visual signaling in *Phrynobatrachus krefftii* Boulenger, 1909 (Anura: Ranidae). *Herpetologica*, 62, 18–27. <https://doi.org/10.1655/04-06.1>

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.

HOWARD, R.D.; J.R. Individual variation in male vocal traits and female mating preferences in *Bufo americanus*. **Animal Behaviour** 55, 1165–1179, 1988.

HOWARD, R.D.; J.R. Individual variation in male vocal traits and female mating preferences in *Bufo americanus*. **Animal Behaviour** 55, 1165–1179, 1988.

JANSSENSWILLEN, S., WILLAERT, B. & BOSSUYT, F. Love is blind: indiscriminate female mating responses to male courtship pheromones in newts (Salamandridae). **PLoS ONE**, 8, e56538, 2013.

JONES, G. & BARLOW, K.E. Cryptic species of echolocating bats. In: Thomas, J.A., Moss, C. & Vater, M. (Eds.), *Echolocation in Bats and Dolphins*. **University of Chicago Press**, pp. 345–349, 2003.

JONES, G. & BARLOW, K.E. Cryptic species of echolocating bats. In: Thomas, J.A., Moss, C. & Vater, M. (Eds.), *Echolocation in Bats and Dolphins*. **University of Chicago Press**, pp. 345–349, 2003.

KELLEY, D. B. Vocal communication in frogs. **Neurobiology of Behavior**, vol. 14, p. 751-757, 2004.

KELLEY, D. B. Vocal communication in frogs. **Neurobiology of Behavior**, vol. 14, p. 751-757, 2004.

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, 2005.

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, 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, 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, 2005.

KROODSMA D.E., BUDNEY G.F., GROTKER R.W., VIELLIARD J.M.E., GAUNT S.L.L., RANFT R. AND VEPRINTSEVA O.D. Natural Sounds Archives: Guidance for Recordist and a Request for Cooperation. In: Kroodsma DE and Miller EH. (Eds), Ecology and Evolution of Acoustic Communication in Birds. Ithaca, **NY: Cornell University Press**, p. 474-486, 1996.

KROODSMA D.E., BUDNEY G.F., GROTKER R.W., VIELLIARD J.M.E., GAUNT S.L.L., RANFT R. AND VEPRINTSEVA O.D. Natural Sounds Archives: Guidance for Recordist and a Request for Cooperation. In: Kroodsma DE and Miller EH. (Eds), Ecology and Evolution of Acoustic Communication in Birds. Ithaca, **NY: Cornell University Press**, p. 474-486, 1996.

LAIOLO, P. The emerging significance of bioacoustics in animal species conservation. **Biological Conservation**, 143, 1635-1645, 2010.

- LAIOLO, P. The emerging significance of bioacoustics in animal species conservation. **Biological Conservation**, 143, 1635-1645, 2010.
- LAIOLO, P., VÖGELI, M., SERRANO, D., TELLA, J. L. Song diversity predicts the viability of fragmented bird populations. **PLoS-ONE** 3, e1822, 2008.
- LAIOLO, P., VÖGELI, M., SERRANO, D., TELLA, J. L. Song diversity predicts the viability of fragmented bird populations. **PLoS-ONE** 3, e1822, 2008.
- 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, 2001.
- LINGNAU, R., BASTOS, R.P. Vocalizations of the Brazilian torrent frog *Hylodes heyeri* (Anura: Hylodidae): Repertoire and influence of air temperature on advertisement call variation. **Journal of Natural History** 41: 1227–1235, 2007.
- LITTLEJOHN, M.J. Long-range acoustic communication in anurans: an integrated and evolutionary approach. In: Taylor, D.H. & Guttman, S.I. (Eds.), *The Reproductive Biology of Amphibians*. **Plenum**, New York, 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.
- LYNCH, A. & BAKER, A. J. A population memetics approach to cultural evolution in chaffinch song: differentiation among populations. **Evolution**, 48, 351-359, 1994.
- MALACARNE, G. & GIACOMA, C. Chemical signals in European newt courtship. **Italian Journal of Zoology**, 53, 79–83, 1986.
- MÁRQUEZ, R., DE LA RIVA, I., GIL, D., SUEUR, J., MARQUES, P. A. M., LLUSIA, D., EEKHOUT, X., GONZALEZ, L., PEREZ, M., SOLIS, G., BELTRÁN, J. F. & DO AMARAL, J. P. S. Los sonidos de los animales: una forma de su identidad. [The sounds of animals: an identity]. **Quercus**, 399, 34-44, 2011.

MÁRQUEZ, R., LLUSIA, D., BELTRÁN, J. F., DO AMARAL, J. P. & BOWKERS, R. G. Anurans, the group of terrestrial vertebrates most vulnerable to climate change: a case study with acoustic monitoring in the Iberian Peninsula. **Computational Bioacoustics for Assessing Biodiversity** (eds K.H. Frommolt, R. Bardeli & M. Clausen), pp. 4–52, 2008.

MORAIS, A.R., MÁRQUEZ, M. N. S.R.; BASTOS, R.P. Males of *Hypsiboas goianus* (Anura; Hylidae) do not assess neighbor fighting ability through acoustic". **Acta Herpetologica**. 19, 43-50, 2016.

NARINS, P.M. & ZELICK, R.D. The effects of noise on auditory processing and behavior in amphibians. In: Fritzsche, B., Ryan, M.J., Wilczynski, W., Hetherington, T.E. & Walkowiak, W. (Eds.), *The Evolution of the Amphibian Auditory System*. Wiley, New York, pp. 511–536, 1988.

NARINS, P.M. Seismic communication in anuran amphibians. **BioScience**, 40, 268–274, 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, 2003.

OLIVEIRA C., ZANETONI C. & ZIERI R. Morphological observations on the testes of *Physalaemus cuvieri* (Amphibia, Anura). **Revista Chilena de Anatomia**, 20:263- 268, 2002.

PAYNE, R.B. Bird songs and avian systematics. **Current Ornithology**, 3, 87–126, 1986.

PEARL, C.A., CERVANTES, M., CHAN, M., HO, U., SHOJI, R. & THOMAS, E.O. Evidence for a mate-attracting chemosignal in the dwarf African clawed frog *Hymenochirus*. **Hormones and Behavior**, 38, 67–74, 2000.

PENNA, M., GORMAZ, J. & NARINS, P. When signal meets noise: immunity of the frog ear to interference. **Naturwissenschaften**, 96, 835-843, 2009.

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, 2012.

PREININGER, D., HANDSCHUH, S., BOECKLE, M., SZTATECSNY, M. & HÖDL, W. Comparison of female and male vocalization and larynx morphology in the size dimorphic foot-flagging frog species *Staurois guttatus*. **Herpetological Journal**, 26, 187–197, 2016.

QUARTAU, J. A. & BOULARD, M. *Tettigetia mariae*, nouvelle Cigale lusitanienne (Homoptera: Cicadellidae; Tibicenidae). EPHE, **Biol. Evol. Insectes**, 7/8, 105-110, 1995.

RANFT, R. Natural sound archives: past, present and future. *An. Acad. Bras. Cienc.* 76, 455-465. Reby D., Cargnelutti B., Joachim J., Aulagnier S. (1999) Spectral acoustic structure of barking in roe deer (*Capreolus capreolus*). Sex-, age- and individual-related variations. **C R Acad Sci III**. 1999 Apr;322(4):271- 9, 2004

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, 2004.

RYAN, M.J. (ed.) Anuran Communication. **Smithsonian Institution Press**, Washington, DC, 252 pp., 2001.

RYAN, M.J. Constraints and patterns in the evolution of anuran acoustic communication. In: Frittsch, B., Ryan, M.J., Wilczynski, W., Hetherington, T.E. & Walkowiak, W. (Eds.), *The Evolution of the Amphibian Auditory System*. **Wiley, New York**, pp. 637–677, 1988.

SCHIØTZ, A. Evolution of anuran mating calls: ecological aspects. In: Vial, J.L. (Ed.), *Evolutionary Biology of the Anurans*. **University of Missouri Press**, Columbia, pp. 311–319, 1973.

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, 2014

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, 2007.

TISHECHKIN, D.Y. The use of bioacoustic characters for distinguishing between cryptic species in insects: potentials, restrictions, and prospects. **Entomological Review**, 94, 289–309, 2014.

TOLEDO, L.F. & HADDAD, C.F.B. Acoustic Repertoire and Calling Behavior of *Scinax 371 fuscomarginatus* (Anura, Hylidae). **Journal of Herpetology**, 39, 455–464, 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, 2007.

VENCES, M. & KÖHLER, J. Global diversity of amphibians (Amphibia) in freshwater. **Hydrobiologia**, 595, 569–580, 2008.

VIELLIARD, J. M. E. Estado atual das pesquisas em bioacústica e sua contribuição para o estudo e a proteção das aves no Brasil. In: A ornitologia brasileira: Pesquisa atual e perspectivas. Alves, M.A., da Silva, J.M.C., Van Sluys, M., Bergallo, H.G., da Rocha, C.F.D., 2000. **Rio de Janeiro: EdURRJ** – 352p., 2000.

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.

WELLS, K.D. The Ecology and Behavior of Amphibians. **The University of Chicago Press**, Chicago, 1148 pp., 2007.

ARTIGO
JOURNAL OF HERPETOLGY
A4

**VARIAÇÃO INTER E INTRAESPECÍFICA DO CANTO DE
ANÚNCIO DE *Dendropsophus elegans* (WIED-NEUWIED, 1824)
(ANURA: HYLIDAE) EM UM FRAGMENTO DE MATA
ATLÂNTICA NO NORDESTE BRASILEIRO**

SANTANA, A.R¹; MOURA, G.J.B²; GAMBALE, P.G³; SANTOS, J.R.O⁴

¹Laboratório de Estudos Herpetológicos e Paleo-herpetológicos da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, 10 PE.

²Laboratório de Estudos Herpetológicos e Paleoherpetológicos da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-graduação em Ecologia-UFRPE; Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical-UFRPE; Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP: 52171-900, Recife, PE.

³Departamento de Ecologia, Laboratório de Herpetologia e Comportamento Animal da Universidade Federal de Goiás (UFG), 74001-970, Goiânia, GO, Brasil.

⁴Laboratório de Estudos Herpetológicos do Semiárido, Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Educação-Campus VIII. 48.600-000 - Paulo Afonso - BA

RESUMO

O canto de anúncio é utilizado para atrair as fêmeas e delimitar o território e apresenta informações úteis para a identificação das espécies. Os parâmetros acústicos do canto de anúncio correlacionam-se com fatores bióticos e abióticos diferenciando-se dentro da população. Este estudo visa analisar a variação intra e intraespecífica do canto de anúncio de uma população de *Dendropsophus elegans* (Wied-Neuwied, 1824), além de verificar os dados de reconhecimento específico para o canto, visando ampliar os dados bioacústicos sobre esta espécie na floresta atlântica do nordeste brasileiro. O estudo foi realizado na Estação Ecológica do Tapacurá, situada no município de São Lourenço, estado de Pernambuco. O canto de anúncio foi registrado com um gravador digital Tascam DR40 acoplado a um microfone direcional Yoga HT-81 durante o período chuvoso. Foram mensurados a morfometria, temperatura e umidade. Os cantos foram analisados através do software Raven Pro 1.5. Foram calculados os coeficientes de variação intra e interindividual. Para testar a significância das variações dos parâmetros acústicos foram aplicadas testes de Kruskal-Wallis e GLM. Foram analisados 180 cantos de anúncio emitidos por 30 machos. As variações interindividuais se apresentaram maiores do que intraindividualmente. Os parâmetros com maiores coeficientes de variação intra e interindividuais foram a frequência dominante e a taxa de repetição do canto. Os testes de modelo linear demonstraram relação significativas dos parâmetros acústicos com fatores bióticos e abióticos. De todos os parâmetros avaliados o intervalo entre as notas e a frequência dominante foram os mais relevantes, podendo assim servir para determinar o reconhecimento de machos. Apesar dos esforços para fornecer evidências sobre as variações intra e interindividuais, mais estudos são necessários para compreender melhor os fatores que influenciam as características do canto desses animais.

Palavras-chave: Bioacústica; Coeficiente de variação; Reconhecimento individual.

ABSTRACT

Vocalization has several ecological functions. The advertisement call is used to attract mates, delimit territory and presents useful information for species identification. The acoustic parameters of the advertisement call correlate with both biotic and abiotic factors within the population. Advertisement call studies available to provide useful data for taxonomic issues. This study aims to expand the bioacoustic data, as well as to make the information on intra and interindividual relationships more robust, using as a model a population of *D. elegans*, a frog of the Hylidae family, in the Atlantic Forest of northeastern Brazil. The study was carried out at the Tapacurá Ecological Station, in the municipality of São Lourenço, state of Pernambuco. The call was recorded with a digital recorder attached to a directional microphone during the rainy season. Morphometry, temperature and humidity were measured. The calls were analyzed using Raven software. Intra and interindividual coefficients of variation were calculated. To test the significance of changes in acoustic parameters was applied the Kruskal-Wallis and GLM tests. We analyzed 180 advertisement calls emitted by 30 males. Interindividual variations are greater than intraindividual. The parameters with the highest recognition coefficients were dominant frequency and call repetition rate. The tests demonstrated a significant relationship between acoustic parameters and biotic and abiotic factors. Of all the selected parameters, the ones that presented higher values of intra / inter variation were: the interval between the notes and the dominant frequency, thus being able to determine the individual recognition. Despite efforts to provide evidence on intra and interindividual variations, further studies are needed to better understand the major factors influencing the call characteristics of these animals.

Keywords: Bioacoustic; Variation Coefficient; Individual Recognition; Conservation.

INTRODUÇÃO

Dentre os aspectos comportamentais dos animais, a vocalização apresenta diversas funções ecológicas, sendo importante para a reprodução, defesa de território e forrageamento (Haddad & Cardoso, 1992; Bastos & Haddad, 2002, Wells, 2007). No caso dos anuros, o canto de anúncio, emitido predominantemente pelos machos é utilizado para atrair as fêmeas e delimitar o território (Wells, 1987; Hedges, 1987; Kelley, 2004). Este por sua vez, apresenta informações coespecíficas, servindo como um dos principais instrumentos para a identificação das espécies (Guimarães, 2003; Pombal et al., 1995) e detecção de variação intra e interindividual (Oitaven et al., 2017).

Os parâmetros acústicos do canto de anúncio correlacionam-se com fatores bióticos como comprimento rostro-cloacal e massa corpórea (Heyer & Reid, 2003) e abiótica como temperatura, umidade e principalmente com a frequência dominante e taxa de repetição do canto (Bernal et al., 2005). Dessa forma, os anuros modificam a estrutura do canto (Morais et. al., 2012), diferenciando-se intra e interindividualmente dentro da população, podendo indicar uma possível determinação do reconhecimento individual (Oitaven et al., 2017).

Dentre os parâmetros espectrais do canto, a frequência dominante é determinada pela massa corporal e tensão das cordas vocais, em que indivíduos maiores tendem a emitir frequências mais baixas (Morais et al., 2016). Nesse tocante, a frequência dominante é um dos principais indicadores para a ecologia comportamental das espécies, como seleção de parceiros (De-Orense & Tejedo, 1990; Howard & Young, 1998) e interações intraespecíficas e agonísticas (Bastos et al., 2011; Morais et al., 2016).

Dendropsophus elegans (Wied-Neuwied, 1824) é um anuro da família Hylidae, apresentando até 40 mm de comprimento, geralmente encontrado em poças com vegetação emergente, flutuante ou herbácea. A espécie apresenta

ampla distribuição em fragmentos de Floresta Atlântica do Brasil (Feio et al., 1998, Oliveira, 2006), desde o Rio Grande do Norte até o Sul do Paraná. O seu canto de anúncio foi descrito por Bastos e Haddad (1995) e redescrito por Muniz et al. (2016), a partir de espécimes gravados no Parque Estadual de Dois Irmãos, Pernambuco.

Estudos do canto de anúncio baseados em parâmetros quantitativos e qualitativos podem ajudar a fornecer informações úteis para problemas taxonômicos (Márquez et. al., 1993). Sendo assim, o presente trabalho visa ampliar os dados bioacústicos sobre esta espécie, bem como tornar mais robustas as informações acerca das relações intra e interindividuais utilizando como modelo uma população de um fragmento de Mata Atlântica na região nordeste do Brasil.

OBJETIVO GERAL

Analisar a variação inter e intraespecífica do canto de anúncio de uma população de *Dendropsophus elegans* (Wied-Neuwied, 1824), além de verificar os dados de reconhecimento específico para o canto, visando ampliar os dados bioacústicos sobre esta espécie na floresta atlântica do nordeste brasileiro.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a coeficiente de variação inter e intraindividual do canto de anúncio;
- Investigar a relação entre os parâmetros acústicos e CRC/massa dos indivíduos;
- Verificar a relação entre as variações dos parâmetros acústicos com a temperatura e umidade do ar;
- Determinar reconhecimento individual.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado na Estação Ecológica do Tapacurá, situada no município de São Lourenço, região metropolitana de Recife (Fig.1) (08 ° 02'25 S / 35 ° 11'48 W). 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, apresentando altitudes que variam entre 120 e 150 m, dotado de um sistema de drenagem bem estabelecido. O clima da região é do tipo monção (Am), de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger (Alvares et al., 2013). Seu período chuvoso encontra-se entre os meses de fevereiro-setembro, característico da região da zona da mata pluvial, sendo a sua precipitação média anual de 1.900 mm, em que os valores mínimos podem atingir menos de 100 mm em até 5 meses (Sudene, 1990; Condepe, 2000; Neves, 2004).

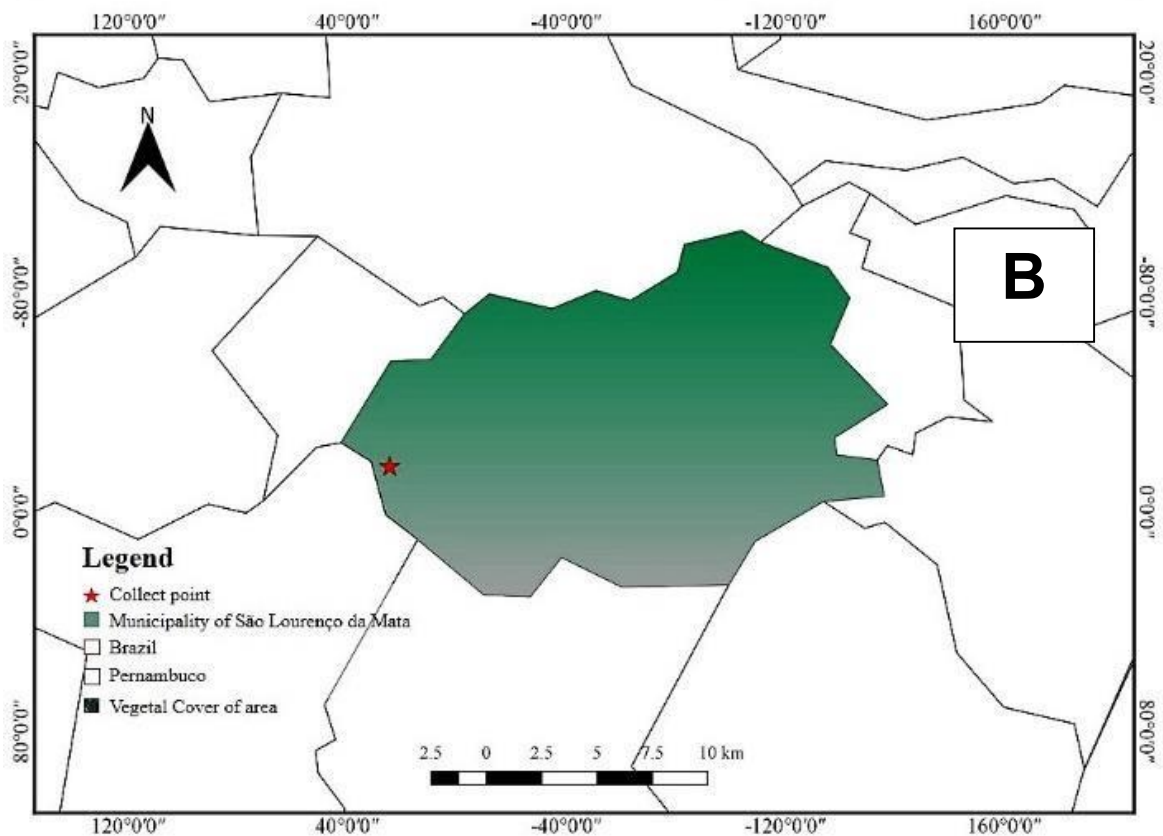
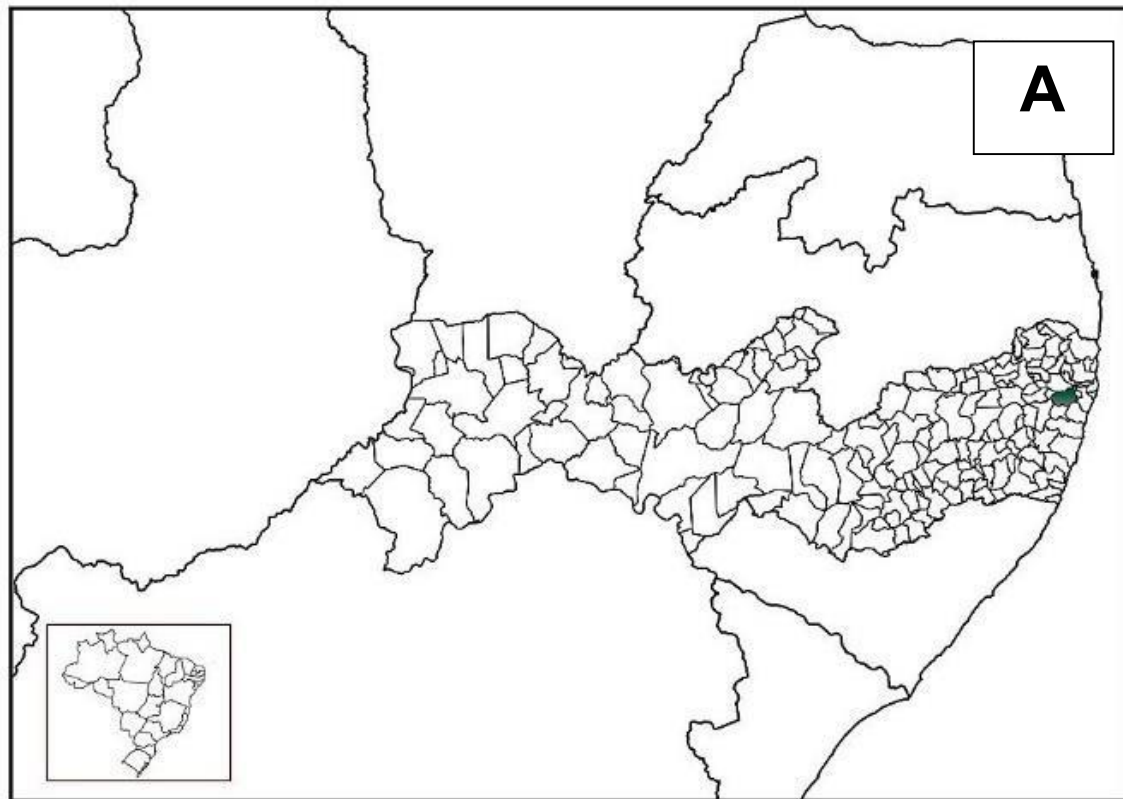


Figura 1 - A: Mapa do Brasil, com ênfase para o Estado de Pernambuco;
 B: Mapa do município de São Lourenço da Mata, situado no estado de Pernambuco, com ênfase para a Estação Ecológica do Tapacurá.

Metodologia

O canto de anúncio dos machos de *Dendropsophus elegans* (n= 30) foi registrado com auxílio de um gravador digital Tascam DR40, acoplado a um microfone direcional Yoga HT-81 (formato descompactado, taxa de amostragem = 44.1 kHz, 16 bits), posicionado a uma distância de 50 cm do animal. As amostragens ocorreram durante o período chuvoso, entre as 18:00 e no máximo 00:00 horas. A busca dos indivíduos foi realizada pelo método de levantamento visual auditivo (Crump & Scott, 1994), em que os indivíduos em atividade de vocalização foram contabilizados durante o percurso nos corpos d'águas. Para evitar pseudoréplicas, os indivíduos coletados foram contidos em recipientes e libertados ao fim da coleta

Após a gravação do canto de anúncio de cada indivíduo, foram mensurados o comprimento rostro cloacal (CRC), com auxílio de um paquímetro digital (precisão: 0,05 mm) e a massa corporal, com auxílio de uma balança digital (precisão: 0.1g). Além disso, a temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) foram aferidas com um termohigrômetro digital ISBB-804 (-10 a 50°C/ 20 a 99%) após o término de cada gravação.

Foram analisados seis cantos de cada animal, aleatórios em um período de um minuto, totalizando 180 cantos. Para cada canto foram aferidos os seguintes parâmetros acústicos: duração do canto (s), intervalo entre os cantos (s), número de notas, número de pulsos, frequência mínima e máxima (Hz), amplitude da frequência (Hz), frequência dominante e taxa de repetição (cantos/min) (Kölher, 2017; Phillippe et al., 2017). Os parâmetros temporais e espectrais do canto foram analisados através do software Raven Pro 1.5. (Cornell Lab Of Ornithology, 2011).

Análise de dados

As diferenças significativas nos cantos de cada indivíduo que compõem a população estudada foram calculadas através dos coeficientes de variação intraindividual (CV_{intra}) e interindividual (CV_{inter}). Os parâmetros analisados seguem as classificações sugeridas por Gerhardt (1991), onde CV_{intra} < 5 é

considerado como estático e > 12 , dinâmico. Para o CVinter, os parâmetros < 10 podem ser considerados como estáticos e os > 20 , dinâmicos.

A taxa entre o coeficiente de variação interindividual e intraindividual foi calculada para determinar a variabilidade entre machos (Márquez & Eekout, 2006). Quando este parâmetro apresenta valores > 1 pode funcionar como reconhecimento individual na espécie (Bee et al., 2001). Foram também aplicadas análises de Kruskal-Wallis (Zar, 1999) para testar a significância das variações dos parâmetros acústicos entres os indivíduos.

Para verificar a influência da temperatura (C°) e umidade relativa do ar (%), tamanho (CRC) e peso (g) nos parâmetros acústicos dos machos foram realizadas análises de Modelo Linear Generalizado (GLM). As análises estatísticas estão de acordo com Zar (1999) e foram realizadas no software PAST (Hammer, Harper, Ryan, 2001) com nível de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Os indivíduos de *Dendropsophus elegans* foram encontrados vocalizando em corpos d'água temporários sobre vegetação flutuante e herbácea (Fig. 2). As médias de temperatura e umidade durante os dias de coleta foram $22,40 \pm 2,54$ °C (18 – 27,5 °C) e $84,03 \pm 18,29$ % (40 – 98 %) respectivamente. A média do comprimento rostro-cloacal (CRC) e massa corpórea foram $23,6 \pm 1,5$ mm (20 – 26 mm) e $1,27 \pm 0,15$ g (1,1 – 1,6 g), respectivamente.



Figura 2 – Macho de *Dendropsophus elegans* vocalizando sobre vegetação flutuante, em uma poça temporária na Estação Ecológica do Tapacurá. Temperatura: 22,44°C, umidade: 86%, CRC: 2,4cm (Foto: Autor).

O canto de anúncio apresentou notas multipulsionadas com breves intervalos entre os pulsos (Figura 3). A duração média do canto foi de $0,10 \pm 0,09$ segundos (0,014 – 0,96 segundos; n=180 cantos). O intervalo entre os cantos apresentou média de $3,63 \pm 8,71$ (0 – 53,71 segundos; n=180 cantos). O número de notas por canto apresentou média de $3,38 \pm 1,06$ notas (1 – 6 notas; n=180 cantos).

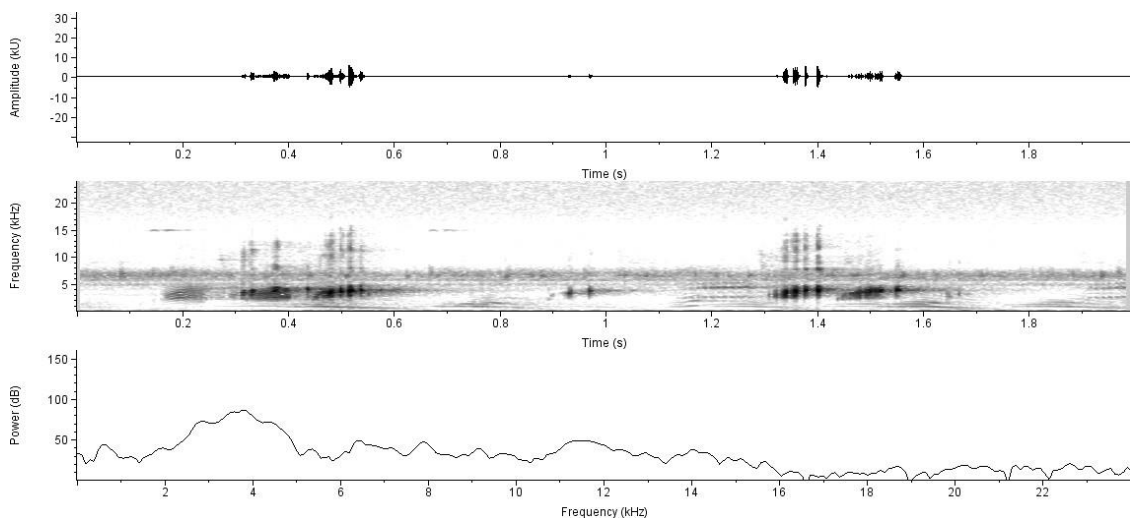


Figura 3. Oscilograma, espectrograma e força de espectro do canto de anúncio de um macho de *Dendropsophus elegans* gravado na Estação Ecológica do Tapacurá. Temperatura: 22,44°C, umidade: 86%, CRC: 2,4cm.

O intervalo entre as notas apresentou média de $0,02 \pm 0,02$ segundos (0 – 0,32 segundos; n=180 cantos). A média de pulsos por canto foi de $16,06 \pm 8,48$ pulsos (5 – 41 pulsos/segundo; n=180 cantos). A frequência máxima apresentou média de $4465,65 \pm 740,03$ Hz (3843,8 – 6937,50; n=180 cantos), enquanto a frequência mínima apresentou média de $2946,87 \pm 370,27$ Hz (843,70 – 3656,20 Hz; n=180 cantos). A média da amplitude da frequência foi de $1518,79 \pm 828,32$ Hz (656,3 – 4687,5 Hz; n=180 cantos). A frequência dominante apresentou média de $3810,42 \pm 374,03$ Hz (2437,5 – 3468,8 Hz; n=180 cantos). A taxa de repetição obteve média de $7,1 \pm 3,437$ cantos/minuto (2 – 20 cantos/minuto).

Para o coeficiente de variação intraindividual (CV_{intra}) as análises apresentaram: duração de canto de 17,81 segundos (CV_{intra} >12 dinâmico); intervalo entre os cantos de 138,16 segundos (CV_{intra} >12 dinâmico); número de notas por canto de 28,15 notas (CV_{intra} >12 dinâmico); Intervalo entre notas de 40,46 segundos (CV_{intra} >12 dinâmico); pulsos por canto de 35,76 pulsos (CV_{intra} <12 dinâmico); frequência máxima de 11,31Hz (CV_{intra} 5< 11,31 <12 intermediário); frequência mínima de 8,04Hz (CV_{intra} 5< 8,04 <12 intermediário); amplitude da frequência de 37,12 (CV_{intra}>12 dinâmico) frequência dominante de 4,34 Hz (CV_{intra} <5 estático) e taxa de repetição do canto de 48,41 cantos/min (CV_{intra} <12 dinâmico).

Para o coeficiente de variação interindividual (CV_{inter}), as análises apresentaram: duração de canto de 19,10 segundos (CV_{inter} 10 < 19,10 < 20 intermediário); intervalo entre os cantos de 206,95 segundos (CV_{inter} > 20 dinâmico); número de notas por canto de 31,32 notas (CV_{inter} > 20 dinâmico); intervalo entre notas de 103,68 segundos (CV_{inter} > 20 dinâmico); pulsos por canto de 52,48 pulsos (CV_{inter} > 20 dinâmico); frequência máxima de 16,57 Hz (CV_{inter} 10 < 16,57 < 20 intermediário); frequência mínima de 12,56 Hz (CV_{inter} 10 < 12,56 < 20 intermediário); amplitude da frequência de 54,54 Hz (CV_{inter} > 20 dinâmico); frequência dominante de 9,82 Hz (CV_{inter} < 10 estático) e taxa de repetição do canto de 48,42 cantos/min (CV_{inter} > 20 dinâmico).

Para a taxa entre o coeficiente de variação interindividual e intraindividual, todos os parâmetros apresentaram valores > 1 podendo assim ser úteis para determinar o reconhecimento individual na espécie. O teste de Kruskal-Wallis apresentou valores significativos para todos os parâmetros acústicos (Tabela 1).

Para os testes de Modelo Linear Generalizado (GLM), apenas os parâmetros duração do canto, intervalo entre os cantos, intervalo entre as notas e taxa de repetição apresentaram valores significativos ($p < 0,05$), relacionando-se aos parâmetros umidade, temperatura, CRC e umidade respectivamente.

Tabela 1: Análise de dados dos parâmetros acústicos do canto de anúncio de *Dendropsophus elegans* gravados na Estação Ecológica do Tapacurá.

Parâmetros Acústicos	Média±DP	Variação	CV _{intra} (%)	CV _{inter} (%)	Média de CV _{inter} /CV _{intra}	Kruskal Wallis	
						H	P
Duração do canto (s)	0,10 ± 0,09	0,014 – 0,96	17,81	19,10	1,07	53,59	<0,05
Intervalo entre os cantos (s)	3,63 ± 8,71	0 – 53,71	138,16	206,95	1,50	28,75	<0,05
Número de notas/canto	3,38 ± 1,06	1 – 6	28,15	31,32	1,11	29,57	<0,05
Intervalo entre as notas (s)	0,02 ± 0,02	0 – 0,32	40,46	103,68	2,56	41,56	<0,05
Pulso/canto	16,06 ± 8,48	5 – 41	35,76	52,48	1,47	48,29	<0,05

Frequência máxima (Hz)	4465,65 ± 740,03	3843,8 – 6937,50	11,31	16,57	1,47	43,75	<0,05
Frequência mínima	2946,87 ± 370,27	843,70 – 3656,20	8,04	12,56	1,56	66,42	<0,05
Amplitude da frequência (Hz)	1518,79 ± 828,32	37,12	37,12	54,54	1,47	55,37	<0,05
Frequência dominante (Hz)	3810,42 ± 374,03	2437,5 – 3468,8	4,49	9,82	2,19	38,00	<0,05
Taxa de repetição/canto	7,1 ± 3,437	2 – 20	7,1	7,1	1,00	28,21	<0,05

DISCUSSÃO

Pelo fato de estar intimamente ligado com o comportamento reprodutivo, o canto dos anuros apresentam relevância para a evolução do grupo (Wells, 1977). O canto pode ser composto por uma ou mais notas e apresentar similares ou diferentes propriedades acústicas (Köhler et al., 2017), assim como auxiliar as fêmeas a reconhecer e escolher machos coespecíficos em assembleias de diversas espécies (Ryan & Rand, 1993).

Os cantos de anúncio das espécies do grupo *D. leucophyllatus* possuem a mesma estrutura: uma primeira longa nota com muitos pulsos seguida por uma nota menor e com menos pulsos e com maior frequência dominante na segunda nota (Gomes & Martins, 2006; Ohmer et al., 2008; Conte et al., 2010; Jungfer et al., 2010).

O canto de anúncio de *D. elegans* descrito por Muniz et al. (2016), apresenta duas notas por canto, com média de duração de $0,086 \pm 0,014$ segundos e média de e intervalo entre notas de $0,023 \pm 0,005$ segundos. Neste estudo, o número de notas por canto foi $3,38 \pm 1,06$, a duração do canto apresentou média de $0,10 \pm 0,09$ e intervalo entre notas de $0,02 \pm 0,02$. 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; Morais et al., 2012).

Em *Dendropsophus elegans*, o coeficiente de variação interindividual para os parâmetros do canto de anúncio se apresentou maior do que intraindividualmente, similar aos resultados obtidos por Bee et al. (2001), Morais et al. (2012) e Oitaven et al. (2017), para suas respectivas espécies. Dos parâmetros acústicos analisados, apenas a frequência dominante se apresentou estática intra e interindividualmente, o que é compatível com outras espécies de anuros (Morais et al., 2012; Morais et al., 2015). A frequência máxima e mínima apresentaram-se intermediárias intra e interindividualmente, respectivamente e os

demais parâmetros apresentaram valores dinâmicos com exceção da duração do canto que apresentou valor intermediário interindividualmente.

A variação intra e interespecífica de muitas espécies de anuros são fortemente influenciadas por fatores bióticos e/ou abióticos. Essa influência afeta principalmente os parâmetros dinâmicos e podem causar a emissão de diferentes tipos de cantos (Schwartz, 1986; Reichert, 2013; Toledo et al., 2015). Estudos com outras espécies (Bee et al., 2001), sugerem que, o canto de anúncio contém propriedades de identificação coespecíficas. Para este estudo, os parâmetros com maiores valores CV_{intra} e CV_{inter} foram a frequência dominante e intervalo entre as notas.

Apesar de não encontrar uma correlação entre a frequência dominante e parâmetros morfológicos para esta população de *Dendropsophus elegans*, outros estudos apoiam a hipótese que o tamanho do animal é inversamente proporcional à frequência dominante (Loftus-Hills, 1973; Duellman & Pyles, 1983; Silva et al., 2008). O tamanho corporal está entre os mais estudados fatores que influenciam as variações entre os parâmetros espectrais dos indivíduos (Rodriguez et al., 2015), principalmente em relação a frequência dominante (Gingras et al., 2013).

Geralmente, os parâmetros temporais do canto não são relacionados com as características morfológicas (Bastos et al., 2003; Toledo & Haddad, 2005; Giasson & Haddad, 2006), porém neste estudo foi observado que os parâmetros acústicos de *Dendropsophus elegans* são influenciados pela temperatura, umidade e CRC, assim como observado no estudo de Morais et al. (2012), para *Dendropsophus minutus*.

Através do teste de modelo linear generalizado, a duração do canto apresentou relação inversa com a umidade ($r = -0,40233$; $p = 0,027516$), o intervalo entre os cantos apresentou relação inversa com a temperatura ($r = -0,037279$; $p = 0,042468$), o intervalo entre notas apresentou uma relação inversa com o CRC ($r = -0,042521$; $p = 0,019159$), enquanto a taxa de repetição apresentou relação proporcional com a umidade ($r = 0,41206$; $p = 0,023658$).

Machos maiores podem apresentar melhor condição física do que os menores (Poole & Murphy, 2007), emitindo mais cantos por minuto ou aumentando a duração do canto. Outros fatores como temperatura do ar e distância entre os indivíduos também influenciam os parâmetros temporais do canto. A temperatura do ar é conhecida por influenciar mais parâmetros temporais do que espectrais (Bastos & Haddad, 1995; Bastos et al., 2003; Guimarães & Bastos, 2003).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o coeficiente de variação intraindividual (CV_{intra}), as análises apresentaram como dinâmicos os parâmetros: duração de canto; intervalo entre os cantos; número de notas por canto; intervalo entre notas; pulsos por canto; amplitude da frequência; taxa de repetição do canto. Apresentaram-se como intermediários os parâmetros: frequência máxima e frequência mínima. A frequência dominante foi o único parâmetro estático.

Para o coeficiente de variação interindividual (CV_{inter}) as análises apresentaram como dinâmicos os parâmetros: intervalo entre os cantos; número de notas por canto; intervalo entre notas; pulsos por canto; amplitude da frequência; taxa de repetição do canto. Apresentaram-se como intermediários os parâmetros: duração do canto; frequência máxima e frequência mínima. A frequência dominante foi o único parâmetro estático.

Verificou-se nesse trabalho que, para a população estudada o canto de anúncio de *Dendropsophus elegans* apresentou uma maior variação interindividual do que intraindividualmente. Os parâmetros com maiores coeficientes de CV_{intra} e CV_{inter} foram a frequência dominante e a taxa de repetição do canto.

De acordo com os testes aplicados os parâmetros acústicos do canto de anúncio apresentaram relação com fatores bióticos e abióticos como temperatura, umidade e morfometria dos animais. A duração do canto apresentou relação inversamente proporcional para umidade; o intervalo entre os cantos apresentou relação inversamente proporcional com a temperatura; O intervalo entre notas apresentou relação inversamente proporcional com o CRC dos animais e a taxa de repetição do canto apresentou uma relação proporcional com a umidade.

De todos os parâmetros acústicos avaliados os que apresentaram maiores valores de coeficiente de variação intra/inter, foram: o intervalo entre as notas e a frequência dominante, Podendo assim servir para determinar o reconhecimento individual.

Apesar dos esforços para fornecer evidências sobre a importância das variações intra e interindividuais no canto de anúncio dos anuros, mais estudos são necessários para compreender melhor os principais fatores ecológicos e comportamentais que influenciam as características do canto desses animais.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.M., SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, 22 (6): 711-728, 2013.
- BASTOS, R.P. & HADDAD, C.F.B. Vocalizações e interações acústicas de *Hyla elegans* (Anura, Hylidae), durante a atividade reprodutiva. **Naturalia** 20, 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.
- BASTOS, R.P., AN C.F.B. HADDAD. 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., BUENO, M.A.F., DUTRA, S.L. & LIMA, L.P. Padrão de localização de anúncio em espécies de Hylidae (anura) do Brasil Central. **Comunicações do Museu Ciências e Tecnologia** 16, 39–51, 2003.
- BEE, M.A., KOZICH, C.E., BLACKWELL, K.J., GERHARDT, H.C. Individual variation in advertisement calls of territorial male green frog, *Rana clamitans*: Implications for individual discrimination. **Ethology** 107: 65–84, 2001.
- BERNAL, X. EGUARNIZO, C., LÜDDECKE, H. Geographic variation in advertisement call and genetic structure of *Colostethus palmatus* (Anura, Dendrobatidae) from the Colombian Andes. **Herpetologica** 61(4): 395–408, 2005.
- BIOACOUSTICS RESEARCH PROGRAM. Raven Pro: Interactive Sound Analysis Software (Version 1.5) [Computer software]. Ithaca, NY: **The Cornell Lab of Ornithology**. Available from <http://www.birds.cornell.edu/raven>, 2011.

BRIGGS, V.S. Call trait variation in Morelet's tree frog, *Agalychnis moreletii* of Belize. **Herpetologica** 66(3): 241–249, 2010.

CARDOSO, A. J.; HADDAD, C. F. B. Diversidade e turno de vocalizações de anuros em comunidade neotropical. **Acta Zoologica Lilloana**, v. 41, p. 93-105, 1992.

CONTE, E.C., NOMURA, F., MACHADO, R.A., KWET, A., LINGNAU, R., ROSSA-FERES, D.C. Novos registros na distribuição geográfica de anuros na floresta com araucária e considerações sobre suas vocalizações. **Biota Neotropica**, 10: 201-224, 2010.

CRUMP, M. L.; SCOTT JR, N. J. Visual encounter surveys. In 'Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians'.(Eds WR Heyer, MA Donnelly, RW McDiarmid, LC Hayek and MS Foster.) pp. 84–92. **Smithsonian Institution: Washington, DC**, 1994.

DE ORENSE, M.; TEJEDO-MADUEÑO, M. Size-based mating pattern in the tree frog *Hyla arborea*. **Herpetologica**, p. 176-182, 1990.

DUELLMAN, WILLIAM E.; PYLES, REBECCA A. Acoustic resource partitioning in anuran communities. **Copeia**, p. 639-649, 1983.

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.

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

GIASSON, L.O.M. & HADDAD, C.F.B. Social interactions in *Hypsiboas lbomarginatus* (Anura: Hylidae) and the significance of acoustic and visual signals. **Journal of Herpetology** 40, 171–180, 2006.

GINGRAS, B., BOECKLE, M., HERBST, C.T. & FITCH, W.T. Call acoustics reflect body size across four clades of anurans. **Journal of Zoology**, 143-150, 2013.

GOMES, F.B., MARTINS, I.A. Amphibia, Anura, Hylidae, *Dendropsophus anceps* (Lutz, 1929): filling gap, geographic distribution map and vocalization. **Check list**, 2: 22-25, 2006.

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.

GUIMARÃES, L.D. & BASTOS, R.P. Vocalizações e interações acústicas em *Hyla raniceps* (ANURA, HYLIDAE) durante a atividade reprodutiva. **Iheringia, Ser. Zool.** 93, 149–158, 2003.

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

HEDGES, S. B. Vocalization and habitat preference of the Jamaican treefrog, *Hyla marianae* (ANURA, HYLIDAE). **Caribbean Journal of Science**, vol. 23, no. 3/4, p. 380-384, 1987.

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.

HOWARD, R.D.; J.R. Individual variation in male vocal traits and female mating preferences in *Bufo americanus*. **Animal Behaviour** 55, 1165–1179, 1988.

JUNGFER, K., REICHLE, S., PISKUREK, O. Description of a new cryptic southwestern Amazonian species of leaf-gluing treefrog, genus *Dendropsophus* (Amphibia: Anura: Hylidae). **Salamandra** 46: 204-213, 2010.

KELLEY, D. B. Vocal communication in frogs. **Neurobiology of Behavior**, vol. 14, p. 751-757, 2004.

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, 2005.

LOFTUS-HILLS, JASPER J. Neural mechanisms underlying acoustic behaviour of the frog *Pseudophryne semimarmorata* (Anura: Leptodactylidae). **Animal behaviour**, v. 21, n. 4, p. 781-787, 1973.

LYRA-NEVES, R. M. et al. Documented records of *Myiarchus tuberculifer* (d'Orbigny & Lafresnaye)(Aves, Tyrannidae) from Pernambuco State, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 2, p. 405-407, 2004.

MÁRQUEZ, R. Male reproductive success in two midwife toads, *Alytes obstetricans* and *A. cisternasii*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 32, n. 4, p. 283-291, 1993.

MÁRQUEZ, R., EEKHOUT, X.R. Advertisement calls of six species of anurans from Bali, Republic of Indonesia. **Journal of Natural History** 40: 571–588, 2006.

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.

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.

MORAIS, A.R., MÁRQUEZ, M. N. S.R.; BASTOS, R.P. Males of *Hypsiboas goianus* (Anura; Hylidae) do not assess neighbor fighting ability through acoustic". **Acta Herpetologica**. 19, 43-50, 2016.

MORAIS, A.R., SIQUEIRA, M.N., BASTOS, R.P. How do males of *Hypsiboas goianus* (Hylidae: Anura) respond to conspecific acoustic stimuli? **Zoologia (Curitiba)** 32(6): 431–437, 2015.

MUNIZ, SÉRGIO ET AL. Acoustic characteristics of the mating call of *Dendropsophus elegans* (Anura: Hylidae). **Herpetology Notes**, v. 9, p. 99-102, 2016.

OHMER, M. E., ROBERTSON, J. M., ZAMUDIO, K. R. **Discordance** in body size, colour pattern, and advertisement call across genetically anuran (*Dendropsophus ebraccatus*). **Biological Journal of the Linnean Society**, 97: 298-313, 2009.

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.

PHILIPPE, J. R. et al. The use of bioacoustics in anuran taxonomy: theory, terminology, methods and recommendations for best practice. **Zootaxa**, 2017.

POMBAL JR., J. P., R. P. BASTOS, AND C. F. B. HADDAD. Vocalizações de algumas espécies do gênero *Scinax* (Anura, Hylidae) do Sudeste do Brasil e comentários taxonômicos. **Naturalia**, 20:213-225, 1995.

POOLE, K.G. & MURPHY, C.G. Preferences of females barking treefrogs, *ylo gratiosa*, for larger males: univariate and composite tests. **Animal Behaviour** 73, 513–524, 2007.

REICHERT, M.S. Sources of variability in advertisement and aggressive calling in competitive interactions in the grey treefrog, *Hyla versicolor*. **Bioacoustics**, 22, 195-349, 2013.

RODA, S. A. Dieta de *Tyto alba* na Estação Ecológica do Tapacurá, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 14, n. 4, p. 449-452, 2006.

RODRÍGUEZ, R.L., ARAYA-SALAS, M., GRAY, D.A., REICHERT, M.S., SYMES, L.B., WILKINS, M.R., SAFRAN, R.J. & G. HÖBEL. How acoustic signals scale with individual body size: common trends across diverse taxa. **Behavioral Ecology**, 26, 168-177, 2015.

RYAN, M.J. & RAND, A.S. Species recognition and sexual selection as a unitary problem in animal communication. **Evolution**, 47 (2), 647-657. 1993.

SCHWARTZ, J.J. Male calling behavior and female choice in the Neotropical treefrog *Hyla microcephala*. **Ethology**, 73, 116-127, 1986.

SILVA, R.G., MARTINS, I.A. & ROSSA-FERES, D.C. Bioacoustics and calling site in anuran assemblages of open area in the northwest of São Paulo State, Brazil. **Biota Neotropica**, 8 (3), 126-134, 2008.

SUDENE. Dados pluviométricos mensais do Nordeste, Estado de Pernambuco. **Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste**, Recife, 1990.

TOLEDO, L.F. & HADDAD, C.F.B. Acoustic Repertoire and Calling Behavior of *Scinax 371 fuscomarginatus* (Anura, Hylidae). **Journal of Herpetology**, 39, 455-464, 2005.

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, 2015.

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.

WELLS, K.D. The Ecology and Behavior of Amphibians. **The University of Chicago Press**, Chicago, 1148 pp., 2007.

ZAR, J.H. Bioestatistical analysis. **Prentice-Hall**, New Jersey, 1999.