

LEANDRO DE AVELAR OLIVEIRA

VARIAÇÃO MORFOLÓGICA, ACÚSTICA E HISTÓRIA NATURAL DA RÃ-DE-CORREDEIRA *Hylodes lateristrigatus* (BAUMANN, 1912)

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Renato Neves Feio

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

O48v
2023
Oliveira, Leandro de Avelar, 1994-
Variação morfológica, acústica e história natural da
rã-de-corredeira *Hylodes lateristrigatus* (Baumann, 1912) /
Leandro de Avelar Oliveira. – Viçosa, MG, 2023.
1 dissertação eletrônica (77 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndice.

Orientador: Renato Neves Feio.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Biologia Animal, 2023.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2023.478>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Hylodidade - Classificação - Mata Atlântica.
2. Hylodidade - Morfologia. 3. Bioacústica. I. Feio, Renato
Neves, 1960-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento
de Biologia Animal. Programa de Pós-Graduação em Biologia
Animal. III. Título.

CDD 22. ed. 597.875

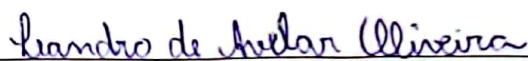
LEANDRO DE AVELAR OLIVEIRA

VARIAÇÃO MORFOLÓGICA, ACÚSTICA E HISTÓRIA NATURAL DA RÃ-DE-CORREDEIRA *Hylodes lateristrigatus* (BAUMANN, 1912)

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

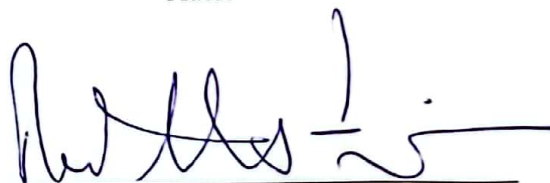
APROVADA: 08 de maio de 2023.

Assentimento:



Leandro de Avelar Oliveira

Autor



Renato Neves Feio

Orientador

Dedico este trabalho a todas as pessoas que me apoiaram e acreditaram em mim durante a minha caminhada, até quando não fui capaz de fazer o mesmo...

AGRADECIMENTOS

Ao concluir mais essa etapa, gostaria de expressar minha imensa gratidão a todos e todas que fizeram parte desta jornada tão significativa em minha vida. É um momento de celebração e reflexão, e não poderia deixar de reconhecer o apoio valioso que recebi. Sou infinitamente grato a cada um que contribuiu de maneira única e especial para meu crescimento acadêmico e pessoal, e por isso quero dedicar algumas palavras de agradecimento.

Gostaria de expressar a minha profunda gratidão à minha mãe, Gracileide, e ao meu pai, Washington, por serem uma constante fonte de inspiração e encorajamento ao longo dos anos. Suas palavras gentis e apoio incondicional foram essenciais para manter-me focado e motivado. Sou grato por sempre acreditarem em mim e por me darem a oportunidade de perseguir meus sonhos. Agradeço por seu esforço incansável em proporcionar a mim e ao Gui a oportunidade de conquistar algo que “ninguém jamais roubará de nós: o conhecimento”!

Ao meu irmão Guilherme, sou grato não apenas por ser um irmão, mas também por ser um companheiro e um grande amigo. Desde que chegamos em Viçosa, você esteve ao meu lado, compartilhando alegrias e desafios. Sua presença foi fundamental para superar obstáculos que pareciam intransponíveis. A confiança que depositou em mim e seu apoio incansável foram fundamentais para todas as minhas conquistas.

Obrigado por tudo, família! Obrigado por estarem ao meu lado desde o início, apoiando e incentivando cada passo desta caminhada. Seu amor incondicional, palavras de encorajamento e suporte emocional foram fundamentais para superar os desafios que enfrentei ao longo desses dois anos caóticos. Sinto-me verdadeiramente um cara de sorte por ter todos vocês em minha vida, pois sua presença amorosa e encorajadora sempre me fez sentir seguro e protegido. Vocês são uma parte essencial da minha trajetória!

Tenho imensa gratidão ao Renatão por sua orientação e conhecimento. Sua dedicação em me guiar durante minha pesquisa foi verdadeiramente inestimável. Sua visão crítica, orientação precisa e incentivo constante foram fundamentais para o meu crescimento acadêmico e profissional. Agradeço por ter tido a oportunidade de aprender com você e por compartilhar aventuras e histórias incríveis em todos os campos em que estivemos juntos ao longo desses anos. Sou especialmente grato por ter sido apresentado por você à Serra do

Brigadeiro e a todas as belezas que aquele lugar abriga, desde o topo das árvores até embaixo das pedras. Suas experiências enriqueceram minha vida e meu conhecimento sobre a natureza.

Aos membros da minha banca, Rachel e Manu, agradeço pelo tempo e pelo interesse em avaliar meu trabalho. Suas contribuições e sugestões valiosas foram fundamentais para aprimorar minha pesquisa e ampliar minha compreensão do assunto. Agradeço por dedicarem seu tempo e expertise para me ajudar a alcançar um trabalho de qualidade. Espero muito poder continuar trabalhando com vocês no futuro. Admiro muito o trabalho de vocês.

Ao Clodoaldo por todo o auxílio em diversos momentos da minha formação, compartilhando seus conhecimentos, sua experiência, me ajudando com a ideia inicial desse projeto sempre com muita paciência e atenção. Obrigado por tudo! Desde os conselhos mais simples até as informações mais técnicas!

Gostaria de expressar meu sincero agradecimento aos meus grandes amigos, Letícia, Samuli, Heitor e Taluane, carinhosamente apelidados de "Cavaleiros do Acopalipsis", por terem sido meu porto seguro nos momentos em que mais precisei. Vocês têm sido uma presença constante e reconfortante em minha vida, e sou imensamente grato por isso. Obrigado por estarem sempre ao meu lado durante os momentos difíceis, por oferecerem apoio incondicional e por serem uma fonte constante de inspiração. Nossas "bobajadas" e risadas tornaram cada etapa dessa jornada muito mais leve e agradável, e as nossas conversas profundas criaram memórias que levarei comigo para sempre. A amizade que construímos ao longo do tempo é algo que valorizo profundamente. Vocês são parte essencial da minha vida, e me considero verdadeiramente privilegiado por tê-los como amigos. Obrigado por serem pessoas tão especiais e por tornarem minha jornada mais alegre. Juntos, enfrentaremos todos os desafios que a vida nos trazer.

Obrigado aos amigos que eu fiz pelos caminhos que trilhei aqui na UFV. Quero dedicar um momento para expressar todo o meu carinho e gratidão a cada um de vocês também. Obrigado por permanecerem ao meu lado ao longo dos anos, compartilhando risadas, aventuras e momentos desafiadores. Vocês têm sido fonte de força nos momentos difíceis e alegria, celebrando junto comigo as vitórias e conquistas. Mesmo com a distância que a vida adulta nos impõe, nossa amizade continua forte e verdadeira. Saber que posso contar com cada um de vocês é algo que me conforta e me enche de gratidão. Vocês são como uma família para mim, e não poderia pedir amigos melhores. Agradeço por todos os momentos que vivemos juntos e por serem as pessoas maravilhosas que são. Que nossa amizade continue a crescer e se fortalecer

ainda mais com o passar dos anos. Liara, Ayessa, Pedro, Figueiredo, Fichter, Savignon, Vitu, Scutari, Estrela, Chocolate, Lucas e muitos outros, muito obrigado por fazerem parte da minha vida até hoje!

Obrigado à tropa do Museu de Zoologia, tanto aos velhos conhecidos como aos novos amigos. Agradeço por tornarem o ambiente tão acolhedor e agradável. A companhia de vocês foi fundamental para que eu me sentisse integrado e motivado em minha jornada. As conversas e risadas compartilhadas criaram laços que me fortaleceram e tornaram o dia a dia mais prazeroso. Obrigado pelos intermináveis cafezinhos que, além de energizantes, proporcionaram diversos momentos de “falazada”. É gratificante saber que vocês confiam em mim e valorizam minha contribuição para o trabalho no museu. Estou verdadeiramente honrado por fazer parte dessa equipe tão sensacional. Espero seguir aprendendo e crescendo ao lado de cada um de vocês. Valeu demais Kevin, Ana Paula, Kaique, João Pedro, Iury, Juju, Guilherme, Bizo, Heithor, Leone, Duda, Polly, Daphne e companhia limitada pela acolhida calorosa e pela parceria que construímos nesse cantinho incrível da UFV.

Obrigado aos meus batuqueiros favoritos d'O Bloco por fazerem parte dessa minha caminhada. Foi uma experiência incrível tocar maracatu ao lado de pessoas tão incríveis como vocês. O Bloco não é apenas um grupo de percussão, mas uma família que me acolheu de braços abertos desde o primeiro dia em que me juntei a vocês. As nossas apresentações, os ensaios e as risadas compartilhadas foram momentos que levarei para sempre no coração. Cada batida, cada ritmo, contribuiu para fazer dos meus dias algo mais especial. Obrigado por todas as oportunidades de crescimento musical e pessoal que me proporcionaram. Aprendi muito com cada um de vocês, e acredito que essa vivência com O Bloco me tornou uma pessoa melhor. Tenho a certeza de que as lembranças e a amizade que construímos perdurarão. O Bloco sempre terá um lugar especial em minha vida. Bruninha, Nicolly, Gis, Yuri, Gley, Pio, Gess, Helena, Léo, Murilo e mais uma “pá de gente” que já fez parte desse batuque, gratidão por tudo!

Gostaria de expressar meu mais sincero agradecimento ao Coral Voix-là e a todos os incríveis amigos que fiz lá. Cynthia, Ana Beatriz, Layla, Jasmim, Lets, Heitô e todos os outros malucos e malucas que amei conhecer, vocês tornaram a reta final do meu mestrado uma jornada verdadeiramente musical e leve. Em momentos de dificuldade e desânimo, vocês estiveram ao meu lado e, muitas vezes, me salvaram da vontade de jogar tudo pro alto. A música e a amizade compartilhadas tornaram essa fase memorável e repleta de significado. Sou grato por fazer parte dessa família incrivelmente talentosa e inspiradora, e por todas as experiências

maravilhosas que vivemos juntos. Obrigado por tornarem meu mestrado uma experiência verdadeiramente inesquecível.

Sou grato também aos membros do Herpeto em Foco pela paixão que compartilhamos por anfíbios e répteis, e também por sua enorme contribuição para o meu crescimento pessoal e profissional. Agradeço pelas diversas formas de trabalhar e compartilhar conhecimento que vocês me mostraram. Cada oportunidade de aprendizado e experiência enriquecedora que tive com vocês foi inestimável. Obrigado por generosamente compartilharem seu conhecimento e paixão por esses fascinantes animais! Espero que possamos continuar colaborando por muito tempo e que possamos nos encontrar pessoalmente em breve!

Também expresso meu agradecimento a todos do laboratório de Herpetologia do Museu Nacional, pela calorosa recepção ao abrir as portas de sua coleção e proporcionar uma experiência memorável durante minha passagem pelo Rio de Janeiro.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Sendo assim, agradeço por me concederem recursos que me permitiram realizar essa pesquisa. Sou grato pela oportunidade de expandir meus horizontes acadêmicos e continuar explorando o mundo maravilhoso da herpetologia.

Por fim, mas não menos importante, gostaria de expressar minha profunda gratidão à minha psicóloga Valéria. Sua orientação e apoio emocional foram essenciais para que eu enfrentasse os desafios dessa jornada acadêmica e pessoal. Agradeço por sua escuta atenta, conselhos sábios e incentivo constante. Você desempenhou um papel crucial no meu bem-estar e no meu sucesso. Obrigado por me ajudar a conhecer melhor um Leandro que, por muito tempo, foi deixado de lado e impedido de ser quem ele gostaria de ser.

A todos vocês, minha eterna gratidão. Cada um teve um impacto significativo na minha jornada de conclusão do mestrado, e sem o apoio de vocês, eu não estaria aqui celebrando essa conquista. Sei que o futuro reserva grandes realizações para todos nós, e espero continuar contando com o apoio e amizade de cada um de vocês.

*“(...) Dou mais respeito
às que vivem de barriga no chão
tipo água pedra sapo.
Entendo bem o sotaque das águas
Dou respeito às coisas desimportantes
e aos seres desimportantes (...)”*

- Manoel de Barros

RESUMO

OLIVEIRA, Leandro de Avelar, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2023. **Varição morfológica, acústica e notas sobre a história natural da rã-de-corredeira *Hylodes lateristrigatus* (Baumann, 1912)**. Orientador: Renato Neves Feio.

O gênero *Hylodes* Fitzinger, 1826 compreende 26 espécies de rãs encontradas predominantemente encontradas na Mata Atlântica e restritas a ambientes lóticos do Brasil. Estas espécies são divididas em quatro grupos, *H. glaber*, *H. mertensi*, *H. nasus* e *H. lateristrigatus*, que são distinguidos por suas características morfológicas. Essa classificação tem sido pouco efetiva devido à similaridade morfológica entre as espécies, tornando sua identificação difícil. Essas rãs são encontradas em áreas geograficamente limitadas devido à especialização de seus habitats. Um exemplo é *H. lateristrigatus*, cuja distribuição abrange os estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais, mas ainda pouco conhecida em relação à sua história natural, ecologia, bioacústica e forma larval. Este estudo caracterizou *H. lateristrigatus* usando dados morfológicos, morfométricos e acústicos de populações de diferentes localidades. Foram analisados 31 exemplares e oito amostras de vocalizações de anúncio. As análises revelaram variações morfológicas e acústicas entre as populações, mas também mostraram sobreposição nas características. Indivíduos de Santa Rita de Jacutinga apresentaram tamanhos menores e características vocais distintas. A pesquisa também descreveu detalhadamente a morfologia externa da espécie e registrou o primeiro caso de sinalização visual para defesa territorial. Os resultados indicam que as populações estudadas pertencem ao mesmo táxon. Além disso, foi observado que *H. lateristrigatus* possui um repertório de sinalização visual desconhecido até então, destacando a importância de estudos comportamentais de sinais visuais para compreender a história natural dos anfíbios, especialmente para grupos que apresentam evidências de comunicação visual, como a família Hylodidae. Espera-se que essas informações contribuam para futuras pesquisas sobre a taxonomia, ecologia e comportamento das espécies de *Hylodes* e auxiliem na conservação desses importantes anfíbios.

Palavras-chave: Hylodidae. Taxonomia. Mata Atlântica. Morfologia externa. Bioacústica.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Leandro de Avelar, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, May, 2023. **Morphological, acoustic variation and notes on the natural history of the torrent frog *Hylodes lateristrigatus* (Baumann, 1912)**. Advisor: Renato Neves Feio.

The genus *Hylodes* Fitzinger, 1826 comprises 26 species of frogs predominantly found in the Atlantic Forest and restricted to lotic environments in Brazil. These species are divided into four groups, *H. glaber*, *H. mertensi*, *H. nasus*, and *H. lateristrigatus*, distinguished by their morphological characteristics. However, this classification has been ineffective due to the morphological similarity among species, making their identification challenging. These frogs are found in geographically limited areas due to the specialization of their habitats. An example is *H. lateristrigatus*, whose distribution spans the states of Rio de Janeiro, Espírito Santo, and Minas Gerais, but it is still poorly known regarding its natural history, ecology, bioacoustics, and larval form. This study characterized *H. lateristrigatus* using morphological, morphometric, and acoustic data from populations in different locations. Thirty-one specimens and eight samples of advertisement calls were analyzed. The analyses revealed morphological and acoustic variations among populations, but also showed overlapping characteristics. Individuals from Santa Rita de Jacutinga presented smaller sizes and distinct vocal characteristics. The research also provided a detailed description of the species external morphology and recorded the first case of visual signaling for territorial defense. The results indicate that the studied populations belong to the same taxon. Additionally, it was observed that *H. lateristrigatus* has an unknown repertoire of visual signaling, highlighting the importance of behavioral studies on visual signals to understand the natural history of amphibians, especially for groups that show evidence of visual communication, such as the family Hylodidae. It is expected that this information will contribute to future research on the taxonomy, ecology, and behavior of *Hylodes* species and assist in the conservation of these important amphibians.

Keywords: Hylodidae. Taxonomy. Atlantic Forest. External morphology. Bioacoustics.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. Distribuição geográfica das populações de *Hylodes lateristrigatus* analisadas. No mapa à direita, a linha destacada representa os limites entre os estados de Minas Gerais (acima) e Rio de Janeiro (abaixo). Ao Norte encontra-se o município de Ervália (em verde), onde se localiza parte do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB). Mais ao Sul, aparecem o município de Cataguases (em azul) e o município de Santa Rita de Jacutinga (em vermelho), que está localizado na divisa entre Minas Gerais e Rio de Janeiro. No estado do Rio de Janeiro, a cidade de Teresópolis (em rosa) está situada a leste de Santa Rita de Jacutinga, e a leste de Teresópolis, encontra-se o município de Nova Friburgo (em amarelo)31

Figura 2. Esquema gráfico mostrando as medidas morfométricas aferidas no presente estudo. Medições são representadas por siglas na figura: CRC: Comprimento rostro-cloacal; CC: Comprimento da cabeça; LC: Largura da cabeça; DO: Diâmetro do olho; DFN: Distância entre a ponta do focinho e a narina; DIO: Distância interorbital; DIN: Distância internasal; DON: Distância entre a narina e o olho; DT: Diâmetro do tímpano; CM: Comprimento da mão; DD3D: Diâmetro do disco do III dedo; CAB: Comprimento do antebraço; CB: Comprimento do braço; CCX: comprimento da coxa; CTB: Comprimento da tíbia; CT: Comprimento do tarso; CP: Comprimento do pé; DD4D: Diâmetro do disco do IV dedo. Adaptado de Rakotoarison *et al.* (2017). Ilustrações: Leandro de Avelar Oliveira33

Figura 3. Esquema gráfico indicando regiões do corpo de *Hylodes* conforme referido nas descrições de coloração ao longo do manuscrito. Termos e cores se referem a regiões do corpo e não necessariamente a características anatômicas, e são usadas para simplificar o esquema de descrição de padrões de cores. Adaptado de Rakotoarison *et al.* (2017). Ilustração: Leandro de Avelar Oliveira34

Figura 4. Acima, *Hylodes lateristrigatus* macho adulto vivo (MZUFV 20153; CRC = 36,14 mm). Fotografia tirada no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, município de Ervália, estado de Minas Gerais. Abaixo, *Hylodes lateristrigatus*. MZUFV 20153, macho adulto em vista dorsal (A) e vista ventral (B). As barras de escala horizontais equivalem a 10 mm. Fotos por Leandro de Avelar Oliveira.38

Figura 5. *Hylodes lateristrigatus*, MZUFV 20153, macho adulto em vista dorsal (A) e lateral da cabeça (B), interior da boca (C) e vista ventral do pé esquerdo (D) e da mão esquerda (E). A barra de escala equivale a 10 mm. Ilustrações por Leandro de Avelar Oliveira42

Figura 6. Cantos de anúncio de *Hylodes lateristrigatus*, representados por oscilogramas (acima) e espectrogramas (abaixo) para cada uma das três populações do estudo: Teresópolis (A), PESB (B) e Santa Rita de Jacutinga (C). Os oscilogramas mostram as variações na amplitude do som ao longo do tempo, enquanto os espectrogramas exibem a distribuição de frequência do canto44

CAPÍTULO II

Figura 1. Macho adulto de *Hylodes lateristrigatus* (MZUFV 16016; CRC = 34,32 mm) exibindo sinais visuais em resposta a *playback*: (A) Postura ereta; (B) Exibição da garganta e Postura dos dedos; (C) Exibição da garganta, inflando apenas um dos sacos vocais; e (D) Elevação de dois membros. Vídeo gravado no município de Cataguases, estado de Minas Gerais, por Clodoaldo Assis67

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Medidas morfométricas, em milímetros, dos espécimes de *Hylodes lateristrigatus* examinados. Abreviaturas: comprimento rostro-cloacal (CRC), comprimento da cabeça (CC), largura da cabeça (LC), diâmetro do olho (DO), distância entre a ponta do focinho e a narina (DFN), distância interorbital (DIO), distância internasal (DIN), diâmetro do tímpano (DT), distância entre a narina e o olho (DON), comprimento da mão (CM), diâmetro do disco do III dedo (DD3D), comprimento do antebraço (CAB), comprimento do braço (CB), comprimento da coxa (CCX), comprimento da tíbia (CTB), comprimento do tarso (CT), comprimento do pé (CP), diâmetro do disco do IV dedo (DD4D), número de machos examinados (N). Os dados são apresentados como amplitude, média \pm desvio padrão36

Tabela 2. Parâmetros acústicos dos cantos de anúncio de *Hylodes lateristrigatus* de Teresópolis e Nova Friburgo, Rio de Janeiro (RJ); Serra do Brigadeiro e Cataguases, Minas Gerais (SBC) e Santa Rita de Jacutinga, Minas Gerais (SRJ). Os dados são apresentados como amplitude, média \pm desvio padrão. (*) Dados retirados de Heyer & Cocroft (1986)43

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	15
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
3. CAPÍTULOS	22
3.1 CAPÍTULO I: Variação morfológica, acústica e notas sobre a história natural de três populações da rã-de-corredeira <i>Hylodes lateristrigatus</i> (Baumann, 1912) ..22	
3.1.1 RESUMO	23
3.1.2 INTRODUÇÃO	24
3.1.3 RESUMO HISTÓRICO	27
3.1.4 MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1.5 RESULTADOS	36
3.1.6 DISCUSSÃO	46
3.1.7 CONCLUSÃO	51
3.1.8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
3.1.9 APÊNDICE	61
3.2 CAPÍTULO II: Primeiro registro de sinalização visual em <i>Hylodes lateristrigatus</i> (Anura: Hylodidae)	63
3.2.1 RESUMO	64
3.2.2 INTRODUÇÃO	64
3.2.3 MATERIAL E MÉTODOS	66
3.2.4 RESULTADOS	67
3.2.5 DISCUSSÃO	69
3.2.6 CONCLUSÃO	71
3.2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
4. CONCLUSÕES GERAIS	76

1. INTRODUÇÃO GERAL

A família Hylodidae Günther, 1858 é um grupo monofilético composto pelos gêneros *Crossodactylus* (com 13 espécies), *Hylodes* (com 26 espécies), *Megaelosia* (com 1 espécie) e *Phantasmarana* (com 8 espécies) (Frost, 2023). Essas espécies são conhecidas popularmente como "rãs de corredeira" (*torrent frogs*) devido à sua associação com ambientes de riachos com forte correnteza (Nascimento *et al.*, 2001; Lingnau *et al.*, 2008), e há evidências de que fatores ecológicos, como a limitação da comunicação acústica durante o dia, possam ter influenciado a evolução da comunicação visual em espécies diurnas, como as rãs do gênero *Hylodes* (Haddad & Giaretta, 1999; de Sá *et al.*, 2016).

O gênero *Hylodes* Fitzinger, 1826 abriga rãs diurnas encontradas em ambientes lóticos na Mata Atlântica brasileira (Haddad & Pombal, 1995; Nascimento *et al.*, 2001; Lingnau *et al.*, 2008). A maioria das espécies desse gênero é ativa durante o dia, mas há exceções, como *H. otavioi*, que habita riachos no Campo Rupestre da Serra do Cipó (Sazima & Bokermann, 1983), e *H. perere*, *H. meridionalis*, *H. japi* e *H. sazimai*, que vocalizam tanto durante o dia quanto à noite (Vidigal *et al.*, 2021). Atualmente, o gênero *Hylodes* compreende 26 espécies distribuídas nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Weber & Caramaschi, 2013; Segalla *et al.*, 2021; Frost, 2023).

O gênero *Hylodes*, é constituído por várias espécies crípticas que apresentam uma morfologia externa altamente conservada, o que pode ser atribuído à sua associação com habitats ribeirinhos. Essa semelhança morfológica dificulta a distinção entre as diferentes espécies e pode resultar em uma subestimação da diversidade do grupo (Pimenta *et al.*, 2014; Montesinos, 2017). A escassez de informações taxonômicas, incluindo descrições de formas larvais e vocalizações, bem como dados sobre a distribuição geográfica das espécies, pode gerar problemas significativos na nomenclatura e identificação das rãs do gênero *Hylodes* (Haddad *et al.*, 2003, Nuin & do Val, 2005; Vrcibradic *et al.*, 2014). No entanto, análises genéticas e acústicas têm se mostrado ferramentas eficientes para mitigar esses problemas e possibilitar a identificação de novas espécies (*e.g.* de Sá *et al.*, 2015; Malagoli *et al.*, 2017).

A maioria dos estudos recentes sobre novas espécies de *Hylodes* tem se baseado em material coletado em novas localidades ao longo das serras brasileiras, evidenciando a existência de muitas espécies ainda não descritas nos museus brasileiros (Haddad & Pombal, 1995; Silva & Benmaman, 2008; de Sá *et al.*, 2015; Malagoli *et al.*, 2017). Vale destacar que

as espécies de anfíbios da Mata Atlântica são geralmente encontradas em áreas geograficamente limitadas, devido à sua especialização em relação à altitude, diversidade de flora e umidade ambiental (Villalobos *et al.*, 2013; da Silva *et al.*, 2012; Toledo & Batista, 2012; Vasconcelos, 2014; Vidigal *et al.*, 2021). Esses fatores, juntamente com a crescente descrição de novas espécies de hilodídeos (Laia & Rocha, 2012), evidenciam que a compreensão da diversidade taxonômica de *Hylodes* ainda é incompleta e destacam a importância de investigar espécies amplamente distribuídas, como *H. lateristrigatus*.

Hylodes lateristrigatus (Baumann, 1912) é uma espécie caracterizada por seu tamanho mediano, fina linha branca que se estende do focinho ao ombro, em muitos casos, alcançando a articulação do cotovelo, passando pelo lábio superior. Seu padrão ventral exibe uma disposição irregular de manchas escuras que formam uma linha medial, além de linhas escuras nas coxas, sem a formação de barras (Baumann, 1912; Salles *et al.*, 2012; Vrcibradic *et al.*, 2014). A espécie foi originalmente descrita a partir de exemplares supostamente coletados na Serra dos Órgãos, no estado do Rio de Janeiro (Baumann, 1912), e posteriormente sua localidade-tipo foi definida por Bokermann (1966) no município de Teresópolis, também no Rio de Janeiro. Além do Rio de Janeiro, foram registrados exemplares em estados como Espírito Santo e Minas Gerais (Moura *et al.*, 2012; Salles *et al.*, 2012; Vrcibradic *et al.*, 2014; Silva *et al.*, 2018; Ferreira *et al.*, 2019; Toledo *et al.*, 2021).

Hylodes lateristrigatus é endêmico da Mata Atlântica (Rossa-Feres, 2017) e atualmente é classificado como pouco preocupante (*Least Concern*, LC) em relação ao seu estado de conservação pela *International Union for Conservation of Nature* (IUCN), assim como nacionalmente pela Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (Narvaes & Cruz, 2004; BRASIL, 2022; IUCN, 2023). Embora a espécie não esteja ameaçada de extinção, enfrenta uma escassez de informações básicas, como sua distribuição geográfica, que se limita a poucas localidades conhecidas (Vrcibradic *et al.*, 2014). Além disso, há poucos dados disponíveis sobre a história natural, ecologia, bioacústica e formas larvais dessa espécie.

A falta de informações sobre *Hylodes lateristrigatus* tem levado a problemas taxonômicos na identificação de espécies similares. Devido à escassez de dados básicos, espécimes têm sido depositados em coleções científicas com designações como *Hylodes* aff. *lateristrigatus*, *Hylodes* cf. *lateristrigatus* ou *Hylodes* gr. *lateristrigatus*. Para resolver essas questões, é fundamental uma caracterização mais detalhada desses táxons, com o objetivo de esclarecer sua verdadeira identidade e distribuição

O objetivo principal desta pesquisa foi realizar a descrição morfológica e bioacústica das populações de *Hylodes lateristrigatus* localizadas na parte sul da porção setentrional da Serra da Mantiqueira. O estudo teve como intuito identificar eventuais variações na morfologia externa e analisar os padrões de vocalização dessas populações, utilizando parâmetros atualizados de bioacústica. Além disso, buscamos determinar se essas populações pertencem a um único táxon ou se apresentam diferenças significativas que justifiquem a classificação como espécies distintas, com base nas características morfológicas e bioacústicas analisadas.

Para complementar nossas análises, esta pesquisa também abrangeu observações do comportamento e história natural de *Hylodes lateristrigatus*. Registramos essas notas descritivas durante as gravações de campo e a busca ativa por indivíduos em córregos e riachos. As observações incluem informações sobre a vocalização em relação ao comportamento de cortejo e territorialidade, além de detalhes sobre o habitat e uso do espaço por essa espécie. Todas as informações coletadas foram registradas em diários de campo e serão brevemente discutidas ao longo do estudo.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baumann, F. 1912. Brasilianische Batrachier des Berner Naturhistorischen Museums nebst Untersuchungen über die geographische Verbreitung der Batrachier in Brasilien. Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere. Jena 33: 87–172.

Bokermann, W. C. 1966. Lista anotada das localidades tipo de anfíbios brasileiros. Em: Lista anotada das localidades tipo de anfíbios brasileiros. 183-183.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Portaria MMA N° 148, de 7 de junho de 2022. Altera os Anexos da Portaria n° 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria n° 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria n° 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022406272733>>. Acesso em: 31 jan. 2023.

- de Sá, F. P., C. Canedo, M. L. Lyra & C. F. B. Haddad. 2015. A new species of *Hylodes* (Anura, Hylodidae) and its secretive underwater breeding behavior. *Herpetologica* 71: 58–71. DOI: <https://doi.org/10.1655/HERPETOLOGICA-D-13-00053>.
- da Silva, F. R., Almeida-Neto, M., do Prado, V. H. M., Haddad, C. F. B. & de Cerqueira Rossa-Feres, D. 2012. Humidity levels drive reproductive modes and phylogenetic diversity of amphibians in the Brazilian Atlantic Forest. *Journal of Biogeography*, 39(9), 1720-1732. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2699.2012.02726.x>.
- de Sá, F. P.; Zina, J. & Haddad, C. F. B. 2016. Sophisticated Communication in the Brazilian Torrent Frog *Hylodes japi*. *PLoS ONE* 11(1): e0145444. DOI:10.1371/journal.pone.0145444.
- Ferreira, R. B., Mônico, A. T., da Silva, E. T., Lirio, F. C. F., Zocca, C., Mageski, M. M., Tonini, J. F. R., Beard, K. H., Duca, C. & Silva-Soares, T. 2019. Amphibians of Santa Teresa, Brazil: the hotspot further evaluated. *ZooKeys*, 857, 139. DOI: 10.3897/zookeys.857.30302.
- Frost, D. R. 2023. Amphibian Species of the World: An Online Reference. Version 6.1. Disponível em: <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA. doi.org/10.5531/db.vz.0001. Acesso em: 21 fev. 2023.
- Haddad, C. F. & Giaretta, A. A. 1999. Visual and acoustic communication in the Brazilian torrent frog, *Hylodes asper* (Anura: Leptodactylidae). *Herpetologica*, 324-333.
- Haddad, C. F., Garcia, P. C., & Pombal Jr, J. P. 2003. Redescritção de *Hylodes perplicatus* (Miranda-Ribeiro, 1926) (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Arquivos do Museu Nacional*, 61(4).
- Haddad, C. F. B. & J. P. Pombal, Jr. 1995. A new species of *Hylodes* from southeastern Brazil (Amphibia: Leptodactylidae). *Herpetologica* 51: 279–286.
- IUCN 2023. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-1. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 31 fev. 2023.
- Laia, R. C. & Rocha, C. F. D. 2012. Adults and tadpoles of species of Hylodidae (Anura): History and taxonomy perspectives. *Zoologia (Curitiba)*, 29, 89-94. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1984-46702012000100012>.
- Lingnau, R., C. Canedo & J. P. Pombal, Jr. 2008. A new species of *Hylodes* (Anura: Hylodidae) from the Brazilian Atlantic Forest. *Copeia* 2008:595–602. DOI: 10.1643/ch-07-091.

- Malagoli, L. R., F. P. de Sá, C. Canedo & C. F. B. Haddad. 2017. A new species of *Hylodes* (Anura, Hylodidae) from Serra do Mar, southeastern Brazil: The fourth with nuptial thumb tubercles. *Herpetologica* 73: 136–147. DOI: <https://doi.org/10.1655/HERPETOLOGICA-D-16-00069>.
- Montesinos, R. 2017. Phylogenetic Systematics of Hylodidae (Amphibia: Anura). Tese de Doutorado em Ciências Biológicas, Zoologia – Universidade de São Paulo, São Paulo. 284 p. Não publicado.
- Moura, M. R., Motta, A. P., Fernandes, V. D. & Feio, R. N. 2012. Herpetofauna da Serra do Brigadeiro, um remanescente de Mata Atlântica em Minas Gerais, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, 12(1), 1-27. Disponível em: <http://www.biota-neotropica.org.br/v12n1/en/abstract?inventory+bn01012012012>.
- Narvaes P. & Rodrigues M. T. 2005 Visual communication, reproductive behavior, and home range of *Hylodes dactylocinus* (Anura, Leptodactylidae). *Phyllomedusa* 4(2):147–158. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9079.v4i2p147-158>.
- Nascimento, L. B., J. P. Pombal, Jr. & C. F. B. Haddad. 2001. A new frog of the genus *Hylodes* (Amphibia: Leptodactylidae) from Minas Gerais, Brazil. *Journal of Zoology*. London 254: 421–428. DOI: 10.1017/s0952836901000917.
- Nuin, P. A. S. & do Val, F. C. 2005. Phylogenetic analysis of the subfamily Hylodinae (Anura, Leptodactylidae) based on morphological characters. *Amphibia-Reptilia* 26: 139–148.
- Pimenta, B. V. S., da Cruz, C. A. G. & Caramaschi, U. 2014. Taxonomic review of the species complex of *Crossodactylus dispar* A. Lutz, 1925 (Anura, Hylodidae). *Arquivos de Zoologia*, 45(1), 1-33. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2176-7793.v45i1p1-33>.
- Rossa-Feres, D. C., Garey, M. V., Caramaschi, U., Napoli, M. F., Nomura, F., Bispo, A. A., Brasileiro, C. A., Thomé, M. T. C., Sawaya, R. J., Conte, C. E., Cruz, C. A. G., Nascimento, L. B., Gasparini, J. L., Almeida, A. P. & Haddad, C. F. B. 2017. Anfíbios da Mata Atlântica: lista de espécies, histórico dos estudos, biologia e conservação. Em: *Revisões em Zoologia: Mata Atlântica*, pp. 237–314.

Silva, E. T. da, Peixoto, M. A. A., Leite, F. S. F., Feio, R. N., & Garcia, P. C. A. 2018. Anuran Distribution in a Highly Diverse Region of the Atlantic Forest: The Mantiqueira Mountain Range in Southeastern Brazil. *Herpetologica*, 74(4), 294–305. doi:10.1655/herpetologica-d-17-00025.1

Salles, R. O. L., N. Passos, H. Wogel & M. Bilate. 2012. New record and distribution extension of *Hylodes lateristrigatus* (Anura: Hylodidae) in Rio de Janeiro State, southeastern Brazil. *Herpetology Notes* 5: 389–390.

Sazima, I., & W. C. A. Bokermann. 1983 "1982". Anfíbios da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. 5: *Hylodes otavioi* sp. n. (Anura, Leptodactylidae). *Revista Brasileira de Biologia* 42: 767–771.

Segalla, M. V., Berneck, B., Canedo C., Caramaschi, U., Cruz, C. A. G., Garcia, P. C. A., Grant, T., Haddad, C. F. B., Lourenço, A. C. C., Mângia, S., Mott, T., Nascimento, L. B., Toledo, L. F., Werneck, F. P., Langone, J. A. 2021. List of Brazilian Amphibians. *Herpetologia Brasileira* 10(1): 121-216. DOI: 10.5281/zenodo.4716176.

Silva, H. R. D. & Benmaman, P. 2008. Uma nova espécie de *Hylodes* Fitzinger da Serra da Mantiqueira, Minas Gerais, Brasil (Anura: Hylodidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 25, 89-99. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-81752008000100013>.

Toledo, L. F., & Batista, R. F. 2012. Integrative Study of Brazilian Anurans: Geographic Distribution, Size, Environment, Taxonomy, and Conservation. *Biotropica*, 44(6), 785-792. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2012.00866.x>.

Toledo, L. F., Dena, S., Segalla, M., Prado, C. P. A., Loebmann, D., Gasparini, J. L., Sazima, I. & Haddad, C. F. B. 2021. Anfíbios da Mata Atlântica. Aplicativo de celular. Econature, Consultoria, Pesquisa e Educação Ambiental. Versão 1.0.0.

Vasconcelos, T. S., Prado, V. H., da Silva, F. R., & Haddad, C. F. 2014. Biogeographic distribution patterns and their correlates in the diverse frog fauna of the Atlantic Forest hotspot. *Plos one*, 9(8), e104130. DOI: 10.1371/journal.pone.0104130.

Vidigal, I., Montesinos, R. & Giaretta, A. A. 2021. A genetic and acoustic evaluation of the distribution of *Hylodes sazimai* Haddad & Pombal, 1995 (Hylodidae), a stream-dwelling Atlantic Forest frog. *Journal of Herpetology*, 55(3), 253-264. DOI: 10.1670/20-034.

Villalobos, F., R. Dobrovolski, D. B. Provete, And S. F. Gouveia. 2013. Is rich and rare the common share? Describing biodiversity patterns to inform conservation practices for South American anurans. PLoS ONE 8:e56073. DOI:10.1371/journal.pone.0056073.

Vrcibradic, D., J. C. G. Oliveira, & C. F. D. da Rocha. 2014. Amphibia, Anura, Hylodidae, *Hylodes lateristrigatus* (Baumann, 1912): Filling distribution gap. Check List. A Journal of Species Lists and Distribution 10: 677–678. DOI: 10.15560/10.3.677.

Weber, L. N. & U. Caramaschi. 2013. A survey of the internal oral morphology in larvae of the genus *Hylodes* Fitzinger, 1826 (Amphibia, Anura, Hylodidae). Zootaxa 3635: 557–568. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3635.5.5>.

CAPÍTULO I

Varição morfológica, acústica e notas sobre a história natural de três populações da rã-de-corredeira *Hylodes lateristrigatus* (Baumann, 1912)

Variação morfológica, acústica e notas sobre a história natural de três populações da rã-de-corredeira *Hylodes lateristrigatus* (Baumann, 1912)

3.1.1 RESUMO

O gênero *Hylodes* Fitzinger, 1826, é composto por 26 espécies divididas em quatro grupos: *H. glaber*, *H. mertensi*, *H. nasus* e *H. lateristrigatus*. Estes são distinguidos por suas características morfológicas, sendo o grupo *H. lateristrigatus* composto por 20 espécies, em sua maioria presentes na Mata Atlântica e restritas a ambientes lóticos do Brasil. Porém, essa classificação tem se mostrado pouco efetiva, já que várias espécies são crípticas e apresentam morfologia externa muito similar, o que dificulta a identificação precisa de exemplares, tornando a taxonomia do gênero bastante confusa. Ademais, as espécies de anfíbios que habitam a Mata Atlântica apresentam uma tendência a serem encontradas em áreas geograficamente restritas devido à especialização de seus habitats em termos de altitude, diversidade de vegetação e umidade do ambiente. Todos estes fatores chamam a atenção para espécies amplamente distribuídas, como *H. lateristrigatus* (Baumann, 1912), cuja distribuição que se estende aos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais. Apesar de sua descrição ter ocorrido há bastante tempo, ainda há uma carência de informações sobre sua história natural, ecologia, bioacústica e estágio larval. Neste estudo, realizado através da caracterização de populações de *H. lateristrigatus*, foram utilizados caracteres morfológicos, morfométricos e acústicos para descrever as variações desta espécie. Adicionalmente, foram destacados aspectos sobre a história natural observados e registrados durante campanhas. Foram examinados 31 exemplares e oito amostras de vocalizações de anúncio depositados em coleções zoológicas e acústicas provenientes das três localidades. As análises revelaram variações morfológicas e acústicas entre as populações, embora houvesse alguma sobreposição nas características. Indivíduos provenientes de Santa Rita de Jacutinga apresentaram tamanhos menores e características específicas no canto, indicando a necessidade de análises mais abrangentes com um maior número de indivíduos e possivelmente a inclusão de dados moleculares e de girinos. Fornecemos uma descrição detalhada da morfologia externa de *H. lateristrigatus* e incluímos registros de história natural observados ou registrados em anotações de campo. Essas descobertas podem contribuir para pesquisas futuras sobre a taxonomia, ecologia e comportamento das espécies de *Hylodes* e auxiliar na conservação desses importantes anfíbios.

Palavras-chave: Hylodidae. Taxonomia. Mata Atlântica. Morfologia externa. Bioacústica.

3.1.2 INTRODUÇÃO

Hylodes Fitzinger, 1826 é um gênero composto por rãs diurnas encontradas em ambientes lóticos da Mata Atlântica brasileira (Haddad & Pombal, 1995; Nascimento *et al.*, 2001; Lingnau *et al.*, 2008). Com exceção de *H. otavioi*, que habita riachos de Campo Rupestre da Serra do Cipó (Sazima & Bokermann, 1983); e *H. perere*, *H. meridionalis*, *H. japi* e *H. sazimai*, espécies do gênero registradas vocalizando tanto no período diurno quanto no período noturno (Vidigal *et al.*, 2021). Atualmente, são reconhecidas 26 espécies com distribuição que compreende os estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Weber & Caramaschi, 2013; Segalla *et al.*, 2021; Frost, 2023).

Com base na morfologia externa, Heyer (1982) classificou as espécies do gênero *Hylodes* em quatro grupos: *H. glaber*, *H. mertensi*, *H. nasus* e *H. lateristrigatus*. O grupo *H. lateristrigatus* é o mais diverso, compreendendo 20 espécies de tamanho pequeno a moderado, corpo delgado, faixas dorsolaterais claras e pele dorsal lisa (Heyer, 1982; Frost, 2023). No entanto, essa classificação tem mostrado pouca eficiência (Pombal *et al.*, 2002), mesmo após a descrição de algumas espécies nos últimos anos (*e.g.* Lingnau *et al.*, 2008; Silva & Benmaman, 2008; de Sá *et al.*, 2015; Malagoli *et al.*, 2017).

Assim como outros gêneros da família Hylodidae, o gênero *Hylodes* é constituído por várias espécies crípticas que apresentam uma morfologia externa altamente conservada. Esse fato pode ser atribuído à sua associação com habitats ribeirinhos, o que torna difícil distinguir as diferentes espécies e pode levar a uma subestimação da diversidade do grupo (Pimenta *et al.*, 2014; Montesinos, 2017). Além disso, a falta de informações taxonômicas, como descrições de formas larvais e vocalizações, bem como dados sobre a distribuição geográfica das espécies, pode causar problemas significativos de nomenclatura e identificação (Haddad *et al.*, 2003, Nuin & do Val, 2005; Vrcibradic *et al.*, 2014). No entanto, análises genéticas e acústicas têm se mostrado ferramentas eficientes para minimizar esses problemas e permitir a identificação de novas espécies (*e. g.* de Sá *et al.*, 2015; Malagoli *et al.*, 2017).

A divisão de um táxon em duas ou mais espécies pode ter um grande impacto na avaliação do seu estado de conservação, o que destaca a importância de uma melhor caracterização desses táxons para a conservação da biodiversidade (Pimenta *et al.*, 2014). A abordagem integrativa para a resolução de complexos de espécies com base em uma variedade de caracteres está se tornando cada vez mais comum (ver Baldissera *et al.*, 2004). Ela pode ser fundamental para desvendar a diversidade de espécies em áreas de grande importância ecológica (Pimenta *et al.*, 2014).

Além de existirem muitas espécies de *Hylodes* ainda não descritas nos museus brasileiros (Haddad & Pombal, 1995), a maioria dos estudos recentes sobre novas espécies tem sido baseada em material coletado em novas localidades ao longo das serras brasileiras (e.g., Silva & Benmaman, 2008; de Sá *et al.*, 2015; Malagoli *et al.*, 2017). É importante destacar que as espécies de anfíbios da Mata Atlântica tendem a ser encontradas em áreas geograficamente limitadas (Villalobos *et al.*, 2013), devido à especialização de seus habitats em relação à altitude, diversidade de flora e umidade ambiental (da Silva *et al.*, 2012; Toledo & Batista, 2012; Vasconcelos, 2014; Vidigal *et al.*, 2021). Esses fatores, e a tendência crescente de novas espécies de hilotídeos sendo descritas (Laia & Rocha, 2012), ressaltam que a compreensão da diversidade taxonômica de *Hylodes* é incompleta e chamam a atenção para espécies amplamente distribuídas, como *H. lateristrigatus*.

Hylodes lateristrigatus (Baumann, 1912) caracterizada por seu tamanho mediano (CRC 32.7 – 41.1 mm nos machos e 37.5 – 40.4 mm nas fêmeas), uma fina linha branca da ponta do focinho ao ombro, na maioria dos casos, até a articulação do cotovelo, passando pelo lábio superior; e padrão irregular de manchas escuras na região ventral que forma linha medial; e linhas escuras nas coxas, não formando barras (Baumann, 1912; Salles *et al.*, 2012; Vrcibradic *et al.*, 2014). Descrita originalmente a partir de exemplares supostamente coletados na Serra dos Órgãos, estado do Rio de Janeiro (Baumann, 1912), sua localidade-tipo foi posteriormente definida por Bokermann (1966) no município de Teresópolis, também no Rio de Janeiro. Além do Rio de Janeiro, há registros da espécie nos estados do Espírito Santo e Minas Gerais (Moura *et al.*, 2012; Salles *et al.*, 2012; Vrcibradic *et al.*, 2014; Silva *et al.*, 2018; Ferreira *et al.*, 2019; Toledo *et al.*, 2021).

Hylodes lateristrigatus é endêmico da Mata Atlântica (Rossa-Feres, 2017) e atualmente classificado como pouco preocupante (*Least Concern*, LC) em relação a seu estado de conservação pela *International Union for Conservation of Nature* (IUCN), e também

nacionalmente pela Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (Narvaes & Cruz, 2004; BRASIL, 2022; IUCN, 2023). Embora *H. lateristrigatus* não esteja atualmente ameaçado de extinção, a espécie enfrenta uma carência de informações básicas, como sua distribuição geográfica. Essa informação é limitada e se restringe a poucas localidades conhecidas (Vrcibradic *et al.*, 2014). Adicionalmente, existem poucas informações disponíveis sobre a história natural, ecologia, bioacústica e forma larval da espécie.

Essas lacunas no conhecimento acerca de *Hylodes lateristrigatus* têm gerado problemas taxonômicos na identificação de espécies semelhantes. A falta de informações básicas leva à deposição de espécimes em coleções científicas com denominações como *Hylodes* aff. *lateristrigatus*, *Hylodes* cf. *lateristrigatus* ou *Hylodes* gr. *lateristrigatus*. Para solucionar esses problemas, é necessária uma melhor caracterização desses táxons, a fim de esclarecer sua real identidade e distribuição. Evidências de estudos anteriores mostram que descrições morfológicas e acústicas referidas a *H. lateristrigatus* correspondiam a espécies diferentes (ver Heyer, 1982; Heyer & Concroft, 1986), e que a descrição da morfologia oral interna do girino é baseada em apenas um espécime de Santa Teresa, Espírito Santo, identificado como *Hylodes* aff. *Lateristrigatus* (ver Weber & Caramaschi, 2013). Portanto, é necessário realizar mais estudos para preencher essas lacunas e obter informações mais precisas sobre *H. lateristrigatus* e espécies semelhantes.

Lacunas em estudos taxonômicos não são uma exclusividade do gênero *Hylodes*. Estudos taxonômicos em diversas espécies de anuros permanecem escassos, e o declínio e extinção de populações de anfíbios demonstra uma situação grave até mesmo em ambientes mais preservados (Eterovick *et al.*, 2005). Dessa forma, trabalhos regionais sobre anfíbios podem esclarecer aspectos da distribuição geográfica, história natural e ecologia das espécies, implicando em medidas para conservação deste grupo (Silvano & Segalla, 2005).

Considerando o contexto apresentado, o objetivo principal desta pesquisa foi a descrição morfológica e bioacústica de populações de *Hylodes lateristrigatus* da parte sul da porção setentrional da Serra da Mantiqueira. O estudo buscou identificar possíveis variações na morfologia externa e analisar os cantos de anúncio dessas populações, utilizando parâmetros atualizados de bioacústica. Além disso, o estudo teve como propósito determinar se essas populações pertencem a um único táxon ou se existem diferenças significativas entre elas que justifiquem a classificação como espécies distintas, com base nas características morfológicas e bioacústicas analisadas.

Além das análises morfológicas e bioacústicas, esta pesquisa também englobou observações detalhadas do comportamento e história natural de *Hylodes lateristrigatus*. Durante as gravações de campo e a busca ativa por indivíduos em córregos e riachos, registramos notas descritivas sobre o comportamento de cortejo, territorialidade, vocalização e detalhes do habitat e uso do espaço por essa espécie. Todas as informações coletadas foram registradas em diários de campo e serão brevemente discutidas ao longo do estudo.

3.1.3 RESUMO HISTÓRICO

Hylodes lateristrigatus é uma rã pertencente à família Hylodidae e foi descrita por Baumann (1912). Originalmente, essa espécie foi chamada de *Elosia lateristrigata* e sua descrição incluiu apenas informações sobre a morfologia externa e a coloração, além de uma ilustração do holótipo em tamanho real (Heyer 1982). A localidade tipo foi mencionada na descrição como "Orgel-Gebirge" (tradução literal: Serra dos Órgãos), localizada no estado do Rio de Janeiro. Posteriormente, Miranda-Ribeiro (1922) fez algumas considerações acerca de *Elosia lateristrigata* e sua comparação com *E. nasus*, espécies muito semelhantes entre si. Os exemplares utilizados na descrição foram coletados em Teresópolis, Rio de Janeiro. Lutz (1930) acrescentou informações sobre a distribuição geográfica e o gradiente altitudinal dos registros de *Elosia lateristrigata* conhecidos até então. De acordo com a publicação, *E. lateristrigata* havia sido registrada em montanhas do estado do Rio de Janeiro até Santa Catarina, passando por São Paulo, sempre em altitudes superiores a 600m. Além disso, o trabalho apresentou uma breve descrição dos girinos da espécie. Cochran (1955) descreveu exemplares coletados nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo e, com base nas semelhanças morfológicas, considerou que *Elosia lateristrigata* e *E. glabra* eram a mesma espécie. No entanto, a atual distribuição de *Hylodes lateristrigatus* não suporta essa consideração.

Em sua pesquisa, Myers (1962) discutiu a história nomenclatural de três gêneros de rãs e concluiu que *Elosia* é um sinônimo de *Hylodes*, sendo este último o nome válido para o grupo de anuros atualmente. Mais tarde, Lynch (1971) apresentou uma diagnose osteológica para as espécies do gênero *Hylodes* e destacou a instabilidade nomenclatural do gênero. Inicialmente, muitos autores não concordavam com o uso de *Hylodes* como o nome genérico adequado, pois Fitzinger o propôs duas vezes, cada vez com uma espécie-tipo diferente.

Em um estudo descritivo, Bokermann (1964) diferenciou *Elosia magalhaesi* de *Elosia lateristrigata* com base em duas características principais: a coloração da região ventral e o canto de anúncio. De acordo com a descrição, *E. magalhaesi* apresenta uma coloração ventral escura com manchas claras, enquanto *E. lateristrigata* possui um ventre predominantemente claro com manchas escuras. Além das diferenças na coloração, Bokermann destacou discrepâncias nos cantos de anúncio entre as duas espécies. *Elosia lateristrigata* emite de 10 a 13 notas por segundo, com três frequências dominantes (1600-3200, 3600-4200 e 5400-6000 Hz) e vocalizações que duram entre 1,8 a 3 segundos. Por outro lado, *Elosia magalhaesi* emite cantos de 20 a 25 notas por segundo, com frequência dominante entre 1400 e 3000 Hz, e com duração média de 1 segundo. Os exemplares de *E. lateristrigata* utilizados na comparação foram apenas referidos como provenientes da Serra do Mar. Posteriormente, Bokermann (1966) publicou uma lista na qual alterou a localidade-tipo de *Elosia lateristrigata*. Segundo ele, o material foi coletado por Goeldi em um lugar chamado Colônia Alpina, em Teresópolis, no Rio de Janeiro, ao invés da Serra dos Órgãos, como originalmente descrito no trabalho de Baumann (1912).

Em seu artigo, Bokermann (1967) analisou o canto de exemplares coletados nas serras de Friburgo e Teresópolis, no Estado do Rio de Janeiro, e concluiu que esses exemplares diferem consideravelmente do canto daqueles referidos em seu estudo anterior de (Bokermann, 1964) como sendo de *Elosia lateristrigata*. Heyer (1982) apontou que a vocalização descrita por Bokermann (1967) não correspondia à mesma espécie descrita morfologicamente por Baumann (1912), e que apenas o material coletado por Baumann correspondia a *Elosia lateristrigata*. Mais tarde, Heyer & Cocroft (1986) associaram o canto analisado por Bokermann (1967) à espécie *Hylodes charadranaetes*, que ocorre em simpatria com *H. lateristrigatus* na região.

Heyer (1982) propôs a divisão das espécies do gênero *Hylodes* em quatro grupos: o grupo *lateristrigatus*, o grupo *mertensi*, o grupo *nasus* e o grupo *pulcher* (atualmente *glaber*). Estes agrupamentos não representam necessariamente grupos monofiléticos e foram baseados apenas em caracteres morfológicos (Heyer & Cocroft, 1986). Além disso, mostrou que o nome *H. lateristrigatus* não se aplica a espécie encontrada em Boracéia e Paranapiacaba, localizadas no estado de São Paulo. Dessa forma, a distribuição da espécie permaneceu restrita ao estado do Rio de Janeiro. O autor descreve o canto de anúncio de *H. lateristrigatus* como um apito crescente, com estrutura harmônica e frequência dominante entre 3700-4300 Hz. O canto tem duração de 1,5 segundos e é composto por aproximadamente 13 notas emitidas a uma taxa de

9 notas por segundo. Heyer & Cocroft (1986) descreveram duas novas espécies de *Hylodes*, uma delas simpátrica a *H. lateristrigatus*, e também apresentaram uma tabela resumindo as análises bioacústicas das espécies pertencentes ao grupo *Hylodes lateristrigatus*. Para tal, os autores utilizaram dados coletados em Teresópolis, Rio de Janeiro, e Santa Teresa, Espírito Santo, e os compararam com os dados das demais espécies estudadas.

Estudos realizados por Weygoldt (1989) em Santa Teresa, no estado do Espírito Santo, apontaram o desaparecimento de algumas espécies de anuros e suas possíveis causas, incluindo *Hylodes lateristrigatus*. Em suas conclusões, ele sugere que a deterioração das florestas ou uma epidemia podem ser as prováveis causas desses eventos de extinção local. Além de reportar o desaparecimento de populações da espécie, Weygoldt (1989) indica a presença de *Hylodes lateristrigatus* no estado de Espírito Santo. A distribuição da espécie se amplia consideravelmente com novos registros no estado do Espírito Santo (Tonini *et al.*, 2010; Almeida *et al.* 2011; Vrcibradic *et al.*, 2014; Ferreira *et al.*, 2019) e de Minas Gerais (Moura *et al.*, 2012; Assis & Feio, 2017; Neves *et al.*, 2017). Além da localidade-tipo, a presença de *Hylodes lateristrigatus* é também registrada em outros locais do Rio de Janeiro (Salles *et al.*, 2012; Dorigo *et al.*, 2018; Martins *et al.*, 2019).

Canedo (2008) propôs a redescrição de todas as espécies do gênero *Hylodes* conhecidas até então. A autora complementou a descrição das espécies adicionando dados morfométricos, caracteres da morfologia externa, coloração e bioacústicos. Posteriormente, Weber & Caramaschi (2013) descreveram a morfologia oral interna das larvas de *H. dactylocinus*, *H. heyeri*, *H. magalhaesi*, *H. meridionalis*, *H. phyllodes*, *H. sazimai*, *H. uai* e um espécime identificado como *H. aff. lateristrigatus*, proveniente de Santa Teresa, estado do Espírito Santo. Além disso, foram realizadas comparações entre todas as espécies do gênero que possuíam a morfologia oral previamente conhecida.

Por fim, Montesinos (2017) apresentou um estudo sobre as relações filogenéticas da família Hylodidae, utilizando fontes de dados moleculares, caracteres de morfologia interna e externa e observações das formas larvais. O trabalho estabelece relações entre populações de *Hylodes lateristrigatus* dos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais. Os resultados do estudo apontam para relações complexas entre as populações analisadas, sugerindo a necessidade de mais investigações sobre a evolução e o padrão de distribuição dessa espécie.

3.1.4 MATERIAL E MÉTODOS

Para realizar este estudo, foram examinados 31 espécimes identificados como *Hylodes lateristrigatus* depositados nas coleções herpetológicas do Museu de Zoologia João Moojen, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa (MZUFV) e do Museu Nacional do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (MNRJ). A partir dessa seleção, os exemplares foram divididos em três amostras populacionais: SBC (19 indivíduos) e SRJ (2 indivíduos), localizadas na parte sul da porção setentrional da Serra da Mantiqueira, Zona da Mata de Minas Gerais, sudeste do Brasil; e RJ (10 indivíduos), localizada na Serra do Mar, estado do Rio de Janeiro. Dessa forma, tornou-se possível examinar possíveis variações entre as populações selecionadas. Os espécimes examinados no estudo estão listados no Apêndice 1.

As amostras populacionais se distribuem nas seguintes localidades: (RJ) Teresópolis, localidade-tipo de *H. lateristrigatus* (22°24'59.6"S, 42°58'31.5"W; 871 m de altitude) e Nova Friburgo (22°17'19.4"S 42°32'02.7"W; 846 m de altitude); (SBC) Serra do Brigadeiro (20°53'30" S, 42°31'41" W; 1227 m de altitude) e Cataguases (21°23'20.7"S 42°41'35.8"W; 218 m de altitude); e (SRJ) Santa Rita de Jacutinga (22°08'56.2"S 44°05'33.2"W; 903 m de altitude) (Figura 1). As coordenadas geográficas fornecidas correspondem ao centroide das referidas localidades, exceto para a Serra do Brigadeiro, que correspondem às coordenadas do Parque Estadual da Serra Brigadeiro (PESB). As coordenadas foram ajustadas de acordo com o *datum* WGS84.

As variações morfométrica e morfológica foram caracterizadas pela análise de machos adultos provenientes das três localidades. Para a identificação do sexo dos indivíduos, foram utilizados os critérios de presença de saco vocal e fendas vocais. Indivíduos juvenis foram excluídos da análise por não possuírem suas características ainda bem desenvolvidas. Por só estarem presentes na amostra populacional RJ, as fêmeas também foram removidas das análises.

As medidas morfométricas dos exemplares adultos foram realizadas de acordo com os parâmetros estabelecidos por Heyer *et al.* (1990) e Duellman (2001), seguindo as definições de Watters *et al.* (2016). Foram aferidas doze medidas, incluindo comprimento rostro-cloacal (CRC), comprimento da cabeça (CC), largura da cabeça (LC), diâmetro do olho (DO), diâmetro do tímpano (DT), distância entre a narina e o olho (DON), distância interorbital (DIO), distância

internasal (DIN), comprimento da coxa (CCX), comprimento da tíbia (CTB), comprimento do tarso (CT) e comprimento do pé (CP). Além das medidas utilizadas nesses estudos, foram incluídas as seguintes medidas para complementar a caracterização dos espécimes: distância entre a ponta do focinho e a narina (DFN), comprimento do braço (CB), comprimento do antebraço (CAB), comprimento da mão (CM), diâmetro do disco do dedo III (DD3D) e diâmetro do disco do dedo IV (DD4D). Todas as medidas estão apresentadas na Figura 2 e registradas em milímetros.

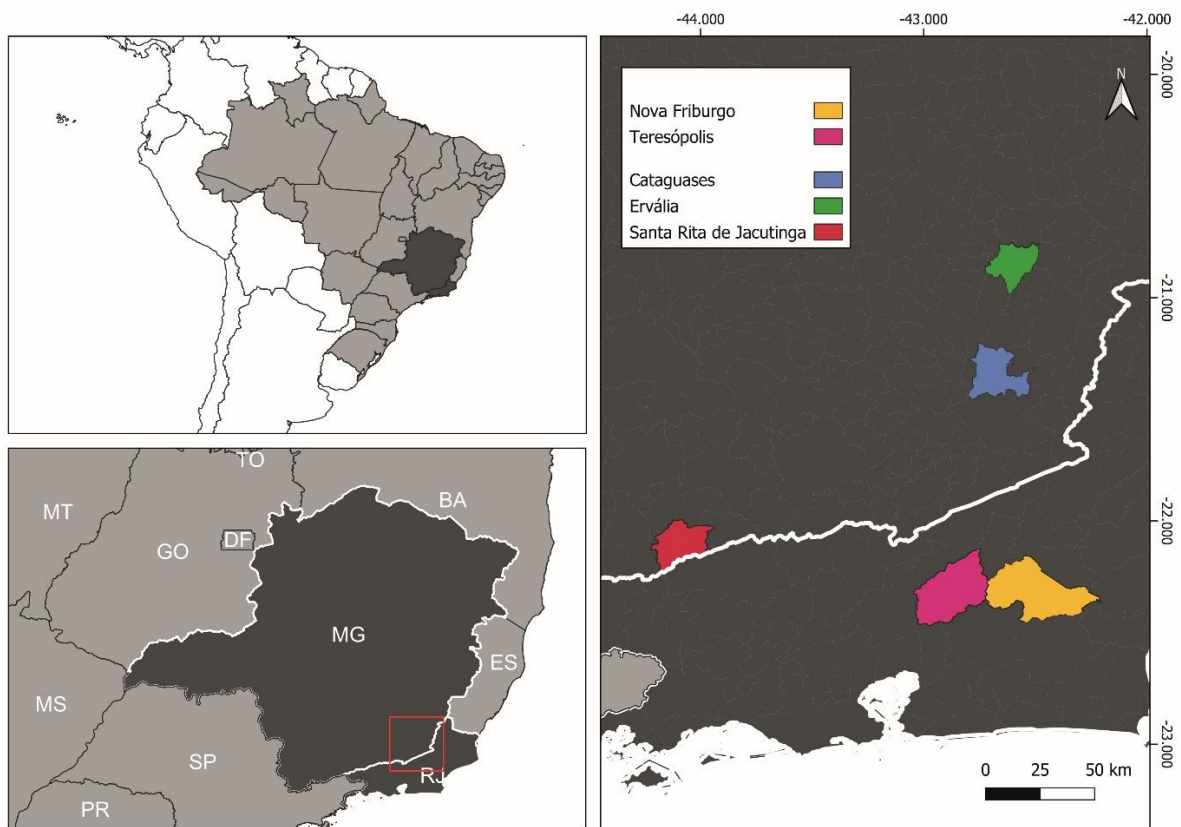


Figura 1. Distribuição geográfica das populações de *Hyloides lateristrigatus* analisadas. No mapa à direita, a linha destacada representa os limites entre os estados de Minas Gerais (acima) e Rio de Janeiro (abaixo). Ao Norte encontra-se o município de Ervália (em verde), onde se localiza parte do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB). Mais ao Sul, aparecem o município de Cataguases (em azul) e o município de Santa Rita de Jacutinga (em vermelho), que está localizado na divisa entre Minas Gerais e Rio de Janeiro. No estado do Rio de Janeiro, a cidade de Teresópolis (em rosa) está situada a leste de Santa Rita de Jacutinga, e a leste de Teresópolis, encontra-se o município de Nova Friburgo (em amarelo).

As características morfológicas foram descritas qualitativamente seguindo um padrão geralmente utilizado nos estudos de espécies do mesmo gênero (*e.g.* Canedo, 2008; de Sá *et al.*, 2015; Malagoli *et al.*, 2017). Os trabalhos de Heyer *et al.* (1990), Lynch (1971) Duellman (2001) e Kok & Kalamandeen (2008) foram utilizados como base para a definição e análise dos

caracteres. Para apresentar de maneira organizada e clara os principais caracteres, utilizou-se uma sequência numerada adotada em trabalhos como Cisneros-Heredia & McDiarmid (2007) e Pimenta *et al.* (2014). A sequência dos caracteres anatômicos utilizada para facilitar a apresentação da diagnose foi organizada da seguinte forma: cabeça e corpo (1-17), membros anteriores (18-25), membros posteriores (26-33), pele e glândulas (34-42) e coloração (43-64).

Foram descritos detalhadamente: **Cabeça e corpo:** (1) Forma do corpo; (2) Largura da cabeça/comprimento da cabeça; (3) Formato do focinho em vista dorsal e em vista lateral; (4) Narinas; (5) Canto rostral (*Canthus rostralis*); (6) Região loreal; (7) Olhos; (8) Tímpanos; (9) Diâmetro do olho/diâmetro do tímpano; (10) Lábio superior; (11) Dentes maxilares e pré-maxilares; (12) Dentes vomerianos; (13) Coanas; (14) Mandíbula inferior; (15) Língua; (16) Fendas vocais; (17) Sacos vocais. **Membros anteriores:** (18) Forma dos braços e antebraços; (19) Dedos das mãos; (20) Comprimento relativo dos dedos da mão; (21) Tubérculos subarticulares nos dedos das mãos; (22) Tubérculos metacarpais externos; (23) Tubérculos metacarpais internos; (24) Tubérculos supranumerários nas mãos; (25) Tubérculos nupciais. **Membros posteriores:** (26) Forma das pernas; (27) Dedos dos pés; (28) Comprimento relativo dos dedos do pé; (29) Tubérculos subarticulares nos dedos dos pés; (30) Tubérculos metatarsais externos; (31) Tubérculo metatarsais internos; (32) Tubérculos supranumerários nos pés; (33) Dobra tarsal. **Pele e glândulas:** (34) Presença de pregas dérmicas; (35) Aspereza da pele do dorso; (36) Aspereza da pele nos flancos; (37) Aspereza da pele na superfície ventral; (38) Aspereza da pele na superfície dorsal dos membros anteriores; (39) Aspereza da pele na superfície ventral dos membros anteriores; (40) Aspereza da pele na superfície dorsal dos membros posteriores; (41) Aspereza da pele na superfície ventral dos membros posteriores. **Coloração:** (42) Dorsal da cabeça; (43) Laterais da cabeça; (44) Íris; (45) Queixo; (46) Sacos vocais; (47) Supraescapular; (48) Dorso; (49) Flancos; (50) Inguinal; (51) Cloacal; (52) Peitoral; (53) Abdome; (54) Dorsal dos membros anteriores; (55) Ventral dos membros anteriores; (56) Dorsal das coxas; (57) Anteroventral da coxa; (58) Ventral da coxa; (59) Dorsal da tíbia; (60) Posterodorsal da tíbia; (61) Ventral da tíbia; (62) Dorsal do pé; (63) Ventral do pé.

Na descrição dos padrões de coloração dos espécimes analisados neste estudo, optou-se por considerar as variações de cor e contraste entre as diferentes partes do corpo. Essa escolha se justifica pelo fato de muitos dos indivíduos terem sido coletados há várias décadas e terem perdido sua coloração original ao longo do tempo. Em geral, os espécimes apresentam tons de marrom mais intensos ou desbotados devido a diferenças na forma de preservação. Para

padronizar a descrição das regiões corporais, adotou-se a proposta de Rakotoarison *et al.* (2017, Figura 3).

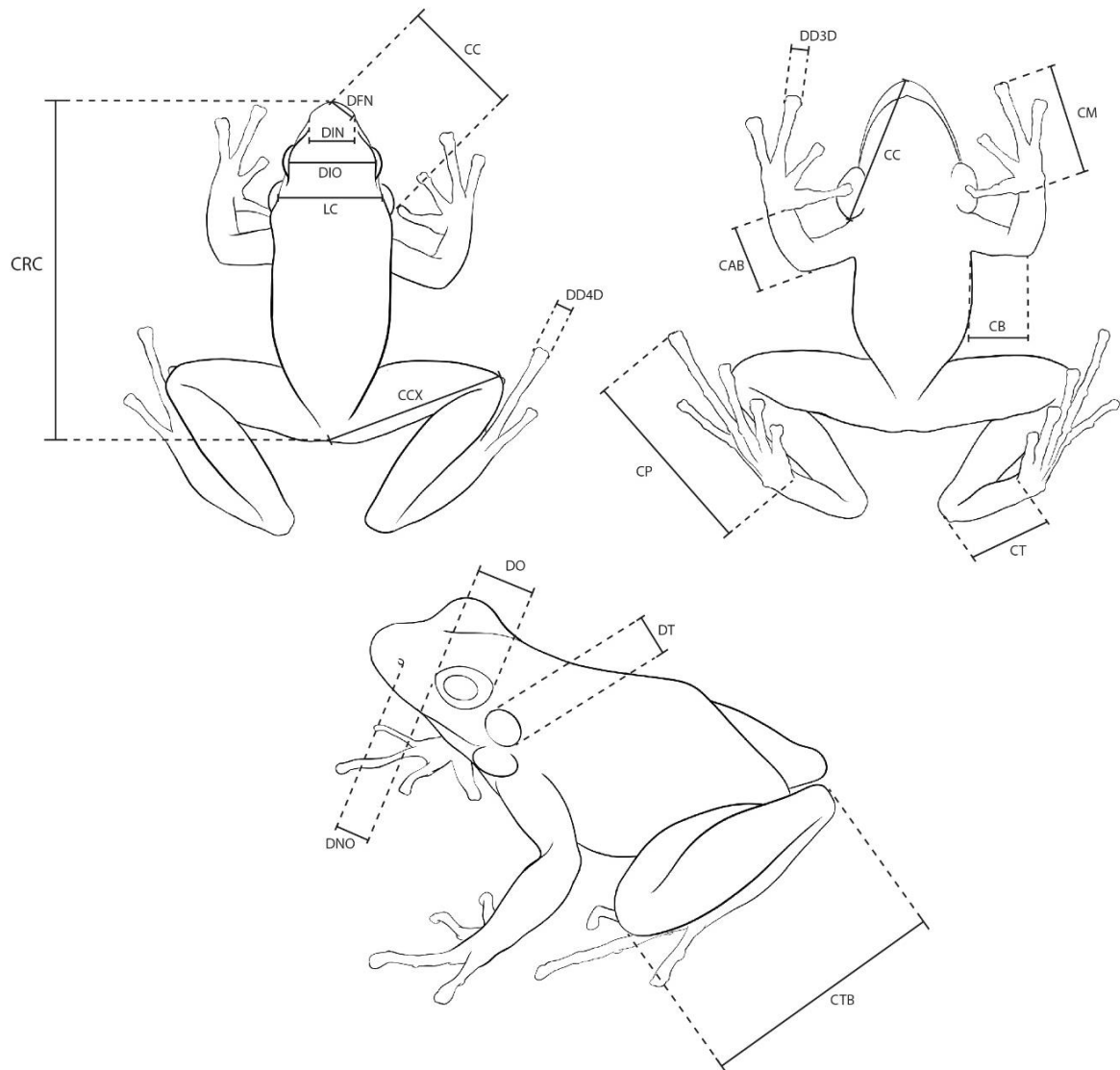


Figura 2. Esquema gráfico mostrando as medidas morfométricas aferidas no presente estudo. Medições são representadas por siglas na figura: CRC: Comprimento rostro-cloacal; CC: Comprimento da cabeça; LC: Largura da cabeça; DO: Diâmetro do olho; DFN: Distância entre a ponta do focinho e a narina; DIO: Distância interorbital; DIN: Distância internasal; DON: Distância entre a narina e o olho; DT: Diâmetro do tímpano; CM: Comprimento da mão; DD3D: Diâmetro do disco do III dedo; CAB: Comprimento do antebraço; CB: Comprimento do braço; CCX: comprimento da coxa; CTB: Comprimento da tíbia; CT: Comprimento do tarso; CP: Comprimento do pé; DD4D: Diâmetro do disco do IV dedo. Adaptado de Rakotoarison *et al.* (2017). Ilustrações: Leandro de Avelar Oliveira.

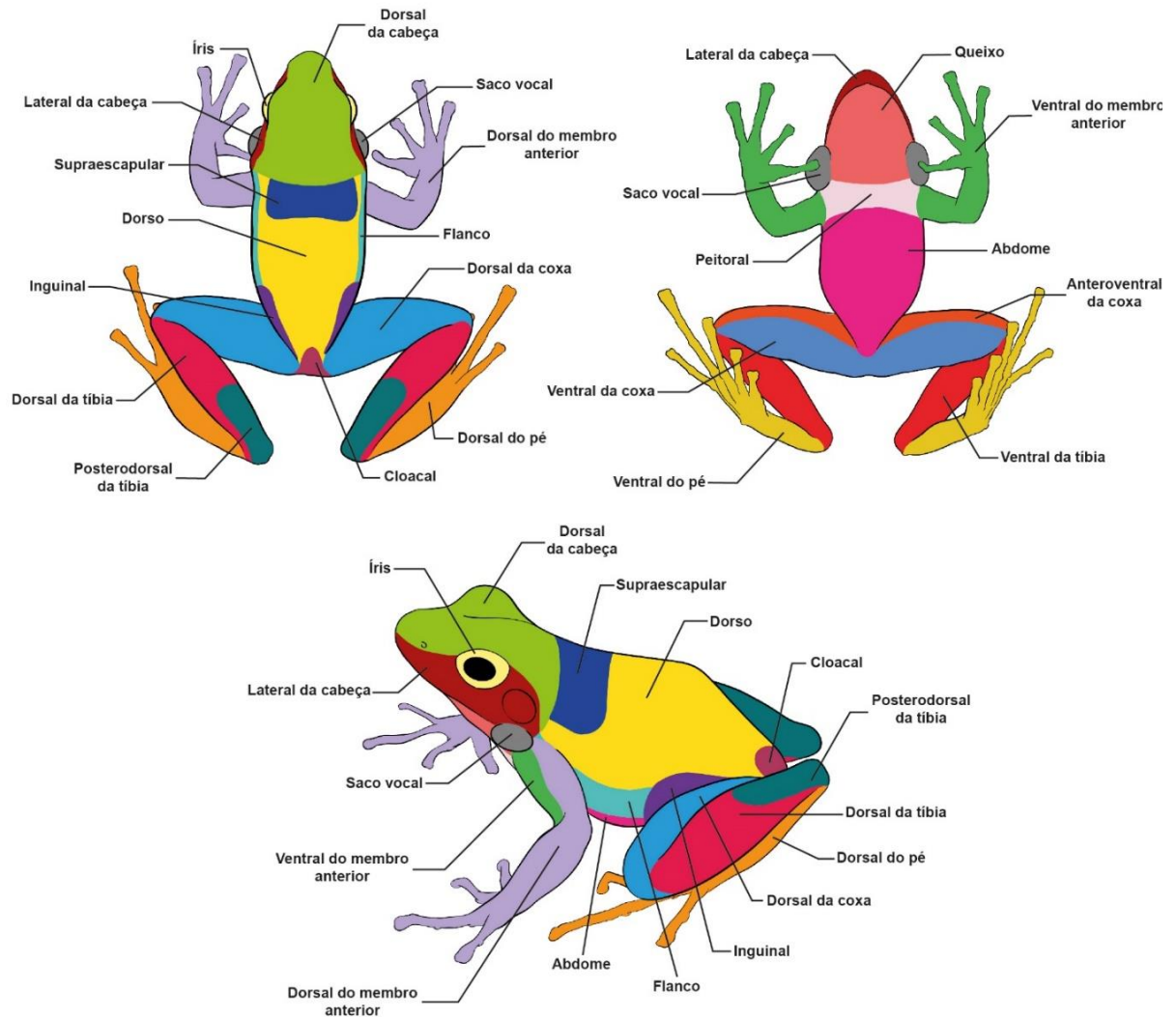


Figura 3. Esquema gráfico indicando regiões do corpo de *Hylodes* conforme referido nas descrições de coloração ao longo do manuscrito. Termos e cores se referem a regiões do corpo e não necessariamente a características anatômicas, e são usadas para simplificar o esquema de descrição de padrões de cores. Adaptado de Rakotoarison *et al.* (2017). Ilustração: Leandro de Avelar Oliveira.

O canto de anúncio de *Hylodes lateristrigatus*, foi descrito com base em três gravações fornecidas pelo Museu Nacional de História Natural Smithsonian (Smithsonian Institution, Washington, DC; USNM) por meio da Macaulay Library do Cornell Lab of Ornithology (ML). Essas gravações correspondem às utilizadas por Heyer (1982) e Heyer & Cocroft (1986) na descrição acústica do canto da espécie, registradas em Teresópolis e feitas com um gravador cassete UHER CR 134 ou *Sony* TCM 280 e um microfone *Sennheiser* K3U. Além dessas, foram utilizadas quatro gravações correspondentes a indivíduos do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro e uma gravação referente a um macho registrado em Santa Rita de Jacutinga. As gravações foram feitas com um gravador digital *Tascam* (DR-40) e analisadas com o programa *Raven Pro* v1.6.4 (Cornell Lab of Ornithology, Bioacoustics Research Program, 2023), seguindo as configurações padrão, com uma taxa de frequência de amostragem de 44,1 kHz ou 96 kHz e resolução de 16 ou 24 bits no padrão mono. Adicionalmente, as gravações utilizadas neste trabalho foram comparadas com a gravação disponível no aplicativo de celular Anfíbios da Mata Atlântica.

Os parâmetros acústicos analisados incluem a duração do canto (s), o intervalo entre cantos (s), a taxa de repetição de cantos (cantos/s), o número de notas, a duração da nota (s), o intervalo entre notas (s), a taxa de repetição de notas (notas/s), a frequência dominante (Hz), a frequência mínima (Hz) e a frequência máxima (Hz). Os resultados das análises bioacústicas foram comparados entre as populações e com dados acústicos disponíveis na literatura, sendo complementados com as variáveis ausentes nos estudos anteriores. Posteriormente, as gravações utilizadas neste estudo serão depositadas na coleção bioacústica da Fonoteca Neotropical Jacques Vielliard (FNJV). A descrição e terminologia dos parâmetros seguiram Köhler et al. (2017).

Além das análises morfológicas e bioacústicas, observações de comportamento e história natural de *Hylodes lateristrigatus* também foram registradas. Essas notas descritivas foram feitas durante gravações de campo e também durante a busca ativa por indivíduos em córregos e riachos. Essas observações incluem informações sobre a vocalização em relação ao comportamento de cortejo e territorialidade, bem como detalhes sobre o habitat e uso do espaço por essa espécie. Todas as informações coletadas foram registradas em diários de campo e serão brevemente discutidas.

3.1.5 RESULTADOS

Foram examinados um total de 31 machos adultos de *Hylodes lateristrigatus*, provenientes de localidades ao longo da Serra da Mantiqueira e topótipos. A análise morfométrica dos espécimes de SBC e SRJ mostrou similaridade entre si e com os topótipos (RJ). É possível observar variações, no entanto elas estão distribuídas por todas as populações analisadas, e não permitiram a separação dos espécimes de *Hylodes lateristrigatus*. As medidas dos 31 machos analisados de *H. lateristrigatus* são fornecidas na Tabela 1.

Os indivíduos de SRJ apresentaram um média tamanho corporal menor que as demais populações, no entanto, apresentaram membros mais compridos. Todas as populações apresentaram cabeças mais compridas do que largas sendo SBC a que apresentou maior relação (Razão = 1,33). No que se refere ao diâmetro dos olhos e tímpanos, SRJ têm as menores medidas, porém, a distância interorbital nessa população é em média maior que nas demais.

Tabela 1. Medidas morfométricas, em milímetros, dos espécimes de *Hylodes lateristrigatus* examinados. Abreviaturas: comprimento rostro-cloacal (CRC), comprimento da cabeça (CC), largura da cabeça (LC), diâmetro do olho (DO), distância entre a ponta do focinho e a narina (DFN), distância interorbital (DIO), distância internasal (DIN), diâmetro do tímpano (DT), distância entre a narina e o olho (DON), comprimento da mão (CM), diâmetro do disco do III dedo (DD3D), comprimento do antebraço (CAB), comprimento do braço (CB), comprimento da coxa (CCX), comprimento da tibia (CTB), comprimento do tarso (CT), comprimento do pé (CP), diâmetro do disco do IV dedo (DD4D), número de machos examinados (N). Os dados são apresentados como amplitude, média \pm desvio padrão.

Parâmetro	População		
	RJ	SBC	SRJ
CRC	33,69–38,95 (36,83 \pm 1,48)	30,81–37,66 (35,12 \pm 1,60)	32,81–35,24 (34,03 \pm 1,22)
CC	11,92–16,26 (13,69 \pm 1,23)	11,09–15,03 (13,17 \pm 0,88)	12,31–13,24 (12,78 \pm 0,47)
LC	10,10–11,93 (10,84 \pm 0,60)	8,64–10,70 (9,93 \pm 0,45)	10,01–10,31 (10,16 \pm 0,15)
DO	4,22–5,11 (4,60 \pm 0,26)	3,42–5,14 (4,49 \pm 0,38)	4,11–4,78 (4,45 \pm 0,34)

DFN	2,82–3,59 (3,26±0,25)	2,42–3,78 (3,24±0,36)	3,03–3,10 (3,07±0,04)
DIO	6,76–7,67 (7,12±0,30)	6,17–7,42 (6,85±0,39)	6,77–9,91 (8,34±1,57)
DIN	4,75–5,37 (4,99±0,21)	4,18–5,30 (4,80±0,26)	4,63–4,82 (4,73±0,10)
DT	2,62–3,50 (2,92±0,25)	2,50–3,91 (3,14±0,32)	2,78–2,91 (2,85±0,07)
DON	2,45–3,13 (2,76±0,25)	1,96–3,39 (2,61±0,33)	2,31–2,51 (2,41±0,10)
CM	9,35–11,91 (10,95±0,63)	9,08–11,31 (10,57±0,66)	10,41–10,58 (10,50±0,09)
DD3D	1,06–1,60 (1,34±0,16)	0,93–1,52 (1,30±0,15)	1,19–1,43 (1,31±0,12)
CAB	6,92–8,27 (7,55±0,45)	6,84–7,90 (7,23±0,30)	7,04–7,98 (7,51±0,47)
CB	5,50–8,95 (7,12±0,90)	4,75–8,16 (6,44±0,85)	6,94–7,97 (7,46±0,52)
CCX	16,64–20,59 (18,40±1,13)	14,94–18,91 (17,26±0,96)	17,78–18,26 (18,02±0,24)
CTB	19,36–22,42 (20,82±0,74)	19,36–22,42 (10,82±0,74)	20,01–20,45 (20,02±0,22)
CT	9,07–12,19 (10,42±0,78)	8,56–10,52 (9,67±0,59)	9,71–10,13 (9,92±0,21)
CP	17,03–20,32 (18,87±0,85)	10,94–19,30 (17,30±1,79)	17,03–20,32 (18,68±1,65)
DD4D	1,16–1,55 (1,40±0,13)	0,93–1,54 (1,32±0,15)	1,30–1,49 (1,40±0,10)
N	10	19	2

Os indivíduos de SBC e SRJ apresentam morfologia externa bastante semelhante com os indivíduos de RJ. Por esta razão, foi descrita uma morfologia externa geral das populações analisadas, com base no exemplar MZUFV 20153, proveniente da localidade SBC (Figuras 4 e 5):

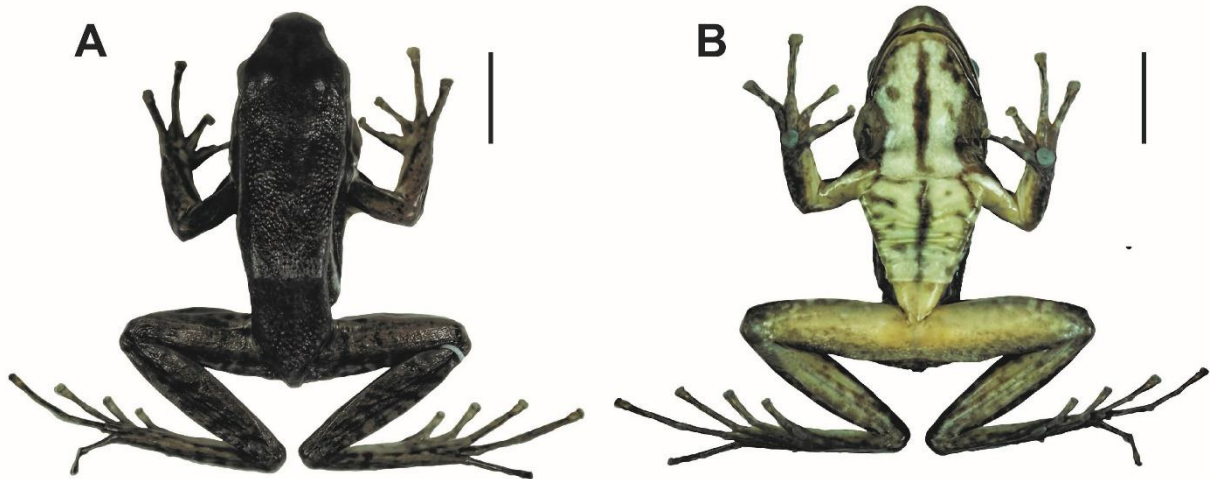


Figura 4. Acima, *Hylodes lateristrigatus* macho adulto vivo (MZUFV 20153; CRC = 36,14 mm). Fotografia tirada no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, município de Ervália, estado de Minas Gerais. Abaixo, *Hylodes lateristrigatus*. MZUFV 20153, macho adulto em vista dorsal (A) e vista ventral (B). As barras de escala horizontais equivalem a 10 mm. Fotos por Leandro de Avelar Oliveira.

Descrição geral da morfologia externa das populações analisadas: (1) Rãs de tamanho médio (Média = 36,83 mm); (2) Cabeça mais comprida do que larga (Razão = 0,78); (3) Focinho subovóide em vista dorsal e protuso em vista lateral; (4) Narinas arredondadas, pouco

protuberantes, posicionadas lateralmente e mais próximas dos olhos (Média = 2,68 mm) do que da ponta do focinho (Média = 3,11 mm); (5) *Canthus rostralis* evidente, bem marcado e pouco anguloso; (6) Região loreal côncava; (7) Olhos com pupilas arredondadas horizontalmente e membrana palpebral não-pigmentada; (8) Tímpanos arredondados e evidentes; (9) Diâmetro do olho maior que o diâmetro do tímpano (Razão = 0,64); (10) Fileira única de tubérculos que percorre todo o lábio superior; (11) Dentes maxilares e pré-maxilares presentes, encobertos pelo lábio; (12) Dentes vomerianos evidentes, localizados em dois pequenos tubérculos oblíquos e arredondados situados entre as coanas; (13) Coanas de formato arredondado posicionadas na região anterolateral do rosto; (14) Mandíbula inferior arredondada; (15) Língua de formato ovoide que ocupa quase todo o assoalho da boca; (16) Fendas vocais ocultas por prega longitudinal; (17) Saco vocal duplo, ventro-lateral, amplamente expandido; (18) Braços e antebraços esguios; (19) Os dedos não possuem membranas interdigitais, porém possuem franjas laterais que se estendem dos tubérculos subarticulares proximais (basais) até os discos na ponta dos dedos, os quais apresentam formato arredondado em vista ventral, escudos bem-desenvolvidos na superfície dorsal e não atingem o tamanho do tímpano; (20) Comprimentos relativos dos dedos: III>IV>I>II; (21) Tubérculos subarticulares arredondados e simples: I (1), II (1), III (2), IV (2); (22) Tubérculo metacarpal externo arredondado, maior que o tubérculo metacarpal interno; (23) Tubérculo metacarpal interno elíptico; (24) Tubérculos supranumerários ausentes; (25) Tubérculos nupciais ausentes; (26) Pernas mais robustas que os braços e o comprimento da tíbia (Média = 20,82 mm) é maior que o comprimento da coxa (Média = 18,40 mm); (27) Os dedos dos pés apresentam membranas interdigitais muito reduzidas, localizadas apenas na base, franjas dérmicas laterais se estendem da base dos dedos até os discos nas pontas dos dedos e no caso do artelho V, a franja ultrapassa o tubérculo subarticular proximal, além disso, as pontas dos dedos são dilatadas em discos elípticos em vista ventral e a superfície dorsal dos discos apresenta escudos bem-desenvolvidos com sulco medial evidente; (28) Comprimento relativo dos dedos do pé: IV>III>V>II>I; (29) Tubérculos subarticulares arredondados e simples: I (1), II (1), III (2), IV (3), V (2); (30) Tubérculo metatarsal externo proeminente, arredondado e menor que o interno; (31) Tubérculo metatarsal interno elíptico; (32) Tubérculos supranumerários ausentes nos pés; (33) Dobra tarsal muito desenvolvida contínua com a fimbria do lado interno do dedo I quase atingindo o calcanhar; (34) Pregas dérmicas transversais presentes na região peitoral (torácica) e na região inguinal, prega pouco distinta na axila do braço, prega supratimpânica distinta, estendendo-se do olho até o início do braço e uma prega dorsolateral contínua, pouco proeminente, que se estende do olho até a região inguinal; (35) Pele do dorso praticamente lisa na porção anterior com

granulosidade aumentando progressivamente em direção à cloaca; (36) Pele dos flancos menos granulosa que o dorso; (37) Superfície ventral lisa; (38) Superfície dorsal dos membros anteriores lisa, semelhante à do dorso; (39) Superfície ventral dos membros anteriores semelhante à do ventre; (40) Superfície dorsal das pernas granulosa, com a presença de pequenas estrias longitudinais mais numerosas na região da tíbia; (41) Superfície ventral dos membros posteriores finamente granular próximo à cloaca nas faces posteroventral, ventral das coxas e lisa no restante das partes; (42) Superfície dorsal da cabeça variegada apresentando coloração marrom com manchas escuras e outras claras mais concentradas na linha medial do corpo; (43) Lateral da cabeça mais escura que o do dorso e delimitada por duas linhas brancas, que partem da ponta do focinho; linha branca superior ultrapassa a região lateral da cabeça enquanto a linha inferior se estende da ponta do focinho, contorna o lábio superior até o ombro, tímpano de cor marrom semelhante a lateral da cabeça, contornos inferior e superior dos olhos mais claros que a cor da cabeça e margem do lábio superior escura até se encontrar com linha branca da região inferior; (44) Íris de cor escura com faixa clara na região superior; (45) Queixo de coloração predominantemente branca com manchas escuras irregulares, linha medial escura que se estende da extremidade anterior do lábio anterior até o abdome e lábio inferior com borda clara, da mesma cor predominante na região ventral até atingir faixa marrom irregular que contorna o queixo e alcança os membros anteriores; (46) Saco vocal marrom, semelhante a cor do flanco; (47) Região supraescapular marrom com manchas escuras e outras claras mais concentradas na linha medial do corpo; (48) Dorso marrom com manchas escuras e outras claras mais concentradas na linha medial do corpo, duas linhas brancas partem da ponta do focinho, percorrem a margem da cabeça e do dorso, passando sobre os olhos, membros anteriores, flancos, região inguinal e terminam na base da coxa; (49) Região dos flancos mais escura que o dorso, limitada em sua porção superior por linha branca que sai de trás do olho; na parte inferior, a coloração torna-se irregular até se misturar na forma manchas com a coloração clara do abdome; (50) Região inguinal apresentando coloração semelhante a dos flancos; (51) Região cloacal variegada apresentando coloração marrom com manchas escuras; (52) Região peitoral de coloração predominantemente branca com manchas escuras e irregulares, linha medial escura que se estende anteriormente até o queixo e posteriormente até o abdome; (53) Região do abdome de coloração predominantemente branca com manchas escuras e irregulares, linha medial escura que se inicia no queixo; (54) Superfície dorsal dos membros anteriores levemente mais claras que o dorso, pouco manchada, sem barras escuras, face anterior do braço com faixa longitudinal ventral escura que termina na articulação do braço e linha clara fina logo acima dessa faixa escura, superfície dorsal das mãos semelhantes a cor dos braços, manchada por

padrões irregulares claros e escuros; (55) Superfície ventral dos membros anteriores clara no braço e na porção interna do antebraço, escura na porção externa e próximas dos punhos com manchas mais claras na face externa antebraço, palma das mãos claras com padrão variegado de manchas mais escuras; (56) Superfície dorsal das coxas mais clara que a do dorso, face anterior com linha longitudinal escura ventral evidente e linha clara dorsal pouco marcada, porção anterodorsal da coxa com poucas manchas escuras e posterodorsal coberta de manchas escuras; (57) Superfície anteroventral das coxas clara com pequenas manchas escuras próximas dos joelhos; (58) Superfície ventral da coxa predominantemente clara com manchas escuras na porção posterior; (59) Superfície dorsal da tíbia com manchas escuras não muito definidas restritas à metade posterior; (60); (61) Superfície ventral da tíbia clara com manchas escuras de contorno irregular; (62) Superfície dorsal dos pés semelhante a cor das pernas com face posterodorsal com manchas escuras não muito definidas, superfície dorsal do tarso semelhante a cor das pernas com face posterodorsal com manchas escuras não muito definidas; (63) Face ventral dos pés mais escuras que região do tarso, com padrão variegado de manchas mais escuras.

Dentre todos os indivíduos analisados, foram observadas variações em alguns caracteres. O número de dentes vomerianos variou tanto em relação à quantidade presente em cada lado da boca, como entre os indivíduos (2 - 6 dentes). Além disso, alguns indivíduos apresentaram língua de formato ovoide com entalhe na margem posterior, enquanto outros não apresentaram esse entalhe, e o espaço que a língua ocupava no assoalho da boca também variou, embora nunca fosse menor do que o espaço não coberto por ela. Em relação aos comprimentos relativos dos dedos das mãos, a fórmula geralmente seguia $III > IV > I > II$, mas em alguns indivíduos o dedo IV tinha tamanho semelhante ao do dedo I. De forma semelhante, os comprimentos relativos dos dedos dos pés geralmente seguiam a fórmula $IV > III > V > II > I$, mas em alguns exemplares o dedo III tinha tamanho semelhante ao do dedo V. É importante ressaltar que nenhum desses caracteres foi exclusivo de apenas uma dessas populações.

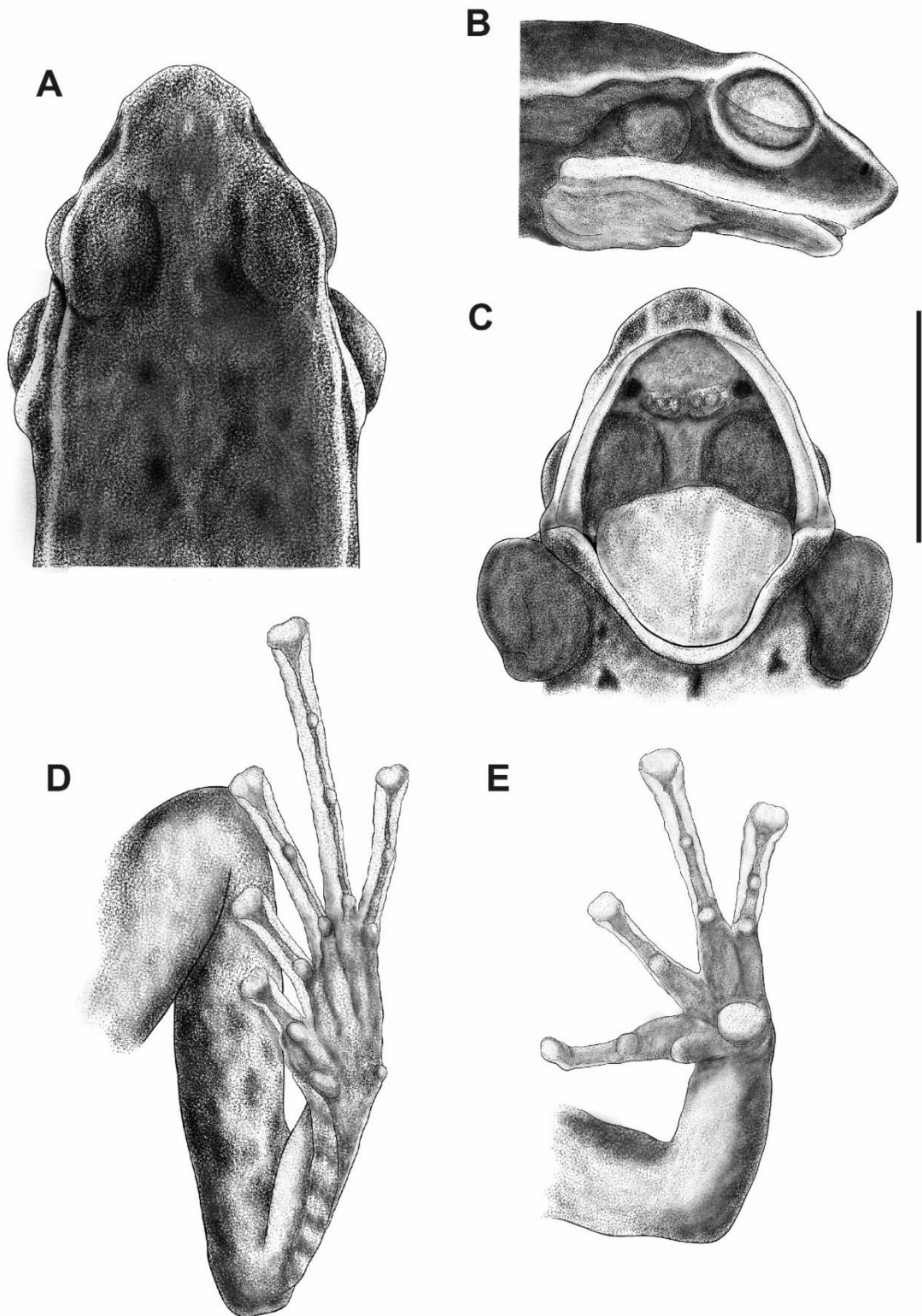


Figura 5. *Hylodes lateristrigatus*, MZUFV 20153, macho adulto em vista dorsal (A) e lateral da cabeça (B), interior da boca (C) e vista ventral do pé esquerdo (D) e da mão esquerda (E). A barra de escala equivale a 10 mm. Ilustrações por Leandro de Avelar Oliveira.

O canto de anúncio de *Hylodes lateristrigatus* apresenta uma duração intermediária quando comparado com outras espécies do gênero, apesar da alta variabilidade desse parâmetro. Aqui, foram analisadas 8 gravações: 3 machos de RJ (15 cantos, 249 notas e 233 intervalos); 4 machos de SBC (20 cantos, 351 notas e 331 intervalos) e 1 macho de SRJ (5 cantos, 67 notas e 62 intervalos). Variações entre os parâmetros acústicos foram encontradas nas três populações, mas as faixas se sobrepõem entre as amostras das três localidades. A Tabela 2 resume os dados comparativos sobre os cantos de anúncio disponíveis na literatura e obtidos nesse trabalho. Em todas as populações, a frequência dominante se encontra no segundo harmônico (Figura 6).

Tabela 2. Parâmetros acústicos dos cantos de anúncio de *Hylodes lateristrigatus* de Teresópolis e Nova Friburgo, Rio de Janeiro (RJ); Serra do Brigadeiro e Cataguases, Minas Gerais (SBC) e Santa Rita de Jacutinga, Minas Gerais (SRJ). Os dados são apresentados como amplitude, média \pm desvio padrão. (*) Dados retirados de Heyer & Cocroft (1986).

Parâmetro	RJ*	RJ	SBC	SRJ
Duração do canto (s)	1.3–1.6	0,37–3,67 (2,05 \pm 0,91)	1,30–2,09 (1,82 \pm 0,19)	1,23–1,44 (1,37 \pm 0,09)
Intervalo entre cantos (s)	–	2,96–5,32 (4,24 \pm 0,71)	4,27–9,22 (5,76 \pm 1,39)	2,67–3,75 (3,18 \pm 0,44)
Taxa de repetição de cantos (cantos/s)	–	0,15–0,26 (0,19 \pm 0,06)	0,13–0,18 (0,16 \pm 0,02)	0,26
Número de notas	12–13	4,00–29,00 (16,60 \pm 0,71)	13,00–20,00 (17,55 \pm 1,99)	12,00–14,00 (13,40 \pm 0,89)
Duração da nota (s)	0.05–0.07	0,04–0,07 (0,05 \pm 0,01)	0,03–0,05 (0,05 \pm 0,005)	0,03–0,05 (0,04 \pm 0,004)
Intervalo entre notas (s)	–	0,05–0,22 (0,08 \pm 0,01)	0,04–0,10 (0,07 \pm 0,01)	0,05–0,10 (0,06 \pm 0,01)
Taxa de repetição de notas (notas/s)	8–9	7,64–10,78 (8,39 \pm 0,88)	8,69–10,41 (9,65 \pm 0,52)	9,72–9,82 (9,77 \pm 0,04)
Frequência dominante (Hz)	3700–4300	3000,00–3937,50 (3632 \pm 266,83)	3186,91–4031,25 (3549,22 \pm 211,85)	3273,00–3703,70 (3582,85 \pm 121,88)
Frequência mínima (Hz)	–	187,50–3750,00 (3197,45 \pm 583,16)	86,13–3750,00 (2172,84 \pm 802,32)	86,10–3359,20 (2778,09 \pm 952,11)
Frequência máxima (Hz)	–	3562,50–4125,00 (3894,58 \pm 235,12)	3445,31–5770,90 (3838,34 \pm 205,04)	3359,20–3962,10 (3789,84 \pm 119,02)

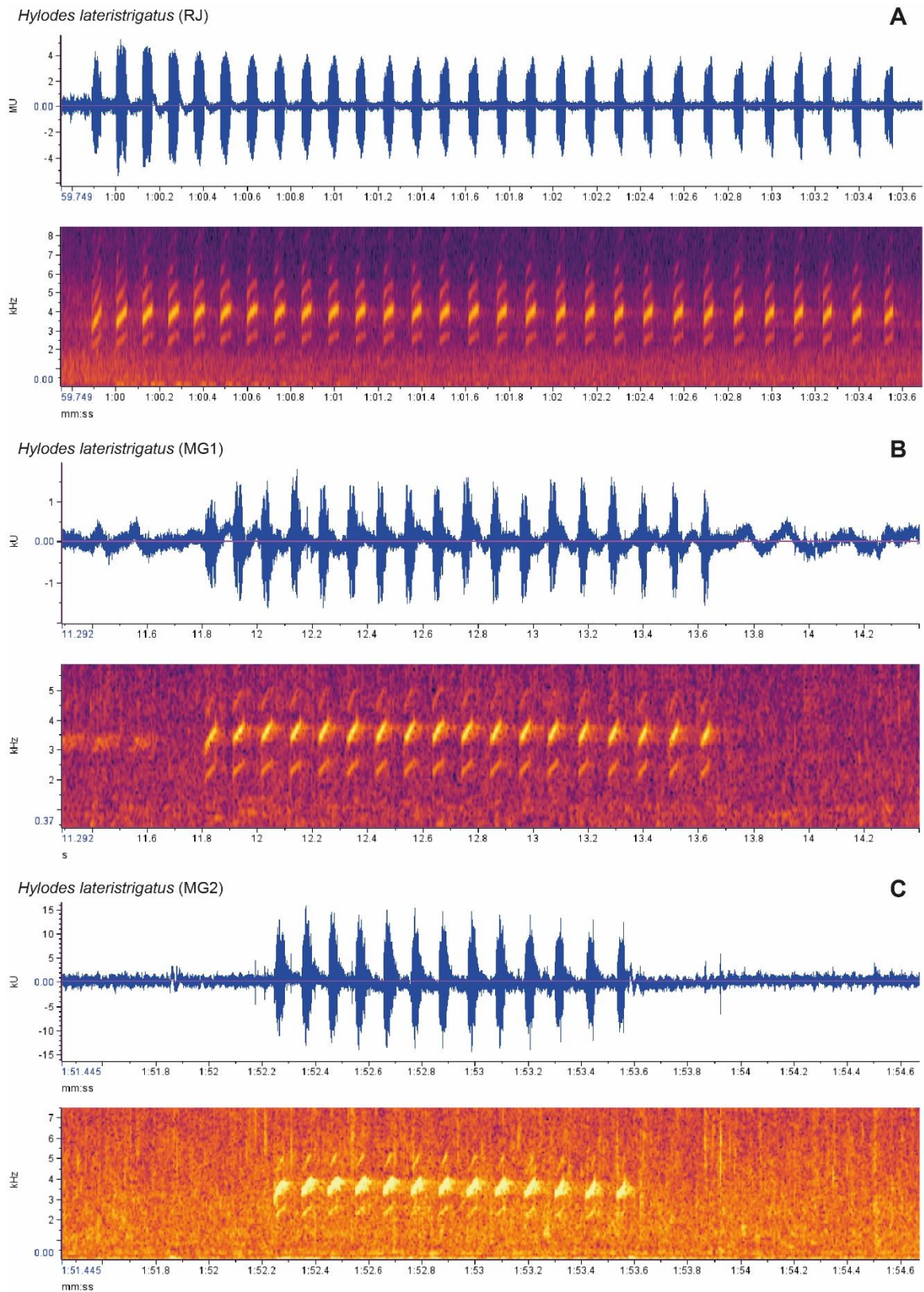


Figura 6. Cantos de anúncio de *Hylodes lateristrigatus*, representados por oscilogramas (acima) e espectrogramas (abaixo) para cada uma das três populações do estudo: Teresópolis (A), PESB (B) e Santa Rita de Jacutinga (C). Os oscilogramas mostram as variações na amplitude do som ao longo do tempo, enquanto os espectrogramas exibem a distribuição de frequência do canto.

O canto de *Hylodes lateristrigatus* em todas as populações é caracterizado como um "trinado", composto por uma série de notas com estrutura harmônica e modulação ascendente. Na população RJ, o canto tem uma duração média de 2,05 segundos e intervalos de 4,24 segundos, sendo emitido a uma taxa média de 0,19 cantos por segundo. Ele é composto por uma série de 4 a 29 notas, cada uma com frequência dominante entre 3000 e 3937,5 Hz, emitidas a uma taxa média de 8,39 notas por segundo e com duração individual de 0,04 a 0,07 segundos. Já na população SBC, o canto tem uma duração média de 1,82 segundos e intervalos de 5,76 segundos, sendo emitido a uma taxa média de 0,16 cantos por segundo. Ele é composto por uma série de 13 a 20 notas, cada uma com frequência dominante entre 3186,9 e 4031,2 Hz, emitidas a uma taxa média de 9,65 notas por segundo e com duração individual de 0,03 a 0,05 segundos. Por fim, na população SRJ, o canto tem uma duração média de 1,37 segundos e intervalos de 3,18 segundos, sendo emitido a uma taxa média de 0,26 cantos por segundo. Ele é composto por uma série de 12 a 14 notas, cada uma com frequência dominante entre 3273 e 3703,7 Hz, emitidas a uma taxa média de 9,77 notas por segundo e com duração individual de 0,03 a 0,05 segundos.

Os indivíduos das populações SBC e SRJ foram observados durante o dia em ambientes reofilicos, ou seja, em ambientes de rios de águas rápidas. Esses ambientes eram cercados por uma vegetação geralmente composta por arbustos e árvores de pequeno e médio porte. Os habitats eram típicos de floresta estacional semidecídua, com riachos estreitos e fundo arenoso, coberto por folhagem e pequenas pedras, dentro de matas de galeria.

Durante períodos de chuvas mais intensas, os adultos foram avistados em menor quantidade, possivelmente evitando as correntezas de água rápida. Os machos dessas populações foram registrados vocalizando em pedras e raízes próximas às margens dos riachos. Geralmente, a vocalização ocorria em rochas emergentes no meio dos riachos, raízes expostas sobre os cursos d'água ou, com menos frequência, nas margens próximas às águas relativamente rápidas. Quando perturbados, eles tendiam a se esconder em pequenas tocas próximas ou a saltar para a água, retornando à sua posição original após alguns minutos, caso os observadores permanecessem imóveis e em silêncio. No entanto, após a utilização da técnica de *playback*, um indivíduo observado em Cataguases exibiu comportamento territorial de sinalização visual nunca antes registrado em *Hylodes lateristrigatus* (ver capítulo 2).

3.1.6 DISCUSSÃO

Hylodes lateristrigatus foi distinguido por Baumann (1912) das outras espécies descritas pelo seu tamanho mediano; linha branca que parte da ponta do focinho, passa pelo lábio superior, atinge o ombro e, na maioria dos casos, termina na articulação do cotovelo; padrão irregular de manchas escuras na região ventral que se unem na seção frontal para formar uma faixa longitudinal central indistinta; e linha escura nas coxas, não formando barras. Observamos que, com apenas esses caracteres não é possível observar diferenças entre as populações de *H. lateristrigatus* analisadas. Da mesma forma, esses caracteres não se mostraram adequados para separar a espécie das outras espécies alocadas no grupo *H. lateristrigatus*, proposto por Heyer (1982), como anteriormente discutido por Pombal *et al.* (2002). Desde então, muitas espécies de *Hylodes* foram descritas e novos caracteres foram incluídos nessas descrições (*e.g.* Lingnau *et al.* 2008; Silva & Benmaman. 2008; de Sá *et al.* 2015; Malagoli *et al.* 2017). A integração desses novos caracteres com outros elementos taxonômicos, como a bioacústica, ao descrever uma espécie, possibilita uma ampliação da compreensão e um aperfeiçoamento da sua diagnose.

Os estudos morfométricos, morfológicos e acústicos realizados aqui indicam que SBC, SRJ e RJ são populações de *Hylodes lateristrigatus*. Embora existam variações nessas populações em termos de tamanho corporal, coloração da pele e vocalização, essas diferenças estão presentes em indivíduos de todas as populações analisadas. Com o conjunto de dados aqui analisados, as variações observadas não foram suficientes para classificar essas populações como espécies distintas, indicando que elas podem representar variações intraespecíficas. No entanto, a presença de espécies crípticas e o número limitado de exemplares na amostra SRJ suscitam a necessidade de uma análise mais ampla dessa população, bem como o uso de outras fontes de dados, como informações sobre girinos e análises moleculares, para corroborar ou refutar os resultados obtidos neste estudo.

Moura *et al.* (2012) e Assis & Feio (2017) identificaram uma das espécies de *Hylodes* que ocorrem no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro e Cataguases, respectivamente, como *H. lateristrigatus*. A análise dos espécimes coletados nessas localidades e depositados na coleção herpetológica do MZUFV permitiu concluir que todos são conspecíficos com *H. lateristrigatus*. Essa conclusão é suportada pelas comparações feitas entre esses espécimes e os topótipos (RJ) de *H. lateristrigatus*, utilizando os caracteres propostos neste trabalho.

Ao comparar nossas observações da espécie *Hylodes lateristrigatus* com a descrição de Baumann (1912) e outros estudos que descrevem a espécie (e.g. Miranda-Ribeiro, 1982 e Lutz, 1930), notamos uma certa subjetividade na descrição de algumas características, além da ausência de caracteres que julgamos importantes para complementar a descrição dos espécimes. Entretanto, encontramos concordância entre as descrições de SBC e SRJ e os resultados obtidos por Canedo (2008), que também estão de acordo com a descrição da população RJ realizada no presente estudo. Esses resultados apontam para a importância de uma descrição mais objetiva e abrangente da espécie, visando estabelecer uma base sólida para futuras investigações e estudos comparativos com espécies relacionadas a *H. lateristrigatus*.

Com relação ao material-tipo, não foram encontradas referências diretas ao holótipo. O sítipo dessa espécie, registrado como ZSM 24/1923 na Zoologische Staatssammlung München, está perdido (Glaw & Franzen, 2006). No entanto, Güntert *et al.* (1993) mencionam sete sítipos existentes no Naturhistorische Museum, Bern (NMBE). A literatura disponível fornece apenas uma medida referente ao holótipo da espécie, que é o comprimento rostro-cloacal do exemplar (CRC = 38,90 mm). Essa medida foi obtida por Heyer (1982) a partir de uma prancha ilustrada em tamanho natural contida na descrição original. Sendo assim, não foi possível realizar comparações com as medidas do holótipo. Por esta razão, para obter comparações mais precisas, foram analisados exemplares provenientes da localidade-tipo da espécie.

As três populações de *Hylodes lateristrigatus* analisadas seguem o padrão do gênero, apresentando um corpo delgado de tamanho intermediário. Neste estudo, a faixa de tamanho corporal médio se sobrepõe entre elas (conforme mostrado na Tabela 1). Além disso, as proporções do comprimento dos membros em relação ao tamanho corporal, comprimento do focinho em relação ao comprimento da cabeça e diâmetro do tímpano em relação ao diâmetro do olho não mostram grandes diferenças entre as populações estudadas. No entanto, é importante destacar que os indivíduos da população SRJ são menores em tamanho, um caractere que foi usado por Heyer (1982) para diferenciar *Hylodes lateristrigatus* de *Hylodes charadranaetes*. Levando isso em consideração, enfatizamos a importância de realizar estudos com um maior número de indivíduos provenientes de Santa Rita de Jacutinga.

Como dito anteriormente, os indivíduos analisados são muito semelhantes entre si em relação a sua morfologia externa. A principal diferença entre os indivíduos está relacionada a coloração da região ventral, que pode variar na quantidade de manchas escuras presentes.

Características como o formato da língua e seu tamanho em relação ao assoalho da boca e o comprimento relativo dos dedos dos membros também apresentaram diferenças em alguns poucos exemplares. Ressaltamos a presença do que aparenta ser uma prega, aqui descrita como de prega dérmica transversal na região inguinal, que não consta em nenhuma das descrições existentes para *Hylodes lateristrigatus*. Esse caractere foi observado em todos os indivíduos analisados.

Heyer & Cocroft (1986) descreveram o canto de *Hylodes lateristrigatus* como um "trinado" composto por uma série de 12 a 13 notas de estrutura harmônica, com duração média de 1,3 a 1,6 segundos. Cada nota consiste em um assóvio de modulação ascendente, harmônica e frequência dominante entre 3700 e 4300 Hz, emitidas a uma taxa entre 8 e 9 notas por segundo, com duração individual de 0,05 a 0,07 segundos. Neste estudo, utilizamos os mesmos cantos nas análises e, ao comparar nossos resultados com os obtidos por Heyer & Cocroft (1986), observamos algumas diferenças. Em nossa análise, o canto apresentou uma duração média de 2,05 segundos e intervalos de 4,24 segundos, sendo emitido a uma taxa média de 0,19 cantos por segundo. Ele é composto por uma série de 4 a 29 notas, cada uma com frequência dominante entre 3000 e 3937,5 Hz, emitidas a uma taxa média de 8,39 notas por segundo e com duração individual de 0,04 a 0,07 segundos.

Foram constatadas diferenças entre as populações de *Hylodes lateristrigatus* em relação aos seus parâmetros acústicos. a população SRJ apresentou um menor número médio e menor amplitude de notas por canto, notas mais curtas e intervalos mais curtos entre as notas em comparação com as outras populações. É importante ressaltar, no entanto, que mesmo com essas diferenças, os parâmetros temporais se sobrepõem bastante nas populações estudadas. Características que, segundo Köhler *et al.*, (2017), são comumente usadas para diagnosticar espécies de anuros.

A variação intraespecífica no canto de anúncio já foi relatada em diversas espécies de anfíbios. Essas variações podem estar relacionadas a fatores como isolamento geográfico e genético (Heyer & Reid, 2003), variações morfológicas na laringe e ouvido (McClelland *et al.*, 1998), tamanho corporal (Castellano *et al.*, 2002) e temperatura do ar (Guimarães & Bastos, 2003). Normalmente, o contexto social é a variável mais facilmente observável para interpretar a ocorrência de variação dentro das populações (*e.g.* Abrunhosa & Wogel, 2004). Em outro exemplo, Pimenta *et al.* (2008) relatam que durante uma interação agonística entre dois machos de *Crossodactylus trachystomus*, espécie que também pertence à Hylodidae, os chamados

agressivos emitidos pelo macho residente em direção ao invasor foram precedidos por cantos de anúncio muito mais longos.

Entre as espécies de *Hylodes* esse padrão também se repete. Cantos de anúncio são descritos para todas as espécies do gênero, exceto *H. mertensi* (a qual não foi encontrada descrição do canto de anúncio e não há certeza sobre sua existência), *H. glaber* e *Hylodes vanzolinii*, únicas duas espécies do gênero que não vocalizam, de acordo com Heyer (1982). A comparação dos parâmetros acústicos e sua variação dentro de uma mesma espécie pode ser difícil, já que as descrições geralmente são baseadas em um ou poucos espécimes (Pimenta *et al.*, 2008). Isso torna a interpretação da ocorrência de variação dentro das populações um desafio. No entanto, estudos comparativos ajudam a compreender melhor as relações entre os parâmetros acústicos, o contexto social e ambiental em que eles ocorrem.

No gênero *Hylodes*, a frequência dominante do canto é encontrada no terceiro harmônico na maioria das espécies (Haddad & Giaretta, 1999; Lingnau & Bastos, 2007; Lingnau *et al.*, 2013). A descrição do canto de *H. lateristrigatus* de Heyer (1982) não apresenta essa informação, porém nossas análises mostraram que, nas três populações estudadas, a frequência dominante está situada no segundo harmônico (Figura 6). Exceções já haviam sido relatadas em duas espécies: *H. phyllodes* (Hartmann *et al.*, 2006), onde a frequência dominante também foi encontrada no segundo harmônico, e *H. cardosoi* (Lingnau *et al.*, 2008), onde a energia do segundo e terceiro harmônicos foi aproximadamente a mesma em alguns cantos. Esse padrão não é comum para o gênero, mas é observado em espécies do gênero *Crossodactylus*, onde a frequência dominante pode estar localizada no segundo, terceiro ou tanto no segundo quanto no terceiro harmônicos, podendo ainda mudar dentro de um canto (Pimenta *et al.*, 2008). Além disso, Lacerda *et al.* (2022), comentam que a presença de harmônicos em *Crossodactylus* pode variar dependendo da qualidade das gravações. Os autores consideram que *C. timbuhy* não possui harmônicos, mas sim *sideband artifacts*.

Essas variações na frequência dominante dentro da família Hylodidae podem estar relacionadas a diferenças na morfologia do sistema vocal ou tamanho corporal, uma vez que a frequência do som é um sinal importante na comunicação acústica entre indivíduos (Köhler, 2017). As diferenças podem estar relacionadas ainda a fatores ambientais, como o nível de ruído do ambiente (Haddad & Giaretta, 1999). Espécies diurnas que habitam riachos de correnteza possuem características em sua vocalização que permitem que elas se comuniquem em um ambiente acústico livre de ruído produzido pela água (Hartmann *et al.*, 2006). O canto de

espécies, como *Hylodes lateristrigatus*, possui uma frequência dominante acima do ruído do riacho, ou seja, acima de 3,5 kHz (discussão sobre as frequências do canto de *Hylodes* acima do barulho da água em Vielliard & Cardoso, 1996).

Para se comunicar a grandes distâncias em ambientes barulhentos, o canto de anúncio dessas espécies e de outras que vivem em ambientes ruidosos precisa se destacar do barulho da água e se propagar com o mínimo de interferência possível (Hartmann *et al.*, 2006). Isso é possível graças a notas curtas e simples que se concentram em uma faixa temporal estreita acima do barulho de fundo do ambiente, sendo ritmicamente separadas dentro de sequências com intervalos iguais ou maiores que a duração das notas (Dubois & Martens, 1984, Vielliard & Cardoso, 1996). Esse padrão também é observado em outras espécies de *Hylodes* (*e.g.* Heyer, 1982; Haddad & Pombal, 1995; Haddad *et al.*, 1996; Haddad & Giaretta, 1999; Nascimento *et al.*, 2001, Wogel *et al.*, 2004) e em *Crossodactylus caramaschii* (Bastos & Pombal, 1995), que também habitam riachos de correnteza.

Embora a história de vida das espécies de *Hylodes* não tenham sido adequadamente investigadas, sua biologia reprodutiva provavelmente influenciou a diversificação ao longo da Mata Atlântica, porque esse gênero está fortemente associado a riachos rápidos, comuns nessa formação (*e.g.* Nascimento *et al.* 2001; Pombal *et al.* 2002; Lingnau *et al.*, 2008). Além disso, dado o alto nível de endemismo da Mata Atlântica (Carnaval & Moritz, 2008) e a tendência crescente da descoberta de novas espécies de hilodídeos (Laia e Rocha, 2012), uma compreensão da diversidade taxonômica de *Hylodes* é claramente incompleta.

Após uma análise cuidadosa das vocalizações de *Hylodes* registradas no aplicativo de celular Anfíbios da Mata Atlântica, desenvolvido por Toledo *et al.* (2021), constatamos que a gravação referida a *H. lateristrigatus* não correspondia às vocalizações compiladas no presente trabalho. Inicialmente, consideramos a possibilidade de que os autores estivessem disponibilizando outro tipo de canto emitido pela espécie, mas posteriormente identificamos que a gravação se assemelhava mais ao canto de *Hylodes charadranaetes*. Esse equívoco pode ter ocorrido devido à similaridade entre as duas espécies, que coocorrem em Teresópolis, apesar de suas vocalizações serem bastante distintas (ver Heyer & Cocroft, 1986).

Foram registradas informações sobre comportamento, uso do habitat e territorialidade, que já haviam sido observados em outras espécies de *Hylodes*. Por exemplo, Furtado *et al.* (2019) observaram que machos de *H. meridionalis* interrompendo a emissão de sons e saltando na água ao perceberem a aproximação dos pesquisadores às margens do riacho, e retornando à

sua posição original após alguns minutos se os observadores permanecessem imóveis e em silêncio. Esse comportamento pode estar relacionado à defesa do território e também foi observado também em machos de *H. lateristrigatus*. Durante a estação reprodutiva, os machos do gênero *Hylodes* exibem comportamento territorial e emitem vocalizações para atrair as fêmeas. Eles estabelecem e defendem seus territórios contra a presença de outros machos (ver Caldart *et al.*, 2014; de Sá *et al.*, 2016; Furtado *et al.*, 2019). Sinalizações visuais e comportamentos relacionados a defesa territorial foram registrados pela primeira vez em *H. lateristrigatus* e serão abordados com mais detalhes posteriormente neste trabalho (veja Capítulo II).

Destacamos, por fim, a ausência de *Hylodes lateristrigatus* em sua localidade-tipo, evidenciada pela escassez de exemplares depositados em coleções científicas provenientes da mesma nos últimos anos. Essa situação é semelhante ao relatado para *H. sazimai* em Vidigal *et al.* (2021), onde é mais provável que mudanças ambientais tenham sido responsáveis pela redução populacional da espécie. A disponibilidade de água limpa em riachos rochosos e não perturbados, por exemplo, é considerada um pré-requisito para a ocorrência de espécies de *Hylodes* e para o desenvolvimento de seus girinos (Weygoldt, 1989; Hatano *et al.*, 2002; Motta-Tavares, 2019), sendo que alterações na qualidade do ambiente aquático podem levar à extinção local dessas rãs (Weygoldt, 1989). A distribuição geográfica e as reais ameaças populacionais de *Hylodes* ainda não são completamente conhecidas, mas grande parte das espécies (cerca de 58%) é endêmica de pequenas áreas florestais, tornando-as vulneráveis a ameaças ecológicas e antrópicas, como doenças e degradação do habitat (de Sá *et al.*, 2020). Embora *Hylodes lateristrigatus* esteja classificado como pouco preocupante pela IUCN, o desaparecimento da espécie em sua localidade-tipo enfatiza a importância de estudos adicionais concentrados na espécie, a fim de monitorar suas populações e avaliar se ela está enfrentando algum tipo de ameaça nessa região.

3.1.7 CONCLUSÃO

O presente estudo expande nosso conhecimento sobre a diversidade e taxonomia de *Hylodes lateristrigatus*, assim como aumenta nossa compreensão da biologia e comportamento da espécie. Concluimos que, com base no conjunto de dados analisados, todas as populações

estudadas correspondem ao mesmo táxon, ou seja, *H. lateristrigatus*. No entanto, é importante ressaltar que análises adicionais com um maior número de exemplares e o uso de outras fontes de dados, como dados larvais e moleculares, podem fornecer uma elucidação mais precisa das variações encontradas entre as populações analisadas.

Este trabalho possui relevância significativa, pois informações detalhadas sobre a morfologia externa e os cantos de anúncio das populações de *H. lateristrigatus* podem fornecer evidências cruciais para a compreensão da diversidade e distribuição geográfica dessa espécie. Além disso, a análise das variações morfológicas e bioacústicas pode contribuir para a identificação e classificação adequadas das espécies proximamente relacionadas, evitando problemas de nomenclatura e identificação. Com isso, esperamos que esta pesquisa possa ainda, fornecer informações valiosas para o desenvolvimento de estratégias eficazes de conservação das populações de *H. lateristrigatus* na Serra da Mantiqueira e em outras regiões onde essa espécie pode ocorrer.

3.1.8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abrunhosa, P. A. & H. Wogel. 2004. Breeding behavior of the Leaf-Frog *Phyllomedusa burmeisteri* (Anura: Hylidae). *Amphibia-Reptilia* 25:125–135. DOI: 10.1163/1568538041231157.

Almeida, A., Gasparini, J., & Peloso, P. L. 2011. Frogs of the state of Espírito Santo, southeastern Brazil - The need for looking at the ‘coldspots’. *Check List*, 7(4), 542-560. DOI: <https://doi.org/10.15560/7.4.542>.

Almeida, V. G., Yves, A., Lima, L. M., Novato, T. S. & Neves, M. O. 2021. Natural history of *Hylodes perere* Silva & Benmaman, 2008 (Anura, Hylodidae) in the Serra Negra da Mantiqueira, Atlantic Forest of Brazil: microhabitat, sexual dimorphism, diet and distribution. *Journal of Natural History*, 55(23-24), 1477-1490. DOI: <https://doi.org/10.1080/00222933.2021.1949065>.

Assis, C. L. & Feio, R. N. 2017. Anfíbios do município de Cataguases, Zona da Mata de Minas Gerais. *MG Biota*, 10(2), 4-24.

- Baldissera Jr., F.A.; Caramaschi, U. & Haddad, C.F.B. 2004. Review of the *Bufo crucifer* species group, with descriptions of two new related species (Amphibia, Anura, Bufonidae). *Arquivos do Museu Nacional*, 62: 255-282.
- Bastos, R. P. & Pombal Jr, J. P. 1995. New species of *Crossodactylus* (Anura: Leptodactylidae) from the Atlantic rain forest of southeastern Brazil. *Copeia*, 436-439.
- Baumann, F. 1912. Brasilianische Batrachier des Berner Naturhistorischen Museums nebst Untersuchungen über die geographische Verbreitung der Batrachier in Brasilien. *Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere. Jena* 33: 87–172.
- Bokermann, W. C. A. 1964. Una nueva especie de *Elosia* de la Serra da Mantiqueira, Brasil (Amphibia, Leptodactylidae). *Neotropica*, 10(33), 102-107.
- Bokermann, W. C. 1966. Lista anotada das localidades tipo de anfíbios brasileiros. Em: Lista anotada das localidades tipo de anfíbios brasileiros. 183-183.
- Bokermann, W. C. A. 1967. Notas sobre canto nuciais de anfíbios brasileiro. II. O canto de *Elosia lateristrigata* e *Elosa glabra* (Anura). *Revista Brasileira de Biologia* 27: 229–231.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Portaria MMA Nº 148, de 7 de junho de 2022. Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022406272733>>. Acesso em: 31 jan. 2023.
- Caldart, V. M., Iop, S. & Cechin, S. Z. 2014. Social interactions in a neotropical stream frog reveal a complex repertoire of visual signals and the use of multimodal communication. *Behaviour*, 151(6), 719-739. DOI:10.1163/1568539X-00003165.
- Canedo, C. 2008. Revisão taxonômica de *Hylodes* Fitzinger, 1826 (Anura, Hylodidae). Tese de Doutorado em Ciências Biológicas, Zoologia – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, Rio de Janeiro. 289 p. Não publicado.
- Carnaval, A. C. & Moritz, C. 2008. Historical climate modelling predicts patterns of current biodiversity in the Brazilian Atlantic forest. *Journal of Biogeography*, 35(7), 1187-1201. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2007.01870.x>.

- Castellano, S., Cuatto, B., Rinella, R., Rosso, A., & Giacoma, C. 2002. The Advertisement Call of the European Treefrogs (*Hyla arborea*): A Multilevel Study of Variation. *Ethology*, 108(1), 75–89. DOI:10.1046/j.1439-0310.2002.00761.x.
- Cisneros-Heredia, D.F. & McDiarmid, R.W. 2007. Revision of the characters of Centrolenidae (Amphibia: Anura: Athesphatanura), with comments on its taxonomy and the description of new taxa of glassfrogs. *Zootaxa*, 1572: 1-82. DOI: 10.11646/zootaxa.1572.1.1.
- Cochran, D. M. 1955. Frogs of southeastern Brazil. *Bulletin of the United States National Museum*.
- Cornell Lab of Ornithology, Bioacoustics Research Program. 2023. Raven Pro: Interactive Sound Analysis Software (Version 1.6.4). Ithaca, NY: The Cornell Lab of Ornithology. Disponível em: <https://ravensoundsoftware.com/>.
- da Silva, F. R., Almeida-Neto, M., do Prado, V. H. M., Haddad, C. F. B. & de Cerqueira Rossa-Feres, D. 2012. Humidity levels drive reproductive modes and phylogenetic diversity of amphibians in the Brazilian Atlantic Forest. *Journal of Biogeography*, 39(9), 1720-1732. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2699.2012.02726.x>.
- de Sá, F. P., C. Canedo, M. L. Lyra & C. F. B. Haddad. 2015. A new species of *Hylodes* (Anura, Hylodidae) and its secretive underwater breeding behavior. *Herpetologica* 71: 58–71. DOI: <https://doi.org/10.1655/HERPETOLOGICA-D-13-00053>.
- de Sá, F. P., Lyra, M. L. & Haddad, C. F. 2020. The rediscovery of *Hylodes regius*: new information about a rare and microendemic Atlantic rainforest torrent frog. *Salamandra*, 56(4), 285-295.
- de Sá, F. P.; Zina, J. & Haddad, C. F. B. 2016. Sophisticated Communication in the Brazilian Torrent Frog *Hylodes japi*. *PLoS ONE* 11(1): e0145444. DOI:10.1371/journal.pone.0145444.
- Dorigo, T. A., Vrcibradic, D., & Rocha, C. F. D. 2018. The amphibians of the state of Rio de Janeiro, Brazil: an updated and commented list. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 58. DOI: <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2018.58.05>.
- Dubois, A. & Martens, J. 1984. A case of possible vocal convergence between frogs and a bird in Himalayan torrents. *Journal für Ornithologie*, 125:455-463.

- Duellman, W.E. 2001. Hylid Frogs of Middle America. Monographs of the Museum of Natural History, University of Kansas, USA.
- Eterovick, P. C., de Queiroz Carnaval, A. C. O., Borges-Nojosa, D. M., Silvano, D. L., Segalla, M. V. & Sazima, I. 2005. Amphibian Declines in Brazil: An Overview. *Biotropica*, 37(2), 166–179. DOI:10.1111/j.1744-7429.2005.00024.x.
- Ferreira, R. B., Mônico, A. T., da Silva, E. T., Lirio, F. C. F., Zocca, C., Mageski, M. M., Tonini, J. F. R., Beard, K. H., Duca, C. & Silva-Soares, T. 2019. Amphibians of Santa Teresa, Brazil: the hotspot further evaluated. *ZooKeys*, 857, 139. DOI: 10.3897/zookeys.857.30302.
- Frost, D. R. 2023. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.1. Disponível em: <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA. doi.org/10.5531/db.vz.0001. Acesso em: 21 fev. 2023.
- Furtado, R., Lermen, L. N., Márquez, R. & Hartz, S. M. 2019. Neotropical dancing frog: the rich repertoire of visual displays in a hylodine species. *Journal of Ethology*, 37, 291-300. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10164-019-00600-x>.
- Glaw, F. e M. Franzen. 2006. Type catalogue of amphibians in the Zoologische Staatssammlung München. *Spixiana* 29(2):153–192.
- Guimarães, L. D., & R. P. Bastos. 2003. Vocalizações e interações acústicas em *Hyla raniceps* (Anura, Hylidae) durante a atividade reprodutiva. *Inheringia, Série Zoologia* 93:149–158. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0073-47212003000200005>.
- Güntert, M., K. Grossenbacher, C. Huber, A. Aerni e H.U. Morgenthaler. 1993. The E. A. Goeldi zoological collection in the Natural History Museum Bern: Comments on na inventory. *Jahrb. Naturhist. Mus. Bern* 11: 147-161.
- Haddad, C. F. B. & J. P. Pombal, Jr. 1995. A new species of *Hylodes* from southeastern Brazil (Amphibia: Leptodactylidae). *Herpetologica* 51: 279–286.
- Haddad, C.F.B.; Pombal Jr., J.P. & Bastos, R.P. 1996. New species of *Hylodes* from the Atlantic Forest of Brazil (Amphibia: Leptodactylidae). *Copeia*, 1996:965-969.
- Haddad, C. F. B. 1998. Biodiversidade dos anfíbios no Estado de São Paulo. Em: Castro, R. M. C. (Ed.). Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil. São Paulo: FAPESP.

- Haddad, C. F. & Giaretta, A. A. 1999. Visual and acoustic communication in the Brazilian torrent frog, *Hylodes asper* (Anura: Leptodactylidae). *Herpetologica*, 324-333.
- Haddad, C. F., Garcia, P. C., & Pombal Jr, J. P. 2003. Redescricao de *Hylodes perplicatus* (Miranda-Ribeiro, 1926) (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Arquivos do Museu Nacional*, 61(4).
- Hartmann, M. T., Hartmann, P. A. & Haddad, C. F. 2006. Repertório vocal de *Hylodes phyllodes* (Amphibia, Anura, Hylodidae). *Papéis avulsos de Zoologia*, 46, 203-209. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0031-10492006001700001>.
- Hatano, F. H., Rocha, C. F. D. & Van Sluys, M. 2002. Environmental Factors Affecting Calling Activity of a Tropical Diurnal Frog (*Hylodes phyllodes*: Leptodactylidae). *Journal of Herpetology*, 36(2), 314–318. DOI: 10.1670/0022-1511(2002)036[0314:efacao]2.0.co;2.
- Heyer, W. R. 1982. Two new species of the frog genus *Hylodes* from Caparaó, Minas Gerais, Brasil (Amphibia: Leptodactylidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 95: 377–385.
- Heyer, W. R. & R. B. Cocroft. 1986. Description of two new species of *Hylodes* from the Atlantic Forest of Brazil (Amphibia: Leptodactylidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 99(1): 100–109.
- Heyer, W.R., Rand, A.S., Cruz, C.A.G., Peixoto, O.L. & Nelson, C.E. 1990. Frogs of Boraceia. *Arquivos de Zoologia, Sao Paulo*, 31, 231-410.
- Heyer, W. R., & Y. R. Reid. 2003. Does advertisement call variation coincide with genetic variation in the genetically diverse frog taxon currently known as *Leptodactylus fuscus* (Amphibia: Leptodactylidae)? *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 75:39–54. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0001-37652003000100006>.
- IUCN 2023. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-1. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org>>. Acesso em: 31 fev. 2023.
- Köhler, J., Jansen, M., Rodriguez, A., Kok, P.J.R., Toledo, L.F., Emmrich, M., Glaw, F., Haddad, C.F.B., Rödel, M.-O. & Vences, M. The use of bioacoustics in anuran taxonomy: theory, terminology, methods and recommendations for best practice. 2017. *Zootaxa* 4251, 1–124. DOI: 10.11646/zootaxa.4251.1.1.

- Kok, P. J. & Kalamandeen, M. 2008. Introduction to the taxonomy of the amphibians of Kaieteur National Park, Guyana. Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen.
- Lacerda, J.V.A.; Montesinos, R.; Zocca, C.; Guimarães, C.S.; Santana, D.J. & Ferreira, R.B. 2022. On the stream-dwelling *Crossodactylus timbuhy* (Anura, Hylodidae): taxonomy, natural history, and geographic distribution. *Zootaxa*, 5155(4): 564–580. DOI: 10.11646/zootaxa.5155.4.6
- Laia, R. C. & Rocha, C. F. D. 2012. Adults and tadpoles of species of Hylodidae (Anura): History and taxonomy perspectives. *Zoologia (Curitiba)*, 29, 89-94. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1984-46702012000100012>.
- Lingnau, R. & Bastos, R. P. 2007. 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(17-20), 1227–1235. DOI: 10.1080/00222930701395626.
- Lingnau, R., C. Canedo & J. P. Pombal, Jr. 2008. A new species of *Hylodes* (Anura: Hylodidae) from the Brazilian Atlantic Forest. *Copeia* 2008:595–602. DOI: 10.1643/ch-07-091.
- Lutz, A. 1930. Observações sobre batrachios brasileiros: Taxonomia e biologia das Elosiinas. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 24, 195-249.
- Lynch, J. D. 1971. Evolutionary relationships, osteology, and zoogeography of leptodactyloid frogs. *Univ. Kans. Mus. Nat. Hist., Misc. Publ.*, 53, 1-238.
- Malagoli, L. R., F. P. de Sá, C. Canedo & C. F. B. Haddad. 2017. A new species of *Hylodes* (Anura, Hylodidae) from Serra do Mar, southeastern Brazil: The fourth with nuptial thumb tubercles. *Herpetologica* 73: 136–147. DOI: <https://doi.org/10.1655/HERPETOLOGICA-D-16-00069>.
- Martins, A., Pontes, R., Mattedi, C., Murta-Fonseca, R. A., Fratani, J., de Oliveira Ramos, L., Brandão, A. L. R., Maciel, D. B. & Pinto, R. R. 2019. Herpetofauna community from coastal restinga remnants in Northeast Rio de Janeiro state, Brazil. *Journal of Coastal Conservation*, 23(6), 1019-1037. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11852-019-00708-9>.

- McClelland, B. E., W. Wilczynski, & M. J. Ryan. 1998. Intraspecific variation in laryngeal and ear morphology in male cricket frogs (*Acris crepitans*). *Biological Journal of the Linnean Society* 63:51–67. DOI: 10.1111/j.1095-8312.1998.tb01638.x.
- Miranda-Ribeiro, A. 1922. *Elosia*, Tsch. e os generos correlatos. *Revista do Museu Paulista*, 13: 814-821.
- Montesinos, R. 2017. Phylogenetic Systematics of Hylodidae (Amphibia: Anura). Tese de Doutorado em Ciências Biológicas, Zoologia – Universidade de São Paulo, São Paulo. 284 p. Não publicado.
- Motta-Tavares, T., de Godoy Bergallo, H., Reis, C. N. C., & Rocha, C. F. D. (2019). Geographic and altitudinal distribution of the insular endemic frog *Hylodes fredii* (Anura: Hylodidae) of the Atlantic coast of southeastern Brazil. *Journal of Coastal Conservation*. DOI:10.1007/s11852-019-00692-0.
- Moura, M. R., Motta, A. P., Fernandes, V. D. & Feio, R. N. 2012. Herpetofauna da Serra do Brigadeiro, um remanescente de Mata Atlântica em Minas Gerais, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, 12(1), 1-27. Disponível em: <http://www.biota-neotropica.org.br/v12n1/en/abstract?inventory+bn01012012012>.
- Myers, G. S. 1962. The American leptodactylid frog genera *Eleutherodactylus*, *Hylodes* (= *Elosia*), and *Caudiverbera* (= *Calyptocephalus*). *Copeia*, 195-202.
- Narvaes, P. & Cruz, C. A. G. 2004. *Hylodes lateristrigatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T57092A11569492. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T57092A11569492.en>. Acesso em: 31 fev 2023.
- Nascimento, L. B., J. P. Pombal, Jr. & C. F. B. Haddad. 2001. A new frog of the genus *Hylodes* (Amphibia: Leptodactylidae) from Minas Gerais, Brazil. *Journal of Zoology*. London 254: 421–428. DOI: 10.1017/s0952836901000917.
- Nuin, P. A. S. & do Val, F. C. 2005. Phylogenetic analysis of the subfamily Hylodinae (Anura, Leptodactylidae) based on morphological characters. *Amphibia-Reptilia* 26: 139–148.
- Neves, M. O., Ferreira, V. G., da Fonseca, E. M., Ceron, K., Varela-Rios, C. H. & de Carvalho, R. M. H. Anurans of Juiz de Fora Municipality, Zona da Mata of Minas Gerais State, Brazil. *Oecologia Australis*, 21(4). DOI: <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2017.2104.02>.

- Pavan, D., P. Narvaes & M. T. Rodrigues. 2001. A new species of leptodactlid frog from the Atlantic forests of southeastern Brazil with notes on the status and on the speciation of *Hylodes* species groups. *Papéis Avulsos de Zoologia*. São Paulo 41: 407–425.
- Pimenta, B. V. S., da Cruz, C. A. G. & Caramaschi, U. 2014. Taxonomic review of the species complex of *Crossodactylus dispar* A. Lutz, 1925 (Anura, Hylodidae). *Arquivos de Zoologia*, 45(1), 1-33. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2176-7793.v45i1p1-33>.
- Pimenta, B. V., Wachlevski, M. & Cruz, C. A. G. 2008. Morphological and acoustical variation, geographic distribution, and conservation status of the spinythumb frog *Crossodactylus bokermanni* Caramaschi & Sazima, 1985 (Anura, Hylodidae). *Journal of Herpetology*, 42(3), 481-492. DOI: <https://doi.org/10.1670/07-164.1>.
- Pombal, J. P., Jr., R. N. Feio & C. F. B. Haddad. 2002. A new species of torrent frog genus *Hylodes* (Anura: Leptodactylidae) from southeastern Brazil. *Herpetologica* 58: 462–471. DOI: <https://www.jstor.org/stable/3893302>.
- Rodriguez D, Becker CG, Pupin NC, Haddad CFB, Zamudio KR. 2014. Long-term endemism of two highly divergent lineages of the amphibian-killing fungus in the Atlantic Forest of Brazil. *Mol Ecol*. 23(4):774–787. DOI:10.1111/mec.12615.
- Rakotoarison, A; Scherz, M. D.; Glaw, F.; Köhler, J.; Andreone, F.; Franzen, M.; Glos, J.; Hawlitschek, O.; Jono, T.; Mori, A.; Ndriantsoa, S. H.; Raminosoa, N. R.; Riemann, J. C.; Rödel, M.-O.; Rosa, G. M.; Vieites, D. R.; Crottini, A.; Vences, M. 2017. Describing the smaller majority: integrative taxonomy reveals twenty-six new species of tiny microhylid frogs (genus *Stumpffia*) from Madagascar PDF - 29 MB. *Vertebrate Zoology* 67(3): 271-398. DOI: <https://doi.org/10.3897/vz.67.e31595>.
- Rossa-Feres, D. C., Garey, M. V., Caramaschi, U., Napoli, M. F., Nomura, F., Bispo, A. A., Brasileiro, C. A., Thomé, M. T. C., Sawaya, R. J., Conte, C. E., Cruz, C. A. G., Nascimento, L. B., Gasparini, J. L., Almeida, A. P. & Haddad, C. F. B. 2017. Anfíbios da Mata Atlântica: lista de espécies, histórico dos estudos, biologia e conservação. Em: *Revisões em Zoologia: Mata Atlântica*, pp. 237–314.
- Salles, R. O. L., N. Passos, H. Wogel & M. Bilate. 2012. New record and distribution extension of *Hylodes lateristrigatus* (Anura: Hylodidae) in Rio de Janeiro State, southeastern Brazil. *Herpetology Notes* 5: 389–390.

- Sazima, I., & W. C. A. Bokermann. 1983 "1982". Anfíbios da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. 5: *Hylodes otavioi* sp. n. (Anura, Leptodactylidae). Revista Brasileira de Biologia 42: 767–771.
- Segalla, M. V., Berneck, B., Canedo C., Caramaschi, U., Cruz, C. A. G., Garcia, P. C. A., Grant, T., Haddad, C. F. B., Lourenço, A. C. C., Mângia, S., Mott, T., Nascimento, L. B., Toledo, L. F., Werneck, F. P., Langone, J. A. 2021. List of Brazilian Amphibians. Herpetologia Brasileira 10(1): 121-216. DOI: 10.5281/zenodo.4716176.
- Silva, E. T. da, Peixoto, M. A. A., Leite, F. S. F., Feio, R. N., & Garcia, P. C. A. 2018. Anuran Distribution in a Highly Diverse Region of the Atlantic Forest: The Mantiqueira Mountain Range in Southeastern Brazil. Herpetologica, 74(4), 294–305. doi:10.1655/herpetologica-d-17-00025.1
- Silva, H. R. D. & Benmaman, P. 2008. Uma nova espécie de *Hylodes* Fitzinger da Serra da Mantiqueira, Minas Gerais, Brasil (Anura: Hylodidae). Revista Brasileira de Zoologia, 25, 89-99. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-81752008000100013>.
- Silvano, D. L. & Segalla, M. V. 2005. Conservation of Brazilian amphibians. Conservation Biology, 19(3), 653–658. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00681.x>.
- Toledo, L. F., & Batista, R. F. 2012. Integrative Study of Brazilian Anurans: Geographic Distribution, Size, Environment, Taxonomy, and Conservation. Biotropica, 44(6), 785-792. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2012.00866.x>.
- Tonini, J. F. R., Carão, L. D. M., Pinto, I. D., Gasparini, J. L., Leite, Y. L. R., & Costa, L. P. 2010. Non-volant tetrapods from Reserva Biológica de Duas Bocas, State of Espírito Santo, Southeastern Brazil. Biota Neotropica, 10, 339-351. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032010000300032>.
- Vasconcelos, T. S., Prado, V. H., da Silva, F. R., & Haddad, C. F. 2014. Biogeographic distribution patterns and their correlates in the diverse frog fauna of the Atlantic Forest hotspot. Plos one, 9(8), e104130. DOI: 10.1371/journal.pone.0104130.
- Vidigal, I., Montesinos, R. & Giaretta, A. A. 2021. A genetic and acoustic evaluation of the distribution of *Hylodes sazimai* Haddad & Pombal, 1995 (Hylodidae), a stream-dwelling Atlantic Forest frog. Journal of Herpetology, 55(3), 253-264. DOI: 10.1670/20-034.

Villalobos, F., R. Dobrovolski, D. B. Provete, And S. F. Gouveia. 2013. Is rich and rare the common share? Describing biodiversity patterns to inform conservation practices for South American anurans. PLoS ONE 8:e56073. DOI:10.1371/journal.pone.0056073.

Vielliard, J.M.E. & Cardoso, A.J. 1996. Adaptação de sinais sonoros de anfíbios e aves a ambientes de riachos com corredeiras. In: Pefaur, J.E. (Ed.), II Congresso Latino Americano de Herpetologia, Venezuela. Anais, p.97-119.

Vrcibradic, D., J. C. G. Oliveira, & C. F. D. da Rocha. 2014. Amphibia, Anura, Hylodidae, *Hylodes lateristrigatus* (Baumann, 1912): Filling distribution gap. Check List. A Journal of Species Lists and Distribution 10: 677–678. DOI: 10.15560/10.3.677.

Watters, J. L., Cummings, S. T., Flanagan, R. L., & Siler, C. D. 2016. Review of morphometric measurements used in anuran species descriptions and recommendations for a standardized approach. Zootaxa, 4072(4), 477-495. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4072.4.6>.

Weber, L. N. & U. Caramaschi. 2013. A survey of the internal oral morphology in larvae of the genus *Hylodes* Fitzinger, 1826 (Amphibia, Anura, Hylodidae). Zootaxa 3635: 557–568. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3635.5.5>.

Weygoldt, P. 1989. Changes in the composition of mountain stream frog communities in the Atlantic mountains of Brazil: frogs as indicators of environmental deteriorations? Studies on Neotropical Fauna and Environment, 24(4), 249-255.

Wogel, H., Abrunhosa, P.A. & Weber, L.N. 2004. The tadpole, vocalizations and visual displays of *Hylodes nasus* (Anura, Leptodactylidae). Amphibia-Reptilia, 25:219-117. DOI:10.1163/1568538041231184.

3.1.9 APÊNDICE 1

Material examinado

Morfologia externa e morfometria: *Hylodes lateristrigatus* – MINAS GERAIS: Serra do Brigadeiro MZUFV MZUFV 10168-10171, 10177, 10178, 10475, 10672, 10679, 11688, 12913, 15656, 20151-20153; Cataguases MZUFV 16016-16018, 16118; Santa Rita de

Jacutinga MZUFV 18729, 18730. RIO DE JANEIRO: Teresópolis MNRJ 2007, 5055, 31835, 31839, 41867; Nova Friburgo MNRJ. 23625-23627, 33739, 74600.

Bioacústica: *Hylodes lateristrigatus* – MINAS GERAIS: Serra do Brigadeiro FMZUFV 286, 452, 453, 455; Santa Rita de Jacutinga FMZUFV 456. RIO DE JANEIRO: Teresópolis ML 199856, 199857, 199859.

CAPÍTULO II

Primeiro registro de sinalização visual em *Hylodes lateristrigatus* (Anura: Hylodidae)

Primeiro registro de sinalização visual em *Hylodes lateristrigatus* (Anura: Hylodidae)

3.2.1 RESUMO

Embora a comunicação acústica seja uma característica notável da maioria dos anuros, os estudos recentes têm mostrado que não é a única forma de comunicação utilizada por esses animais. A comunicação visual também é considerada importante para várias famílias, incluindo a família Hylodidae Günther, 1858, composta pelos gêneros *Crossodactylus*, *Hylodes*, *Megaelosia* e *Phantasmarana*, conhecidas como "rãs de corredeira" devido à sua associação com ambientes de riachos com forte correnteza. Acredita-se que fatores ecológicos, como hábitos diurnos e a reprodução em ambientes com muito ruído, tenham favorecido a evolução da comunicação visual em espécies como as rãs do gênero *Hylodes*. Isso ocorre porque a luz do dia facilita a visualização dos sinais e a transferência de informações em ambientes ruidosos, tornando os sinais visuais mais vantajosos. Esse comportamento já foi registrado em diversas espécies desse gênero e este estudo descreve o primeiro registro de sinalização visual para *H. lateristrigatus* realizado no município de Cataguases, Minas Gerais. Os comportamentos foram observados após a utilização de *playback* na tentativa de localizar o indivíduo que vocalizava em um riacho. O comportamento do macho foi registrado em vídeo e reproduzido em câmera lenta, buscando sinais visuais ou táteis, como o uso de membros e sacos vocais na sinalização. Esses sinais foram analisados e posteriormente descritos. O indivíduo gravado efetuou oito diferentes sinais associados ao contexto comportamental de defesa do território: Levantamento de braço, levantamento de perna, elevação de dois membros, aceno de braço, postura dos dedos, postura ereta, andar truncado e exibição da garganta. Conclui-se que *H. lateristrigatus*, assim como outras espécies do gênero, também se comunica por meio de sinais visuais. A inclusão de sinais visuais em estudos comportamentais pode ser útil para entender melhor a variação entre indivíduos, populações ou espécies de anuros, especialmente para grupos que apresentam evidências de comunicação visual, como a família Hylodidae. Esperamos que essas informações contribuam para futuras pesquisas sobre ecologia e comportamento das espécies de *Hylodes*.

Palavras-chave: Hylodidae; Comportamento; Mata Atlântica; Playback, Defesa territorial

3.2.2 INTRODUÇÃO

A comunicação consiste na transferência de informações entre indivíduos por meio de sinais, que atuam modificando o comportamento do receptor e podem ocorrer tanto em níveis

intraespecíficos quanto interespecíficos (Rendall *et al.*, 2009). Na maioria das espécies de anuros, principalmente durante a temporada reprodutiva, os machos emitem cantos de anúncio para atrair e cortejar fêmeas ou cantos territoriais, para defender seu território contra machos concorrentes (Duellman & Trueb, 1994; Wells, 2010; Toledo *et al.*, 2015).

Embora a comunicação acústica seja a principal forma de comunicação entre os anuros (Ryan, 2001 apud Furtado *et al.*, 2019) e desempenhe um papel fundamental na sua história de vida (Wells, 1977), estudos recentes têm mostrado a importância da comunicação visual em diversas famílias de anuros, incluindo a família Hylodidae (Caldart *et al.*, 2014; de Sá *et al.*, 2016; Furtado *et al.*, 2019).

A família Hylodidae Günther, 1858 consiste em um grupo monofilético composto pelos gêneros *Crossodactylus* (13 espécies), *Hylodes* (26 espécies), *Megaelosia* (1 espécie) e *Phantasmarana* (8 espécies) (Frost, 2023). As espécies pertencentes à esta família são popularmente conhecidas como “rãs de corredeira” (*torrent frogs*) devido a seus hábitos ripários e associação com ambientes de riachos com forte correnteza (Nascimento *et al.*, 2001; Lingnau *et al.*, 2008). É provável que fatores ecológicos, como a limitação da comunicação acústica associada à atividade diurna, possam ter favorecido a evolução da comunicação visual em espécies diurnas que se reproduzem em ambientes ruidosos, como as rãs do gênero *Hylodes* (Haddad & Giaretta, 1999; de Sá *et al.*, 2016). A luz do dia facilita a visualização dos sinais e a transferência de informações, enquanto ambientes ruidosos, como cachoeiras, podem reduzir a eficiência dos sinais acústicos, tornando os sinais visuais mais favoráveis (Hödl & Amézquita, 2001; Caldart *et al.*, 2014; Furtado *et al.*, 2019).

Sinais visuais já foram registrados em diversas espécies do gênero *Hylodes*: *H. asper* (Haddad & Giaretta 1999; Hartmann *et al.* 2005), *H. nasus* (Wogel *et al.* 2004), *H. dactylocinus* (Narvaes & Rodrigues 2005), *H. phyllodes* (Hartmann *et al.* 2005), *H. perere* (Silva & Benmaman 2008), *H. cardosoi* (Forti & Castanho, 2012) e *Hylodes japi* (de Sá *et al.* 2016). Esses trabalhos demonstram a riqueza do repertório visual de *Hylodes* e que tais comportamentos podem estar presentes em outras espécies do gênero (Furtado *et al.*, 2019).

Hylodes lateristrigatus (Baumann, 1912) é uma espécie de hábitos diurnos, endêmica da Mata Atlântica e pertence ao grupo *H. lateristrigatus* (Heyer, 1982; Rossa-Feres *et al.*, 2017). Durante a estação reprodutiva, os machos dessa espécie emitem seus chamados ao longo de riachos, frequentemente em rochas ou empoleirados em troncos caídos nesses ambientes (Toledo *et al.*, 2021). Embora seja considerada uma espécie comum e descrita há bastante

tempo, não há registro sobre a utilização de sinais visuais na comunicação desses anfíbios. Aqui, nós apresentamos o primeiro registro de comunicação visual em *H. lateristrigatus* com uma breve descrição dos comportamentos exibidos durante a interação.

3.2.3 MATERIAL E MÉTODOS

O comportamento foi registrado durante campanha que ocorreu no dia 10 de fevereiro de 2013, na Serra da Neblina, município de Cataguases, Minas Gerais (21°12'S 42°45"O; 1010 m de altitude). A observação ocorreu durante o período da tarde, entre 14 e 15h. Durante uma amostragem, o pesquisador utilizou a técnica de *playback* na tentativa de localizar um indivíduo de *Hylodes lateristrigatus* que vocalizava sobre o tronco de uma árvore caída sobre um riacho. A técnica de *playback* consiste em reproduzir vocalizações de um animal a fim de despertar respostas de outros indivíduos da mesma espécie (Bozzell, 2012).

O pesquisador se posicionou próximo ao local onde o indivíduo escutado se encontrava, posicionou uma câmera digital Sony DSC a uma distância de aproximadamente 1m de onde supostamente o animal estaria e aguardou. Pouco tempo depois, o pesquisador visualizou o indivíduo e foi se aproximando à medida que a rã respondia a gravação. O comportamento e a vocalização exibidos pelo macho foram registrados em vídeo.

O vídeo foi submetido a uma análise minuciosa para identificar todos os movimentos, gestos ou posturas do indivíduo que pudessem conter sinais visuais ou táteis. Com o intuito de observar os movimentos com maior detalhamento, a gravação foi reproduzida em câmera lenta (0,20×) (Augusto-Alves & Toledo, 2021). Os sinais identificados no registro da gravação foram cuidadosamente classificados e categorizados. No entanto, devido às limitações da gravação realizada por meio de uma câmera digital, não foi possível realizar uma análise bioacústica da vocalização emitida. O áudio capturado pelo aparelho não proporcionou os parâmetros necessários para uma análise precisa em *software* específico, como o *Raven Pro*.

Os comportamentos foram agrupados em três categorias distintas: (1) exibições de membros; (2) exibições de postura; e (3) exibições da região gular. A descrição e variação de todos os displays são apresentadas de acordo com de Sá *et al.* (2016), Furtado *et al.* (2019) e Augusto-Alves & Toledo (2021). Além disso, foi conduzida uma análise específica do uso dos

membros e do saco vocal na sinalização, registrando em que lado do corpo o indivíduo realizou a sinalização, conforme de Sá *et al.* (2016).

3.2.4 RESULTADOS

Em resposta ao playback, o indivíduo de *Hylodes lateristrigatus* registrado realizou uma série de sinais visuais, acompanhada por uma vocalização bastante distinta do canto de anúncio da espécie. Durante a gravação, foram identificados um total de oito sinais diferentes, sendo cinco deles relacionados às exibições de membros, dois relacionados às exibições de postura e um à exibição da região gular (Figura 1):

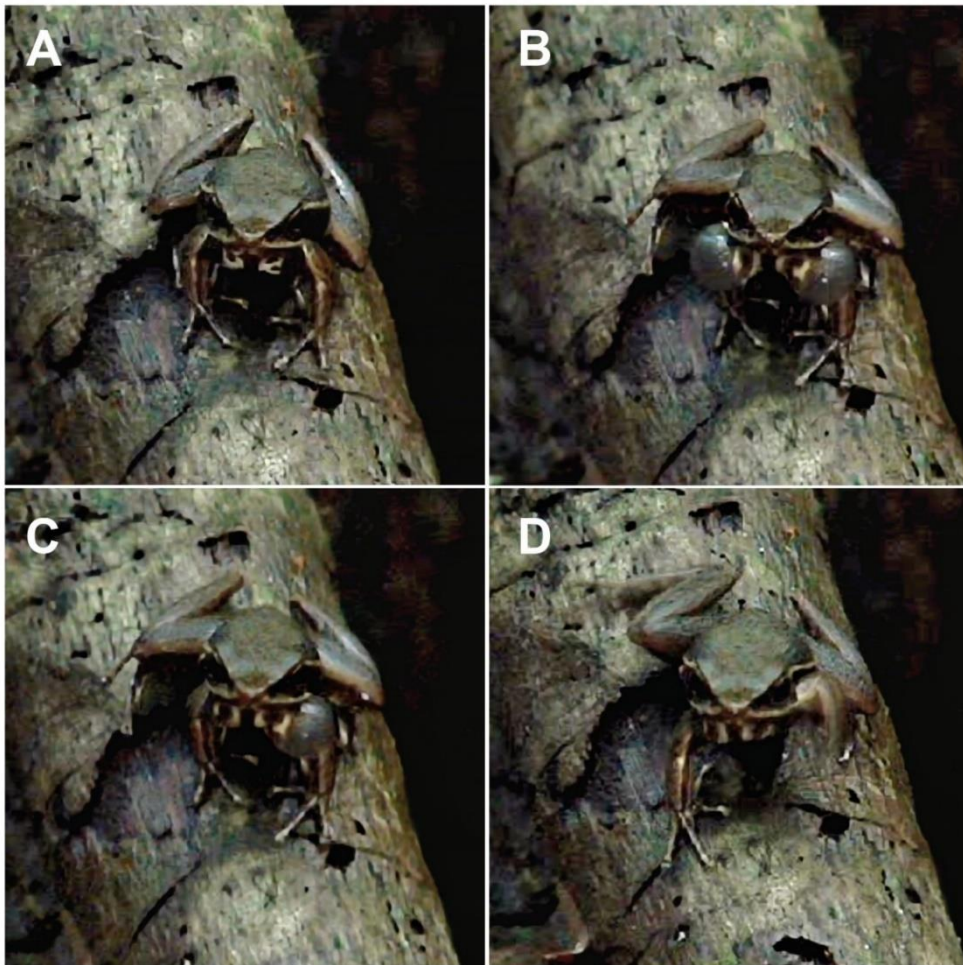


Figura 1. Macho adulto de *Hylodes lateristrigatus* (MZUFV 16016; CRC = 34,32 mm) exibindo sinais visuais em resposta a *playback*: (A) Postura ereta; (B) Exibição da garganta e Postura dos dedos; (C) Exibição da garganta, inflando apenas um dos sacos vocais; e (D) Elevação de dois membros. Vídeo gravado no município de Cataguases, estado de Minas Gerais, por Clodoaldo Assis.

1. Exibições de membros

Levantamento de braço: Movimento rápido do braço para cima e para baixo sem o estender. O indivíduo realizou este comportamento tanto com o braço esquerdo quanto com o direito. Além disso, o comportamento foi observado imediatamente antes ou depois de uma exibição de levantamento de perna (veja a descrição abaixo)

Levantamento de perna: Movimento rápido de perna para cima e para baixo sem a estender. O indivíduo realizou esta exibição com a perna direita. Esse comportamento foi executado imediatamente antes ou depois de uma exibição de levantamento de braço.

Elevação de dois membros: Movimento rápido para cima e para baixo, que pode ocorrer de forma concomitante ou alternada. Foi observada a elevação sincronizada de um braço e uma perna, utilizando os membros de lados opostos (o braço direito é movimentado junto com a perna esquerda ou vice-versa).

Aceno de braço: Movimento rápido de arco para cima e para baixo realizado com o braço, passando o membro na frente da cabeça, o que o diferencia claramente do levantamento do braço. Neste caso específico, o indivíduo realizou o aceno de braço utilizando o braço direito.

Postura dos dedos: manter o pé erguido por alguns segundos com exposição frontal das superfícies dorsais dos pés e dedos; ou segurando o pé por alguns segundos com os dedos curvados para baixo, expondo as superfícies dorsais dos dedos.

2. Exibições de postura:

Postura ereta: Elevação apenas da parte anterior do corpo através da extensão do braço, expondo a região gular. A porção gular é esbranquiçada, bem recoberta por muitas manchas escuras irregulares, que contrastam com outras partes do corpo e com o ambiente.

Andar truncado: Elevação do corpo estendendo os membros e andando lentamente; os movimentos são sincronizados entre um braço e uma perna, sempre em lados opostos.

3. Exibições da região gular

Exibição da garganta: Exposição dos sacos vocais, que contrasta com seu corpo e o ambiente. Foram caracterizadas duas variações da exibição da garganta: emissão de canto territorial utilizando ambos os sacos vocais e inflar e desinflar rapidamente apenas um dos sacos

vocais sem emitir som audível logo após a vocalização. No segundo, o saco vocal inflado foi o esquerdo.

3.2.5 DISCUSSÃO

Apesar de o gênero *Hylodes* ser conhecido por seu amplo repertório comportamental (Hartmann *et al.*, 2005, 2006), este estudo é o primeiro a registrar esse tipo específico de comportamento territorial em um macho da espécie *Hylodes lateristrigatus*. Além dos oito diferentes tipos de sinais visuais observados, o indivíduo também emitiu um tipo de vocalização que possivelmente está relacionada a esse comportamento territorial, mas que ainda não foi descrita. Essas novas observações acrescentam importantes informações sobre a comunicação e o comportamento dessa espécie de *Hylodes*.

Todas as exibições visuais documentadas neste estudo (exibição da garganta, postura ereta, elevação do braço e elevação da perna, levantamento de dois membros e caminhada truncada) já foram observadas em outros hilodídeos e relatados em estudos anteriores (Hartmann *et al.*, 2005; Forti & Castanho, 2012; Caldart *et al.*, 2014; de Sá *et al.*, 2016; Furtado *et al.*, 2019). Os comportamentos observados em *Hylodes lateristrigatus* destacam ainda mais a tendência desse gênero para a comunicação visual, a qual está diretamente associada aos comportamentos diurnos e ao ambiente em que essas espécies vivem (Haddad & Giaretta, 1999; de Sá *et al.*, 2016; Furtado *et al.*, 2019).

No estudo, foi observado que as exibições mais comuns foram o levantamento do braço e da perna. Augusto-Alves & Toledo (2021) identificaram essas mesmas exibições como as principais formas de sinalização visual utilizadas como alerta, desempenhando uma função semelhante ao canto de anúncio, em sua pesquisa com *Hylodes phyllodes*. Os autores sugerem que essa forma de comunicação visual pode complementar as informações transmitidas pelos cantos de anúncio, como a atração de fêmeas ou a repulsão de machos.

No contexto do presente trabalho, o macho em questão pode ter realizado esses comportamentos com o intuito de impedir a aproximação de um suposto macho competidor. Esse reforço de informação seria especialmente relevante em ambientes ruidosos (Hödl & Amézquita, 2001), como aqueles em que a espécie *H. lateristrigatus* e outros hilodídeos

habitam. Um fenômeno semelhante foi observado em um estudo envolvendo a espécie *Staurois parvus*, um anfíbio de Bornéu que vive em áreas de forte correnteza. O estudo mostrou que a sinalização visual com os membros aumentou em resposta ao aumento do ruído de fundo ao passo que a emissão de cantos de anúncio diminuiu (Grafe & Tony, 2017).

Embora os sacos vocais sejam principalmente associados à atividade vocal dos anuros, eles desempenham um papel importante em outros modos de comunicação, como o visual, sísmico e químico (Rosenthal *et al.*, 2004; Hirschmann & Hödl, 2006; Forti & Encarnação, 2012; Starnberger *et al.*, 2014, Köhler *et al.*, 2017). Nos hilodídeos, os sacos vocais podem ser usados para um sinal visual secundário durante a atividade de vocalização (Heyer *et al.*, 1990; Haddad & Giaretta, 1999). No entanto, novas observações elucidam que essas rãs são capazes de pulsar sacos vocais laterais sem emissão de som audível, também como um sinal visual específico (ver Hartmann *et al.*, 2005; de Sá *et al.*, 2016; Furtado *et al.*, 2019; Augusto-Alves & Toledo, 2021). Tal comportamento foi documentado em *Phantasmarana apuana* (Augusto-Alves *et al.*, 2018).

A capacidade de pulsar unilateralmente o saco vocal com ou sem a emissão de sons é explicada pela morfologia característica dessa estrutura na família Hylodidae (de Sá *et al.*, 2016; Elias-Costa *et al.*, 2017; Furtado *et al.*, 2019; Struett *et al.*, 2021). O macho residente pode inclusive variar a pulsação com base na posição e localização de um macho invasor em relação a ele (Hödl & Amezquita, 2001; Hartmann *et al.*, 2005; de Sá *et al.*, 2016). Elias-Costa *et al.* (2017) constataram que todas as espécies de *Crossodactylus* e *Hylodes* possuem sacos vocais pareados e laterais, com mucosa interna separada de cada lado. Essa peculiaridade difere de outras rãs, pois a mucosa dos sacos vocais não é apoiada pelos músculos *intermandibularis* e *interhyoideus*, projetando-se através da musculatura e estando livre na bolsa linfática submandibular. Essas características são sinapomorfias da família e possibilitam a inflação assimétrica dos sacos vocais pareados.

Além de *Hylodes lateristrigatus*, a capacidade de pulsar ou inflar apenas um dos sacos vocais também foi observada em outras espécies do gênero: *H. asper* (Hödl *et al.*, 1997), *H. heyeri* (Struett *et al.*, 2021), *H. japi* (de Sá *et al.*, 2016), *H. meridionalis* (de Sá *et al.*, 2018; Furtado *et al.*, 2019) e *H. phyllodes* (Augusto-Alves & Toledo, 2021). Lacerda *et al.* (2022) registraram pela primeira vez esse comportamento no gênero *Crossodactylus*, na espécie *C. timbuhy*. Essas observações sugerem que o uso de sacos vocais com ou sem emissão de som podem ser uma característica compartilhada por várias espécies do gênero *Hylodes*, em outras

espécies de hilotídeos e pode ter implicações importantes para a comunicação e comportamento dessas rãs.

3.2.6 CONCLUSÃO

Este registro trouxe informações inéditas sobre o repertório comportamental de *Hylodes lateristrigatus*. Ao documentar um novo tipo de canto e diversas exibições visuais nunca antes descritas para a espécie, ampliamos nossa compreensão sobre como essas rãs se comunicam e se comportam em seu ambiente natural. Ao comparar nossos resultados com a literatura, notamos semelhanças na comunicação entre as espécies do gênero *Hylodes*. É importante destacar que, assim como outras espécies da família Hylodidae, e especialmente do gênero *Hylodes*, a comunicação em *H. lateristrigatus* é baseada em sinais visuais e acústicos. Além disso, nossos resultados reforçam a relevância dos sacos vocais na comunicação visual desses anfíbios, já que observamos o comportamento de pulsar e inflar essas estruturas mesmo sem a emissão de som.

Recomendamos que estudos mais abrangentes e com tratamento de controle sejam conduzidos, uma vez que seriam valiosos para verificar se os indivíduos exibem comportamentos visuais mesmo na ausência de um estímulo artificial, como o *playback*. Sugerimos que a observação de sinais visuais seja incluída em pesquisas para melhor compreender a variação comportamental entre indivíduos, populações ou espécies, assim como é feito com sinais acústicos. Especialmente em grupos de anuros que demonstram evidências de comunicação visual, como a família Hylodidae. Esperamos que essas novas informações contribuam para futuras pesquisas sobre a ecologia e o comportamento das espécies de *Hylodes*, expandindo o conhecimento sobre os anfíbios.

3.2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Augusto-Alves, G., Dena, S.A. & Toledo, L.F. 2018. Visual communication and aggressive behaviour in a giant mute torrent-frog, *Megaelosia apuana* (Anura; Hylodidae). *Amphibia-Reptilia* 39: 260-264.
- Augusto-Alves, G. & Toledo, L. F. 2021. Communication across multiple sensory modes: Quantifying the rich behavioural repertoire of a Neotropical torrent frog. *Behaviour*, 159(3-4), 351-375.
- Bozzell, D. A. 2012. The Effect of Auditory Call Playback on Anuran Detection and Capture Rates.
- Caldart, V. M., Iop, S. & Cechin, S. Z. 2014. Social interactions in a neotropical stream frog reveal a complex repertoire of visual signals and the use of multimodal communication. *Behaviour*, 151(6), 719-739. DOI:10.1163/1568539X-00003165.
- de Sá, F. P.; Zina, J. & Haddad, C. F. B. 2016. Sophisticated Communication in the Brazilian Torrent Frog *Hylodes japi*. *PLoS ONE* 11(1): e0145444. DOI:10.1371/journal.pone.0145444.
- Duellman, W. E. & Trueb, L. 1994. *Biology of amphibians*. JHU press.
- Elias-Costa, A. J., Montesinos, R., Grant, T., & Faivovich, J. 2017. The vocal sac of Hylodidae (Amphibia, Anura): phylogenetic and functional implications of a unique morphology. *Journal of morphology*, 278(11), 1506-1516. DOI: 10.1002/jmor.20727
- Forti, L. R. & Castanho, L. M. 2012. Behavioural repertoire and a new geographical record of the torrent frog *Hylodes cardosoi* (Anura: Hylodidae). *Herpetological Bulletin*, 121, 17-22.
- Forti, L. & Encarnação, L. 2012. Water-wave production in the neotropical frogs *Physalaemus albonotatus* and *Pseudopaludicola mystacalis*: a seismic signal. *Salamandra*, 48(3), 181-184.
- Furtado, R., Lermen, L. N., Márquez, R. & Hartz, S. M. 2019. Neotropical dancing frog: the rich repertoire of visual displays in a hylodine species. *Journal of Ethology*, 37, 291-300. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10164-019-00600-x>.

- Frost, D. R. 2023. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.1. Disponível em: <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA. doi.org/10.5531/db.vz.0001. Acesso em: 21 fev. 2023.
- Grafe, T. U. & Tony, J. A. 2017. Temporal variation in acoustic and visual signalling as a function of stream background noise in the Bornean foot-flagging frog, *Staurois parvus*. Journal of Ecoacoustics, 1, X74QE0. DOI: 10.22261/jea.x74qe0.
- Haddad, C. F. & Giaretta, A. A. 1999. Visual and acoustic communication in the Brazilian torrent frog, *Hylodes asper* (Anura: Leptodactylidae). Herpetologica, 324-333.
- Hartmann, M. T., Giasson, L. O., Hartmann, P. A. & Haddad, C. F. 2005. Visual communication in Brazilian species of anurans from the Atlantic forest. Journal of Natural History, 39(19), 1675-1685. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00222930400008744>.
- Hartmann, M. T., Hartmann, P. A. & Haddad, C. F. 2006. Repertório vocal de *Hylodes phyllodes* (Amphibia, Anura, Hylodidae). Papéis avulsos de Zoologia, 46, 203-209. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0031-10492006001700001>.
- Heyer, W. R. 1982. Two new species of the frog genus *Hylodes* from Caparaó, Minas Gerais, Brasil (Amphibia: Leptodactylidae). Proceedings of the Biological Society of Washington 95: 377-385.
- Heyer, W.R., Rand, A.S., Cruz, C.A.G., Peixoto, O.L. & Nelson, C.E. 1990. Frogs of Boraceia. Arquivos de Zoologia, Sao Paulo, 31, 231-410.
- Hirschmann, W. & Hödl, W. 2006. Visual signaling in *Phrynobatrachus krefftii* Boulenger, 1909 (Anura: Ranidae). Herpetologica 62: 18-27. DOI: 10.2307/3893582.
- Hödl, W. & Amézquita, A. 2001. Visual signaling in anuran amphibians. Em: Ryan MJ (ed) Anuran communication. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, pp 121-141.
- Hödl, W., Rodrigues, M.T., Accacio, G.M, Lara, P.H, Pavan, D., Schiesari, L.C. & Skuk, G. 1997. Foot-flagging display in the Brazilian stream-breeding frog *Hylodes asper* (Leptodactylidae). Scientific film CTf 2703 ÖWF, Wien. Disponível em: https://amphibiaweb.org/cgi/amphib_query?where-genus=Hylodes&where-species=asper. Acesso em 15 jun. 2023

- Köhler, J., Jansen, M., Rodriguez, A., Kok, P.J.R., Toledo, L.F., Emmrich, M., Glaw, F., Haddad, C.F.B., Rödel, M.-O. & Vences, M. The use of bioacoustics in anuran taxonomy: theory, terminology, methods and recommendations for best practice. 2017. *Zootaxa* 4251, 1–124. DOI: 10.11646/zootaxa.4251.1.1.
- Lacerda, J. V. A., Montesinos, R., Zocca, C. Á. S. S. I. O., Guimaraes, C. S., Santana, D. J., & Ferreira, R. B. 2022. On the stream-dwelling *Crossodactylus timbuhy* (Anura, Hylodidae): taxonomy, natural history, and geographic distribution. *Zootaxa*, 5155(4), 564-580. DOI: 10.11646/ZOOTAXA.5155.4.6
- Lingnau, R., C. Canedo, & J. P. Pombal, Jr. 2008. A new species of *Hylodes* (Anura: Hylodidae) from the Brazilian Atlantic Forest. *Copeia* 2008:595–602. DOI: 10.1643/ch-07-091.
- Narvaes P. & Rodrigues M. T. 2005 Visual communication, reproductive behavior, and home range of *Hylodes dactylocinus* (Anura, Leptodactylidae). *Phyllomedusa* 4(2):147–158. DOI: DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9079.v4i2p147-158>.
- Nascimento, L. B., J. P. Pombal, Jr. & C. F. B. Haddad. 2001. A new frog of the genus *Hylodes* (Amphibia: Leptodactylidae) from Minas Gerais, Brazil. *Journal of Zoology*. London 254: 421–428. DOI: 10.1017/s0952836901000917.
- Rendall, D., Owren, M. J. & Ryan, M. J. 2009. What do animal signals mean? *Anim Behav* 78(2009):233–240. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2009.06.007>.
- Rosenthal, G. G., Rand, A. S. & Ryan, M. J. 2004. The vocal sac as a visual cue in anuran communication: an experimental analysis using video playback. *Animal Behaviour*, 68(1), 55–58. DOI:10.1016/j.anbehav.2003.07.013.
- Rossa-Feres, D. C., Garey, M. V., Caramaschi, U., Napoli, M. F., Nomura, F., Bispo, A. A., Brasileiro, C. A., Thomé, M. T. C., Sawaya, R. J., Conte, C. E., Cruz, C. A. G., Nascimento, L. B., Gasparini, J. L., Almeida, A. P. & Haddad, C. F. B. 2017. Anfíbios da Mata Atlântica: lista de espécies, histórico dos estudos, biologia e conservação. Em: *Revisões em Zoologia: Mata Atlântica*, pp. 237–314.
- Ryan M. J. 2001 *Anuran communication*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

Silva, H. R. D. & Benmaman, P. 2008. Uma nova espécie de *Hylodes* Fitzinger da Serra da Mantiqueira, Minas Gerais, Brasil (Anura: Hylodidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 25, 89-99. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-81752008000100013>.

Starnberger, I., Preininger, D. & Hödl, W. 2014. The anuran vocal sac: a tool for multimodal signalling. *Animal Behaviour*, 97, 281–288. DOI:10.1016/j.anbehav.2014.07.027

Struett, M. M., Confetti, A. E. & Leivas, P. T. 2021. The Brazilian torrent frog controls its paired vocal sacs independently: implications for acoustic parameters. *South American Journal of Herpetology*, 21(1), 65-69. DOI: <https://doi.org/10.2994/SAJH-D-19-00103.1>.

Toledo, L. F., Dena, S., Segalla, M., Prado, C. P. A., Loebmann, D., Gasparini, J. L., Sazima, I. & Haddad, C. F. B. 2021. Anfíbios da Mata Atlântica. Aplicativo de celular. Econature, Consultoria, Pesquisa e Educação Ambiental. Versão 1.0.0.

Toledo, L. F., Martins, I. A., Bruschi, D. P., Passos, M. A., Alexandre, C. & Haddad, C. F. 2015. The anuran calling repertoire in the light of social context. *Acta ethologica*, 18, 87-99. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10211-014-0194-4>

Wells, K.D. 1977. The social behaviour of anuran amphibians. *Anim. Behav.* 25: 666-693.

Wells, K. D. 2010. *The ecology and behavior of amphibians*. The University of Chicago Press, London.

Wogel, H., Abrunhosa, P.A. & Weber, L.N. 2004. The tadpole, vocalizations and visual displays of *Hylodes nasus* (Anura, Leptodactylidae). *Amphibia-Reptilia*, 25:219-117. DOI:10.1163/1568538041231184.

4. CONCLUSÕES GERAIS

Em conclusão, este estudo expande nosso conhecimento sobre a diversidade e taxonomia de *Hylodes lateristrigatus*, assim como aumenta nossa compreensão da biologia e comportamento da espécie. Concluimos que, com base no conjunto de dados analisados, todas as populações estudadas correspondem ao mesmo táxon, ou seja, *H. lateristrigatus*. No entanto, é importante ressaltar que análises adicionais com um maior número de exemplares e o uso de outras fontes de dados, como dados larvais e moleculares, podem fornecer uma elucidação das variações encontradas entre as populações analisadas.

Este trabalho possui relevância significativa, pois informações detalhadas sobre a morfologia externa e os cantos de anúncio das populações de *H. lateristrigatus* podem fornecer evidências para a compreensão da diversidade e distribuição geográfica dessa espécie. Além disso, a análise das variações morfológicas e bioacústicas pode contribuir para a identificação e classificação adequadas das espécies proximamente relacionadas, evitando problemas de nomenclatura e identificação. Com isso, esperamos que esta pesquisa possa ainda, fornecer informações valiosas para o desenvolvimento de estratégias eficazes de conservação das populações de *H. lateristrigatus* na Serra da Mantiqueira e em outras regiões onde essa espécie pode ocorrer.

Além disso, este estudo trouxe informações inéditas sobre o repertório comportamental de *Hylodes lateristrigatus*. Ao documentar um novo tipo de canto e diversas exibições visuais nunca antes descritas para a espécie, ampliamos nossa compreensão sobre como essas rãs se comunicam e se comportam em seu ambiente natural. Ao comparar nossos resultados com a literatura, notamos semelhanças na comunicação entre as espécies do gênero *Hylodes*. É importante destacar que, assim como outras espécies da família Hylodidae, e especialmente do gênero *Hylodes*, a comunicação em *H. lateristrigatus* é baseada em sinais visuais e acústicos. Nossos resultados reforçam ainda, a relevância dos sacos vocais na comunicação visual desses anfíbios, já que observamos o comportamento de pulsar e inflar essas estruturas mesmo sem a emissão de som.

Recomendamos que sejam conduzidos estudos mais abrangentes e com tratamento de controle, uma vez que seriam valiosos para verificar se os indivíduos exibem comportamentos visuais mesmo na ausência de um estímulo artificial, como o *playback*. Sugerimos que a

observação de sinais visuais seja incluída em pesquisas para melhor compreender a variação comportamental entre indivíduos, populações ou espécies, assim como é feito com sinais acústicos, especialmente em grupos de anuros que demonstram evidências de comunicação visual, como a família Hylodidae. Esperamos que essas novas informações contribuam para futuras pesquisas sobre a ecologia e o comportamento das espécies de *Hylodes*, expandindo o conhecimento sobre os anfíbios.