

ANÁLISE BIOACÚSTICA PARA DIAGNOSE DE *PSEUDOPALUDICOLA RESTINGA* (ANURA, LEIUPERINAE)

Palavras-Chave: ANUROS, TAXONOMIA, BIOACÚSTICA, CANTO DE ANÚNCIO

Autores:

HEITOR ALVES VENANCIO DA ROCHA– LaHNAB - IB - UNICAMP

Prof^(a). Dr. LUÍS FELIPE DE TOLEDO RAMOS PEREIRA, LaHNAB - IB - UNICAMP

INTRODUÇÃO

A subfamília Leiuperidae, juntamente com Leptodactylinae e Paratelmatoibiinae, formam a família Leptodactylidae, que possui 13 gêneros e 238 espécies amplamente distribuídas pela América (Frost 2025).

O gênero *Pseudopaludicola* (Leiuperidae) inclui 27 espécies, que ocorrem na maior parte da América do Sul (Frost 2025). *Pseudopaludicola* é um gênero monofilético apoiado pela presença de um tubérculo antebraquial, processos ântero e posterolaterais do hióide vestigial ou ausente; e cartilagens epicoracóides estreitas ligeiramente sobrepostas umas às outras ou não sobrepostas (Cardozo et al., 2018) e por evidências moleculares com base no DNA mitocondrial (Veiga-Menoncello et al. 2014).

Nos últimos 15 anos foram descritas 16 espécies brasileiras do gênero *Pseudopaludicola*, devido principalmente ao aumento dos esforços de amostragem e da implementação de diferentes fontes de evidências para determinar o status taxonômico de algumas populações de *Pseudopaludicola*, especialmente dados acústicos e moleculares (Andrade et al. 2023). Sugerindo que a diversidade de espécies dentro deste gênero ainda não é totalmente compreendida (Toledo et al 2010; Pansonato et al. 2012, 2014, 2016; Carvalho et al. 2012; Andrade & Carvalho 2013; Roberto et al. 2013; Magalhães et al. 2014; Andrade et al. 2016, 2018, 2018, 2019, 2020; Cardozo et al. 2018; Silva et al. 2023, 2024). Essas espécies são bem distribuídas no território nacional, possibilitando a abrangência do gênero nas cinco macrorregiões do Brasil.

Dessa forma, análises prévias sugerem que outros caracteres bioacústicos podem ser utilizados para distinguir *Pseudopaludicola restinga* (Cardozo et al., 2018), da espécie irmã, *Pseudopaludicola pocoto* (Magalhães et al., 2014), e outras espécies congêneres.

Em vista disso, no presente projeto foi realizado um estudo taxonômico, utilizando-se a bioacústica, análise e comparação do canto de anúncio de *Pseudopaludicola restinga* (Cardozo et al., 2018) entre diferentes populações e *Pseudopaludicola pocoto* (Magalhães et al., 2014), com finalidade de evidenciar outros caracteres que podem ser diagnósticos para a distinção das espécies.

OBJETIVOS

Analisar o canto de anúncio de *Pseudopaludicola restinga* e comparar com a espécie irmã, *Pseudopaludicola pocoto*, evidenciando outros caracteres bioacústicos que podem ser diagnósticos para *P. restinga*.

Portanto, os objetivos específicos do presente projeto estão descritos a seguir:

- Verificar e analisar as características do canto de anúncio de *Pseudopaludicola restinga*;
- Comparar as características do canto de anúncio de *P. restinga* e *P. pocoto*;
- Preparar artigo para publicação.

MÉTODOS

Para o estudo, foram utilizadas gravações do canto de anúncio depositadas na Fonoteca Neotropical Jacques Viellard (FNJV) da Universidade Estadual de Campinas, e coleção de áudios do Laboratório de Genética Evolutiva (LGE), Instituto de Biología Subtropical, CONICET-UNaM, Posadas, Misiones, Argentina.

Inicialmente foi realizada a análise dos cantos de anúncio de três machos de *Pseudopaludicola restinga*, uma gravação (FNJV_0033215) do Distrito de Pedra Roxa, arredores do Parque Nacional do Caparaó (20S 33' 34.1", 41W 44' 30.8"), Ibitirama, Espírito Santo, Brasil; uma gravação (FNJV_0031868) do município de Barra de São João, Rio de Janeiro, Brasil; e um macho de *Pseudopaludicola restinga*, um espécime paratipo (LGE 20340) registrado na Restinga de Praia das Neves, Presidente Kennedy (21° 14' 41.5300S, 40° 58' 45.8000W; 6 m asl). E uma gravação de *Pseudopaludicola pocoto* (FNJV_0031309) do Acesso ao açude da Farinha, Patos, Paraíba, Brasil.

As gravações foram analisadas com o software Raven Pro 1.6. Os seguintes parâmetros foram medidos a partir do oscilograma: duração do canto (em segundos), intervalo entre cantos, número de notas por canto, duração de cada nota (em milissegundos), intervalo entre as notas, número de pulsos por nota e intervalo entre pulsos. Os espectros de potência foram obtidos através do espectrograma com FFT de 512 pontos: frequência máxima, mínima e de pico, 90 % da largura de banda, frequências 5 % e 95 %. As terminologias para a descrição dos sons de anúncio e parâmetros medidos seguem (Köhler et al. 2017).

Para comparação com *Pseudopaludicola pocoto* (Magalhães et al., 2014) foram utilizados os dados disponibilizados nos artigos de descrição da espécie e artigos que contêm descrição do canto de anúncio.

RESULTADOS

Foram analisados três cantos de anúncio de *Pseudopaludicola restinga*, de 3 machos de localizações diferentes: Restinga de Praia das Neves, Presidente Kennedy, ES; Arredores do Parque Nacional do Caparaó, Ibitirama, ES; e Barra de São João, RJ. Totalizando a análise de 290 notas. O canto de anúncio da espécie é composto por uma sequência de notas separadas, compostas por pulsos, sem grandes oscilações de frequência (figura 1).

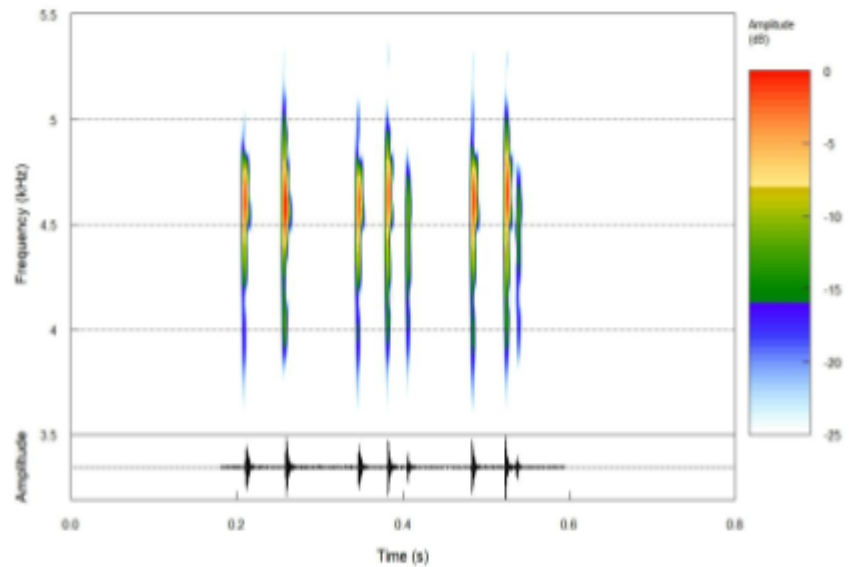


Figura 1: Espectrograma (acima) e oscilograma (abaixo) detalhando as notas do canto de anúncio de *Pseudopaludicola restinga* de Ibitirama, ES. Fonte: este estudo.

	<i>Pseudopaludicola restinga</i>		
	Presidente Kennedy, ES (Parátipo)	Barra de São João, RJ	Ibitirama, ES
Indivíduos analisados (n)	1	1	1
Notas analisadas (n)	60	142	88
Duração do canto (s)	2,539 ± 2,357 (7,669 - 0,527)	20,98 ± 0 (20,98 - 20,98)	4,475 ± 3,485 (10,992 - 0,4282)
Tempo entre os cantos (s)	1,641 ± 1,035 (2,699 - 0,527)	-	0,819 - 0,401 (1,409 - 0,308)
Duração da nota (ms)	66 ± 5 (83 - 56)	67 ± 5 (80 - 50)	61 ± 3 (77 - 50)
Tempo entre as notas (ms)	63 ± 40 (527 - 48)	80 ± (125 - 69)	77 ± 74 (1084 - 53)
Frequência dominante (Hz)	4549,11 ± 67,1 (4651,1 - 4392,7)	4506,6 ± 34,6 (4687,5 - 4500)	4753,5 ± 124,07 (4909,5 - 4134,3)
Pulso por nota (n)	3 - 2	3 - 2	3 - 2
Notas com 3 pulsos	6	129	32
Duração do Pulso (ms)	20 ± 2 (30 - 12)	11 ± 1 (15 - 7)	15 ± 2 (24 - 6)
Tempo entre pulsos (ms)	20 ± 6 (40 - 7)	16 ± 12 (125 - 0)	37 ± 86 (1083 - 0,767)

Tabela 1: Tabela de dados do canto de anúncio de três indivíduos de *Pseudopaludicola restinga* de Presidente Kennedy, ES; Ibitirama, ES; e Barra de São João, RJ. Os valores da tabela estão em número absolutos (n), segundos (s), milissegundos (ms), Hertz (Hz), como média ± desvio padrão (máximo - mínimo).

Como é possível observar na tabela 1, existe grande semelhança entre o canto das diferentes localidades, a média da frequência dominante (4549, 4506 e 4753 Hz) é semelhante entre os espécimes, assim como a duração média das notas (66 , 67 e 61 ms) e a composição destas, possuindo dois ou três pulsos com duração média (20, 11 e 15 ms) também semelhantes. Notas com três pulsos geralmente não foram encontradas como a nota de início do canto.

Na figura 2, pode-se observar a composição de três notas do canto de anúncio de um macho de *P. pocoto*, com notas separadas compostas entre um e quatros pulsos (notas com quatro e três pulsos estão representadas na figura 2), diferente da espécie irmã, *P. pocoto*, possui um tempo entre as notas, tempo entre os pulsos e frequência média maiores.

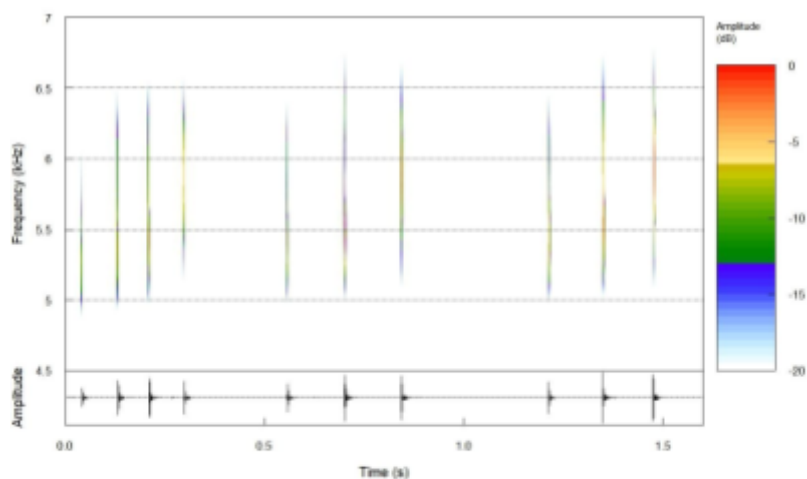


Figura 2: Espectrograma (acima) e oscilograma (abaixo) detalhando as notas do canto de anúncio de *Pseudopaludicola pocoto* de Patos, PB. Fonte: Estes estudo.

CONCLUSÃO E DISCUSSÃO

Na análise das gravações do canto de anúncio de *Pseudopaludicola restinga*, observou-se a presença de notas compostas por dois pulsos no canto de anúncio e notas compostas por três pulsos foram identificadas, aproximadamente 57,5 % (167 notas) do total das notas analisadas possuem esse estado de caráter.

O caráter bioacústico do canto de anúncio de *Pseudopaludicola restinga* ser composto apenas por notas de dois pulsos, o distingue de algumas espécies do gênero *Pseudopaludicola*, como *P. pocoto*, *P. ameghini*, *P. ternetzi*, *P. murundu*, *P. jaredi* e *P. saltica* (Magalhães et al., 2014, Pansonato et al., 2013, Cardozo & Toledo, 2013, Toledo et al., 2010, Andrade et al., 2016, e Pansonato et al., 2013) (Cardozo et al. 2018). Contudo, com a presença de notas com três pulsos, principalmente nos indivíduos de localidades diferentes da série tipo, não torna mais o número de pulsos por nota um caráter diagnóstico para distinguir essas espécies.

Em adição, pode-se sugerir outros parâmetros como caracteres válidos para a distinção das duas espécies citadas anteriormente, *P. restinga* e *P. pocoto*, pelos valores de frequência dominante e tempos de notas e pulsos, sendo estes menores em *P. restinga* (Figura 1 e 2).

Observando a localização da gravação FNJV_0031868 na Fonoteca Neotropical Jacques Vielliard (FNJV), observou-se que o áudio foi gravado no município de Barra de São João, Rio de

Janeiro, Brasil. É uma nova localidade para a espécie, a segunda fora do Estado do Espírito Santo, juntamente com o registro do Parque Nacional do Jurubatiba, RJ - Brasil (Frost, 2025), ampliando a área de cobertura da espécie. Apesar de apenas um indivíduo compor os registros, o canto de anúncio dessa localidade, foi o canto de anúncio que apresentou mais diferenças bioacústicas do indivíduo da série tipo, e também é o mais distante geograficamente. Entretanto são necessárias mais informações para inferir essas distinções entre as localidades.

Tais resultados reforçam a relevância da bioacústica como ferramenta taxonômica de anuros, sobretudo de espécies crípticas e destacam a necessidade de mais estudos que integrem diferentes linhas de evidência, para uma delimitação mais precisa das espécies do gênero *Pseudopaludicola*.

Referências

- Frost, Darrel R. 2025. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.2 (*Date of access*). Electronic Database accessible at <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA. doi.org/10.5531/db.vz.0001
- Andrade, F. S. de, I. A. Haga, M. L. Lyra, T. R. de Carvalho, C. F. B. Haddad, A. A. Giaretta, and L. F. Toledo. 2018. A new species of *Pseudopaludicola* (Anura, Leptodactylidae, Leiuperinae) from the state of Minas Gerais, Brazil. *European Journal of Taxonomy* 480: 1–25.
- Andrade, F. S. de, I. A. Haga, M. L. Lyra, F. S. F. Leite, A. Kwet, C. F. B. Haddad, L. F. Toledo, and A. A. Giaretta. 2018. A new species of *Pseudopaludicola* Miranda-Ribeiro (Anura: Leptodactylidae: Leiuperinae) from eastern Brazil, with novel data on the advertisement call of *Pseudopaludicola falcipes* (Hensel). *Zootaxa* 4433: 71–100.
- Cardozo, D. E., D. Baldo, N. Pupin, J. L. Gasparini, and C. F. B. Haddad. 2018. A new species of *Pseudopaludicola* (Anura, Leiuperinae) from Espírito Santo, Brazil. *PeerJ* 6 (e4766): 1–25.
- Koehler, J., Jansen, M., Rodriguez, A., Kok, P. J., Toledo, L. F., Emmrich, M., ... & Vences, M. (2017). The use of bioacoustics in anuran taxonomy: theory, terminology, methods and recommendations for best practice. *Zootaxa*, 4251(1), 1-124.
- Magalhães, F. de M., D. Loebmann, M. N. de C. Kokubum, C. F. B. Haddad, and A. A. Garda. 2014. A new species of *Pseudopaludicola* (Anura: Leptodactylidae: Leiuperinae) from northeastern Brazil. *Herpetologica* 70: 77–88.
- Pansonato, A., J. R. Mudrek, A. C. P. Veiga-Menoncello, D. de C. Rossa-Feres, I. A. Martins, and C. Strüssmann. 2014. A new species of *Pseudopaludicola* Miranda-Ribeiro, 1926 (Anura: Leptodactylidae: Leiuperinae) from northwestern state of São Paulo, Brazil. *Zootaxa* 3861: 249–264.