

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

O repertório comportamental da Perereca-pintada-do-rio-pomba *Nyctimantis pomba* (Anura: Hylidae) em ambiente *ex situ*

Heithor Simão Diniz
Magister Scientiae

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2025**

HEITHOR SIMÃO DINIZ

O repertório comportamental da Perereca-pintada-do-rio-pomba *Nyctimantis pomba* (Anura: Hylidae) em ambiente *ex situ*

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
2025**

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

T

D585r
2025
Diniz, Heithor Simão, 1998-
O repertório comportamental da
Perereca-pintada-do-rio-pomba *Nyctimantis pomba* (Anura:
Hylidae) em ambiente *ex situ* / Heithor Simão Diniz. – Viçosa,
MG, 2025.

1 dissertação eletrônica (29 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndices.

Orientador: Renato Neves Feio.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Biologia Animal, 2025.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2025.588>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Animais em extinção - Mata Atlântica - Zona da Mata
(MG : Mesorregião). 2. *Nyctimantis pomba* - Comportamento.
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. 591.68098151

HEITHOR SIMÃO DINIZ

O repertório comportamental da Perereca-pintada-do-rio-pomba *Nyctimantis pomba* (Anura: Hylidae) em ambiente *ex situ*

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: 4 de agosto de 2025.

Assentimento:

Heithor Simão Diniz
Autor

Renato Neves Feio
Orientador

Essa dissertação foi assinada digitalmente pelo autor em 19/09/2025 às 16:05:03 e pelo orientador em 19/09/2025 às 16:07:05. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **4SZW.3KNO.7KXZ** e clique no botão 'Validar documento'.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço aos meus pais e irmãos que foram toda a base necessária para concluir esse estudo. À eles dedico o trabalho aqui apresentado. Agradeço aos meus amigos mais próximos de Viçosa por todo apoio que me proporcionaram em suas diferentes formas, à vocês digo que não seria possível concluir essa etapa sozinho.

À Universidade Federal de Viçosa, por ser fundamental em minha formação profissional e pessoal, ao Departamento de Biologia Animal e ao Museu de Zoologia João Moojen, onde pude complementar minha formação com ricas experiências.

Agradeço especialmente ao meu orientador Renato Neves Feio pelo aprendizado conjunto, confiança e por ser sempre solícito. Ao Clodoaldo Assis, que de alguma forma me orientou por anos e confiou em mim para que este trabalho fosse feito. Sou grato também pela parceria entre instituições mediadas pela Cybele Lisboa e Cauê Monticelli, pessoas importantes para o desenvolvimento deste trabalho que também contribuíram para minha formação.

Este trabalho foi realizado com o apoio das seguintes agências de pesquisa brasileiras: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

RESUMO

DINIZ, Heithor Simão, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2025. **O repertório comportamental da Perereca-pintada-do-rio-pomba *Nyctimantis pomba* (Anura: Hylidae) em ambiente *ex situ*.** Orientador: Renato Neves Feio.

A fragmentação acelerada de habitats naturais, especialmente na Mata Atlântica brasileira, representa uma das principais ameaças à biodiversidade, afetando de modo crítico anfíbios endêmicos com alcance restrito e ecologia pouco conhecida, como a perereca pintada do rio pomba, *Nyctimantis pomba*. A falta de dados sobre seus padrões comportamentais e ecológicos compromete o estabelecimento de estratégias de conservação eficazes, incluindo iniciativas de manejo e reintrodução em contexto de mudanças climáticas e declínio das populações neotropicais. Este estudo buscou preencher essa lacuna por meio de observações comportamentais *ex situ* em cativeiro, com foco na organização social, competição intraespecífica e comportamento alimentar de *N. pomba*. Os resultados foram obtidos através da análise de filmagens dos indivíduos em cativeiro em duas etapas e revelaram dominância clara de um macho, que apresentou maior mobilidade, menor tempo em abrigo, maior sucesso em embates físicos e mais cópulas bem sucedidas. Além disso, juvenis mostraram elevada frequência alimentar, sugerindo uma estratégia adaptativa de crescimento. Esses achados fornecem subsídios importantes para entender as necessidades comportamentais da espécie e aprimorar protocolos de manejo *ex situ*, fundamentais para a conservação de populações em risco. Embora os métodos *ex situ* não replicarem perfeitamente as condições naturais, eles permitem controle rígido sobre fatores chave como alimentação, reprodução e interação social, sendo cruciais para a manutenção de populações reserva, especialmente quando os habitats naturais estão degradados ou fragmentados. Com apoio técnico do Centro de Conservação da Fauna de São Paulo (CECFau – SEMIL), este trabalho demonstra como observações comportamentais em ambiente controlado podem gerar conhecimento inédito capaz de embasar ações de manejo, reintrodução e conservação de *N. pomba* em meio ao crescente desafio da fragmentação da Mata Atlântica e da crise global da biodiversidade.

Palavras-chave: Lophyohylini; scan sampling; cativeiro; espécies ameaçadas; etologia; comportamento agonístico

ABSTRACT

DINIZ, Heithor Simão, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2025. **The behavioral repertoire of the painted tree frog *Nyctimantis pomba* (Anura: Hylidae) in an *ex-situ* environment.** Adviser: Renato Neves Feio.

The accelerated fragmentation of natural habitats, especially in the Brazilian Atlantic Forest, represents one of the main threats to biodiversity, critically affecting endemic amphibians with restricted ranges and poorly understood ecology, such as the tree frog *Nyctimantis pomba*. The lack of data on their behavioral and ecological patterns compromises the establishment of effective conservation strategies, including management and reintroduction initiatives in the context of climate change and declining Neotropical populations. This study sought to fill this gap through *ex situ* behavioral observations in captivity, focusing on the social organization, intraspecific competition, and feeding behavior of *N. pomba*. The results were obtained through analysis of video footage of captive individuals in two stages, which revealed clear dominance by one male, who displayed greater mobility, shorter time in shelter, greater success in physical combats, and more successful copulations. Furthermore, juveniles showed high feeding frequency, suggesting an adaptive growth strategy. These findings provide important insights into understanding the species' behavioral needs and improving *ex situ* management protocols, which are crucial for conserving at-risk populations. Although *ex situ* methods do not perfectly replicate natural conditions, they allow for tight control over key factors such as feeding, reproduction, and social interaction, making them crucial for maintaining reserve populations, especially when natural habitats are degraded or fragmented. With technical support from the São Paulo Wildlife Conservation Center (CECFau – SEMIL), this work demonstrates how behavioral observations in a controlled environment can generate unprecedented knowledge capable of informing management, reintroduction, and conservation actions for *N. pomba* amid the growing challenge of Atlantic Forest fragmentation and the global biodiversity crisis.

Keywords: Lophyohylini; scan sampling; captive; threatened species; ethology; agonistic behaviour

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	7
1. O estudo comportamental de <i>Nyctimantis pomba</i> em cativeiro	8
2. A espécie <i>Nyctimantis pomba</i> (Assis, Santana, Silva, Quintela, & Feio, 2013)	9
3. O programa de conservação da Perereca-pintada-do-rio-pomba.....	9
REFERÊNCIAS	11
ARTIGO.....	122
INTRODUÇÃO	13
MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
Local de coleta e ecologia da espécie	14
Manutenção em cativeiro.....	14
Observações comportamentais	14
RESULTADOS.....	15
Etograma.....	15
Cronograma de atividades	15
Interação macho-macho.....	16
Comportamento de corte e postura de ovos.....	16
DISCUSSÃO	17
Agradecimentos	21
Declaração de conflito de interesse	211
REFERÊNCIAS	22
APÊNDICES.....	25
Tabela 1.	25
Tabela 2.	26
Figura 1.....	277
Figura 2.....	28
Legendas de tabelas	29
Legenda de figuras.....	2929

INTRODUÇÃO GERAL

1. A espécie *Nyctimantis pomba* (Assis, Santana, Silva, Quintela, & Feio, 2013)

Nyctimantis pomba é uma espécie de perereca descrita em 2013, endêmica da Mata Atlântica brasileira, com distribuição restrita a um pequeno fragmento florestal no município de Cataguases, em Minas Gerais (ASSIS et al. 2013). Esta espécie de tamanho médio, com comprimento rostro-cloacal variando entre 5 e 7 centímetros, destaca-se pela coloração dorsal com manchas creme sobre fundo marrom escuro e íris vermelha (Fig. 1) (ASSIS et al., 2013). Faz parte da família Hylidae, e pertence tribo Lophyohylini, o grupo conhecido como o das pererecas-de-capacete, caracterizadas por uma ossificação no crânio. Embora tenha sido descrita inicialmente no gênero *Aparasphenodon*, uma recente revisão taxonômica a posicionou no gênero *Nyctimantis* (BLOTTO et al., 2021).



Fig. 1. Indivíduo da espécie *Nyctimantis pomba* fotografada em seu ambiente natural, empoleirada em um bambu. **Foto:** Diego J. Santana.

A espécie ocorre exclusivamente em um fragmento de floresta fora de Unidades de Conservação de proteção integral e sua área de ocorrência é extremamente limitada, estimando-se que sua extensão de ocorrência e área de ocupação sejam menores que 0,5 km² (ASSIS et al., 2013). O ambiente florestal onde *N. pomba* habita está sob forte pressão devido a atividades humanas, como queimadas, desmatamento e a expansão da agropecuária. A região já sofreu incêndios e a construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) nas proximidades pode gerar impactos indiretos. Além disso, a área é frequentemente invadida por gado, cavalos e

atividades ilegais, como a retirada de madeira e a produção de mudas comerciais (LISBOA et al. 2023). A fragmentação do habitat e os impactos antrópicos são as principais ameaças à espécie, que foi classificada como Criticamente em Perigo (CR) na Lista Oficial da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (BRASIL, 2022). Além disso, *N. pomba* está no âmbito do Plano de Ação Nacional para a Conservação da Herpetofauna Ameaçada da Mata Atlântica da Região Sudeste do Brasil (PAN-Sudeste) e foi listada como espécie prioritária para conservação *ex situ* através do termo de cooperação técnica entre a Associação de Zoológicos e Aquários do Brasil (AZAB) e o ICMBio.

Apesar da sua limitada distribuição geográfica, pouco se sabe sobre os hábitos e a história natural de *N. pomba*. A espécie é encontrada em atividade principalmente entre agosto e fevereiro, ocupando bambuzais e brejos associados à mata, com uma atividade restrita ao período chuvoso. Machos vocalizam durante a temporada reprodutiva, geralmente entre novembro e dezembro, em áreas úmidas (LISBOA et al. 2023). A reprodução ocorre em poças nos brejos, onde também foram encontrados girinos, embora estes sejam extremamente difíceis de localizar. A espécie é altamente vulnerável à perda de habitat e às pressões externas, sendo urgente o desenvolvimento de estratégias de conservação mais eficazes para proteger os poucos locais onde ainda é possível encontrá-la.

2. O estudo comportamental de *Nyctimantis pomba* em cativeiro

A fragmentação do habitat é uma das maiores ameaças à biodiversidade global, com impactos profundos sobre as populações de espécies endêmicas e ameaçadas (FAHRIG, 2003). No Brasil, a Mata Atlântica, um dos biomas mais biodiversos do planeta, tem sofrido perdas irreparáveis devido ao desmatamento e à urbanização acelerada. Esse processo de fragmentação afeta especialmente os anfíbios endêmicos, cujas populações são sensíveis à degradação ambiental e à perda de habitat (PARMESAN, 2006). A perereca pintada do rio pomba, *Nyctimantis pomba* (Assis, Santana, Silva, Quintela, & Feio, 2013), é um exemplo crítico de uma espécie da Mata Atlântica que ainda carece de estudos profundos sobre sua ecologia e comportamento, em que a falta dessas informações compromete a implementação de estratégias eficazes para sua conservação, especialmente em face das mudanças climáticas e da perda acelerada de biodiversidade das populações de anfíbios neotropicais (ANJOS et al., 2020)

A conservação de espécies ameaçadas, como *Nyctimantis pomba*, depende de um conhecimento aprofundado dos seus padrões comportamentais e ecologia, especialmente para a realização de programas de reintrodução e manejo *ex situ*. No entanto, o potencial dos estudos comportamentais de anfíbios em cativeiro permanece pouco explorado (EDMONDS et al., 2014). O presente estudo realiza observações comportamentais *ex situ* de indivíduos de *N. pomba*, com foco em suas interações sociais, estratégias reprodutivas e uso do espaço. Para tanto, foram conduzidas etapas de observação, com ênfase na análise da organização social, comportamentos de competição e atividades alimentares de indivíduos mantidos em cativeiro.

Embora o manejo em cativeiro, seja passível de críticas por não replicar as condições naturais e por sua possível implicação em alterações comportamentais indesejadas (TURKO et

al., 2023), ele representa uma das principais ferramentas disponíveis para a conservação de espécies ameaçadas. O cativeiro pode oferecer um ambiente controlado, onde fatores como alimentação, reprodução e interação social podem ser monitorados de forma precisa, possibilitando o desenvolvimento de estratégias de manejo que visem a preservação de populações em risco. No entanto, os cativeiros exigem uma gestão cuidadosa para garantir o bem-estar dos animais, uma vez que, se mal administrados, podem induzir estresse, comportamentos anômalos e até comprometer a saúde reprodutiva das espécies (JULIEN et al., 2023). Para a realização do trabalho foi utilizado as instalações e conhecimento técnico do Centro de Conservação da Fauna de São Paulo (CECFau - SEMIL) que garantiu o uso ético do espaço de confinamento dos animais. E, apesar desses desafios, os cativeiros têm mostrado ser uma solução eficaz para a proteção de espécies como *Nyctimantis pomba*, fornecendo uma base para programas de reprodução e reintrodução que, de outra forma, seriam inviáveis no ambiente natural devido à degradação dos habitats.

A preservação de espécies como *Nyctimantis pomba* é uma estratégia crucial para a manutenção dos ecossistemas que sustentam a vida nesses ambientes, já que, a saúde dos ecossistemas naturais, incluindo as florestas tropicais, está diretamente ligada à preservação da fauna local. Além disso, a conservação de anfíbios, que são bioindicadores de qualidade ambiental, pode fornecer informações valiosas sobre a saúde geral dos ecossistemas e, por consequência, sobre a qualidade de vida humana (BRAGA et al., 2022; PELUSO; COLL; ARONZON, 2021). Este estudo contribui com informações inéditas de *Nyctimantis pomba*, revelando padrões comportamentais que podem informar estratégias de conservação mais eficazes, incluindo a possível reintrodução de indivíduos em ambientes naturais restaurados. Por isso um dos objetivos é disponibilizar na literatura os dados obtidos através da observação das filmagens. As observações comportamentais *ex situ* não só ampliam o conhecimento sobre a ecologia da espécie, mas também oferecem *insights* para o desenvolvimento de práticas de manejo que favoreçam a sobrevivência da espécie em um cenário de contínua fragmentação e degradação de habitat.

3. O programa de conservação da Perereca-pintada-do-rio-pomba

Como parte dos esforços de conservação da ameaçada *Nyctimantis pomba* viu-se a necessidade da criação de uma população de segurança da espécie para a sua manutenção e assim evitar os danos caso ocorra o completo desaparecimento de sua população natural. Com este objetivo, firmou-se a parceria entre a Fundação Zoológico, da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente de São Paulo, e pesquisadores do Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa.

À luz do caso de sucesso como o da espécie *Scinax alcatraz* conduzido por LISBOA, CYBELE S.; VAZ; BRASILEIRO (2021), foi feito o esforço de campo na área de ocorrência da espécie sob a licença SISBIO nº 71347-2, com atenção especial à coleta de fêmeas, de modo a monitorar a população natural e garantir indivíduos da espécie para formar a população de segurança em ambiente controlado. Ao fim da coleta, os indivíduos foram manejados para o Centro de Conservação de Fauna de São Paulo (CECFau - SEMIL) no município de Araçoiaba

da Serra - SP para serem mantidos em terrários adaptados a sustentar a vida dos diferentes indivíduos coletados, dentre machos, fêmeas e juvenis. Os terrários contam com um sistema automatizado de chuvas e a sala que os abriga conta com sistemas de controle de temperatura para garantir a similaridade do ambiente com o ambiente natural de ocorrência da espécie (Fig. 2).



Fig. 2. Dois dos terrários que abrigam a população de segurança de *Nyctimantis pomba* em cativeiro nas instalações do Centro de Conservação de Fauna de São Paulo. Os terrários contam com estruturas adaptadas para manter os animais e contam com enriquecimento que se assemelham ao ambiente natural. **Foto:** Cauê Monticelli.

A parceria entre os pesquisadores de diferentes instituições auxiliou na criação do Plano Estratégico de Conservação de Anfíbios (PECAn) – Perereca pintada (*Nyctimantis pomba*) 2023 – 2028, que tem como um dos objetivos reduzir as lacunas de conhecimento sobre a espécie e seu habitat (LISBOA et al. 2023). Desta forma, os resultados obtidos com o estudo aqui apresentado auxilia diretamente aos esforços de conservação da espécie, e fornecem ferramentas para melhorar o bem estar animal além de ajudar em áreas estratégicas para uma possível reintrodução populacional.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, Amanda G. *et al.* Is there an association between the ecological characteristics of anurans from the Brazilian Atlantic Forest and their extinction risk? *Ethology Ecology and Evolution*, v. 32, n. 4, p. 336–350, 3 jul. 2020.
- ASSIS, Clodoaldo Lopes *et al.* A new and possibly critically endangered species of casque-headed tree frog *Aparasphenodon* Miranda-Ribeiro, 1920 (Anura, Hylidae) from southeastern Brazil. *Zootaxa*, v. 3716, n. 4, p. 583–591, 2013.
- BLOTTO, Boris L. *et al.* The phylogeny of the Casque-headed Treefrogs (Hylidae: Hylinae: Lophohylini). *Cladistics*, p. 1–37, 2020.
- BRAGA, Roberta da Rocha *et al.* *Leptodactylus macrosternum* (Anura: Leptodactylidae) as a bioindicator of potentially toxic chemical elements in irrigated perimeters in northeastern Brazil. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, v. 4, p. 124–131, 1 jan. 2022.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 148, de 7 de junho de 2022. Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção no Brasil. Diário Oficial da União: Seção: 1, Brasília, DF, 08/06/2022.
- EDMONDS, Devin. Captive husbandry, reproduction, and fecundity of the golden mantella (*Mantella aurantiaca*) at the Mitsinjo breeding facility in Madagascar Mantella studies View project Building a Future for Malagasy Amphibians View project Falitiana Rabemananjara Langaha Association. [S.l: s.n.], 2015. Disponível em: <<http://www.salamandra-journal.com>>.
- FAHRIG, Lenore. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. [S.l.]: Annual Reviews Inc., 2003
- JULIEN, Allison R. *et al.* Effects of wild, semi-captive, and captive management on male Chiricahua leopard frog sperm quality with implications for conservation breeding programs. *Conservation Science and Practice*, v. 5, n. 1, 1 jan. 2023.
- LISBOA, C.S *et al.* Plano Estratégico de Conservação de Anfíbios — *Nyctimantis pomba* (2023–2028). *Grupo de Especialistas em Anfíbios do Brasil - ASG. IUCN*, 2023. Disponível em: <<https://www.iucn-amphibians.org/wp-content/uploads/2023/05/Plano-Estrategico-de-Conservacao-deAnfibios-%E2%80%94-Nyctimantis-pomba.pdf>>. Acesso em: 26 jul. 2025.
- LISBOA, Cybele S.; VAZ, Renata I.; BRASILEIRO, Cinthia A. Captive breeding program for *Scinax alcatraz* (Anura: Hylidae): introducing amphibian ex situ conservation in Brazil. *Amphibian & Reptile Conservation*, v. 15, n. 2, p. 279–288, 2021.
- PARMESAN, Camille. Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Chang. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. [S.l: s.n.], 2006. v. 37. p. 637–669. Disponível em: <<http://www.aai.org/Papers/Workshops/2006/WS-06-09/WS06-09-006.pdf>>.
- PELUSO, Julieta; COLL, C. S. P.; ARONZON, Carolina M. In situ exposure of amphibian larvae (*Rhinella fernandezae*) to assess water quality by means of oxidative stress biomarkers in water bodies with different anthropic influences. *Chemosphere*, v. 271, 1 maio 2021.
- TURKO, Andy J. *et al.* Physiological differences between wild and captive animals: a century-old dilemma. *The Journal of experimental biology*, v. 226, n. 23, 1 dez. 2023.

ARTIGO

O REPERTÓRIO COMPORTAMENTAL DA PERERECA-PINTADA-DO-RIO-POMBA *NYCTIMANTIS POMBA* (ANURA: HYLIDAE) EM AMBIENTE *EX SITU*

^a Departamento de Biologia Animal, Museu de Zoologia João Moojen, Universidade Federal de Viçosa, 36570-900 - Viçosa, Minas Gerais, Brasil;

^b Departamento de Conservação e Pesquisas Aplicadas da Coordenadoria de Fauna Silvestre do Estado de São Paulo (SEMIL), 05459-900 - São Paulo, Brasil;

^c3Departamento de Répteis, Anfíbios e Invertebrados, Zoológico de São Paulo (São Paulo Zoo), 04301-905, São Paulo, Brasil.

*Autor correspondente: heithorsdiniz@gmail.com

RESUMO

A fragmentação do habitat na Mata Atlântica ameaça especialmente anfíbios endêmicos como *Nyctimantis pomba*, cuja ecologia e comportamento permanecem pouco conhecidos, comprometendo estratégias eficazes de conservação. Para suprir essa lacuna, realizamos observações comportamentais *ex situ* em duas etapas: inicialmente, seis indivíduos (dois machos adultos, duas fêmeas adultas e dois juvenis) foram mantidos separadamente por 10 noites consecutivas, gerando 450 h de gravação; em seguida, três machos adultos e uma fêmea foram reunidos por 4 dias em um único terrário, totalizando 96 h de filmagem com amostragem por varredura em intervalos de 5 minutos. A partir da análise foi elaborado um etograma contendo 18 comportamentos em 8 categorias (descanso, postura, locomoção, alimentação, excreção, embate, reprodução e outras). A partir das observações foi possível evidenciar forte dominância de um macho, que exibiu maior mobilidade, tempo reduzido em abrigo, maior sucesso em embates e amplexos, incluindo cópula seguida de oviposição. Observou-se também intensa competição entre machos, com embates físicos usando a cabeça como ferramenta, tanto na tentativa de amplexos quanto no estabelecimento de hierarquia. A espécie é noturna, porém machos e juvenis apresentaram maior tempo de atividade enquanto fêmeas ficaram ativas por menos tempo. Juvenis mostraram alta frequência alimentar, sugerindo estratégias de crescimento adaptativo. O estudo confirma padrões de organização social, territorialismo e estratégias reprodutivas intrínsecas à espécie, reforçando a utilidade de dados *ex situ* para subsidiar esforços de conservação e possíveis reintroduções em ambiente natural.

Palavras chave: Lophyohylini, *scan sampling*, cativo, espécies ameaçadas, etologia, comportamento agonístico.

INTRODUÇÃO

A perda da biodiversidade diante as perturbações causadas pelo homem é um dos fatores que mais impactam espécies em seu ambiente natural, e entender esse processo é uma das questões importantes enfrentadas por cientistas atualmente. Muitos fatores podem levar a diminuição da biodiversidade em um ambiente, sendo a fragmentação do habitat impactante para as espécies que compõem um ecossistema (Ribeiro et al. 2009, Yuan et al. 2024). Geralmente é interrompido o fluxo migratório e ocorre a diminuição da variabilidade genética, tornando-as suscetíveis à extinção (Betts et al. 2019). O alto índice de fragmentação é uma das principais causas da perda de biodiversidade de anfíbios na Mata Atlântica brasileira, que além de apresentarem um alto grau de endemismo no bioma, também representam a maior parte desses animais classificados com algum grau de ameaça no país (Haddad et al. 2013, Morais et al. 2020, BRASIL, 2022). O bioma, mesmo ameaçado, ainda apresenta um alto grau de biodiversidade e é lar de espécies pouco estudadas, mas que correm sério risco de extinção, e com isso a perda de informações de suas interações ecológicas (Ribeiro et al. 2009, Valient-Banuet et al. 2015). Uma destas espécies é *Nyctimantis pomba* (Assis, Santana, Silva, Quintela & Feio, 2013), um anuro criticamente ameaçado e endêmico do sudeste do Brasil com ocorrência limitada à sua localidade tipo, uma área não protegida que sofre com os efeitos de fragmentação de habitat (Assis et al. 2013). Desde a descrição da espécie poucos dados adicionais sobre sua ecologia e comportamento foram publicados, o que limita o entendimento de sua história natural e o desenvolvimento de medidas eficazes de conservação.

De modo a auxiliar a compreensão de aspectos fundamentais da ecologia, evolução e história natural de uma espécie ainda pouco conhecida e ameaçada, a observação comportamental é uma ferramenta essencial e o primeiro passo para o entendimento da relação dessa espécie com seu habitat e a função ecológica que esta desempenha (Van Sluys et al. 2024). Os dados comportamentais obtidos através das observações de espécies em cativeiro contribuem não apenas para a compreensão das interações entre indivíduos com o ambiente, mas também são cruciais para embasar estratégias de conservação, especialmente em espécies com distribuição restrita ou pouco conhecidas que poderiam se beneficiar da reintrodução em seu ambiente natural (Lisboa & Vaz 2021). Em especial, espécies endêmicas de regiões ameaçadas, como a Mata Atlântica brasileira, frequentemente apresentam lacunas significativas de informação sobre sua biologia básica, incluindo padrões comportamentais (Trindade & Marques 2024). Neste estudo, buscamos entender melhor os comportamentos apresentados por *Nyctimantis pomba* através de uma população mantida em ambiente *ex situ* e, embora estas análises não substituam observações em campo, as observações fora do ambiente natural podem fornecer informações valiosas, sobretudo quando realizados em ambientes controlados que simulam condições naturais. Tais abordagens são especialmente úteis para espécies raras ou de difícil observação, como *N. pomba*, permitindo o registro de padrões comportamentais em situações reprodutivas, sociais e alimentares.

Diante da escassez de dados sobre o comportamento de *Nyctimantis pomba*, este estudo teve como objetivo geral descrever o repertório comportamental da espécie por meio da análise de filmagens em ambiente *ex situ*. Especificamente, buscamos: (i) Apresentar os

comportamentos observados em cativeiro a partir de um etograma; (ii) caracterizar as interações e os possíveis comportamentos agonísticos entre os machos com a presença da fêmea; (iii) fornecer informações sobre o hábito de indivíduos juvenis da espécie; (iv) investigar possíveis diferenças comportamentais entre indivíduos adultos de diferentes sexos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Local de coleta e ecologia da espécie

Indivíduos adultos e juvenis de *Nyctimantis pomba* foram coletados entre 15 de novembro e 15 de dezembro de 2021, na localidade-tipo da espécie (Assis et al. 2013), situada em uma fazenda particular no município de Cataguases, estado de Minas Gerais, Brasil (21°20'20"S, 42°45'43"W; 288 m a.s.l.). A área encontra-se inserida no bioma Mata Atlântica, especificamente na ecorregião das Florestas do Interior da Bahia com precipitação anual média que varia entre 1.000 e 1.750 mm (Dinerstein et al. 2017). Os espécimes foram encontrados entre 18:30 e 22:40 h, em noites chuvosas, ao longo de uma área de brejo com moitas e arbustos próximos a uma estrada em meio à mata. As temperaturas médias registradas no momento da coleta foram de 21°C para o ar e 22°C para a água.

Manutenção em cativeiro

Os indivíduos foram mantidos no Núcleo de Conservação de Fauna Silvestre do Estado de São Paulo (CECFAU), vinculado à Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística (SEMIL), localizado no município de Araçoiaba da Serra, estado de São Paulo, Brasil. Os animais foram alojados em terrários medindo 100 cm (C) × 50 cm (L) × 60 cm (A), enriquecidos com plantas vivas, abrigos que imitam o ambiente natural e tubos de PVC para facilitar a locomoção. Cada terrário foi equipado com um sistema de filtragem e suporte à vida (Eheim Canister Ecco Pro Easy 80 – 2236, 750 L/h). Um sistema automatizado de simulação de chuva foi programado para funcionar entre 20:00 e 01:00 h, conforme o pico de atividade observado em ambiente natural. A temperatura da sala de manutenção foi mantida entre 21 e 29°C. A alimentação foi oferecida uma vez por semana, composta por tenébrios (*Tenebrio molitor*), grilos (*Gryllus* spp.) e baratas (*Blaptica dubia*).

Observações comportamentais

As observações comportamentais foram realizadas com um sistema fixo de videomonitoramento, utilizando uma câmera Intelbras VHD 1120 B G5® (lente de 3,6 mm) conectada a um gravador digital Intelbras MHDX.

Na primeira fase experimental, seis indivíduos (dois machos adultos, duas fêmeas adultas e dois juvenis) foram divididos em três grupos amostrais, de acordo com o sexo e estágio de desenvolvimento. Cada grupo foi mantido isoladamente em terrários distintos e monitorado continuamente por 10 noites consecutivas, das 17:00 às 08:00 h, entre março e abril de 2022. Cada grupo gerou 150 h de gravação, totalizando 450 h de material analisado.

Na segunda fase experimental, voltada aos comportamentos reprodutivos, três machos adultos e uma fêmea adulta foram mantidos juntos em um único terrário entre novembro e

dezembro de 2022. Os animais foram filmados de forma contínua por quatro dias consecutivos, totalizando 96 h de gravações. Nessa etapa, os comportamentos reprodutivos e os padrões de atividade foram analisados por meio de amostragem por varredura, com registros das atividades da fêmea e do macho dominante durante 1 minuto a cada 5 minutos de observação.

As categorias comportamentais foram inicialmente identificadas por meio de amostragem *ad libitum* (Altmann 1974), utilizada para a elaboração do etograma em cativeiro. Posteriormente, as gravações foram analisadas por meio do método de amostragem por varredura (*scan sampling*) (Altmann 1974), com intervalos de 15 minutos, a fim de quantificar a frequência relativa dos comportamentos exibidos por cada grupo.

RESULTADOS

Etograma

Os comportamentos exibidos por *Nyctimantis pomba* em cativeiro foram classificados e categorizados em um etograma (TABELA 1) a partir das informações obtidas pelas observações *ad libitum* de cada grupo amostral e, posteriormente, acrescido das informações dos comportamentos reprodutivos que os espécimes exibiram na segunda etapa de análises. No total, foram observados dezoito comportamentos para *N. pomba* em cativeiro, agrupados em oito categorias: Descanso (n=2), Postural (n=3), Locomoção (n=3), Alimentação (n=2), Excreção (n=1), Embate (n=4), Reprodutivo (n=2), Outro (n=1).

Pela análise de varredura das filmagens, conseguimos estimar a frequência dos comportamentos apresentados pelos grupos amostrais (TABELA 2). O grupo amostral dos machos é o que mais repete os comportamentos observados e, enquanto foram observados separados, os grupos amostrais de machos e fêmeas apresentaram comportamentos de descanso parecidos. Já o grupo os juvenis se locomoveram e mantiveram posições posturais por mais vezes.

Ritmo de atividades em cativeiro

Nyctimantis pomba possui hábitos noturnos, e por isso, o período de atividade dos indivíduos foi considerado a partir do momento em que os animais saem da toca ao entardecer até o momento em que se entocam e não são mais vistos até o outro dia. Para definir a média do horário de atividades dos animais, consideramos os dados da primeira etapa de filmagens onde os grupos amostrais estavam separados. Os indivíduos machos adultos e juvenis concentraram suas atividades fora da toca em horários parecidos durante o período de observações, permanecendo por volta de 12 h despertos. Dentre os três grupos, as fêmeas apresentaram o menor período de atividades, onde passam por volta de 7 h fora da toca (FIGURA 1).

Durante as análises da segunda etapa, as tentativas de amplexo pelos machos influenciaram o horário de atividades da fêmea, que não era capaz de se entocar quando em amplexo. Machos que não foram capazes de formar amplexo com a fêmea apresentaram horário de atividades similares de quando os grupos amostrais estavam separados.

Interação macho-macho

Os comportamentos de embate não foram observados no grupo amostral de fêmeas ou juvenis, e os indivíduos machos, mesmo quando mantidos sem a presença da fêmea, apresentam comportamentos agressivos associados com a disputa de espaço no terrário.

Territorialismo – A perseguição é um comportamento comum entre os machos e, frequentemente, termina em um embate físico, e ao que parece, os machos estabelecem a divisão do espaço através do afugentamento de possíveis concorrentes. Foi observado que um macho exerce dominância sobre os demais, sendo este o que mais se movimenta, mais promove tentativas de amplexo com a fêmea e menos tempo passa entocado. Quando um macho persegue o outro este geralmente o faz de modo a expulsar o concorrente, fazendo-o se entocar ou saltar para longe.

A disputa entre machos podem acontecer mesmo sem a presença do macho dominante. Em um momento em que um macho promove com sucesso o amplexo na fêmea ele deixa de realizar qualquer outra atividade. Neste momento, o casal em amplexo diminui sua locomoção e se afastam dos outros indivíduos, e com a fêmea e o macho dominante indisponíveis, os outros machos frequentemente entram em embate físico, numa disputa secundária. A disputa entre dois machos também foi observada na primeira etapa de análises, quando os machos estavam isolados dos demais grupos amostrais.

Amplexo - O macho dominante não é o único a investir sobre a fêmea para tentar copular. Mesmo com as perseguições e embates os outros machos se atentam a movimentação da fêmea e esperam por uma oportunidade de formar um amplexo com esse indivíduo. Ao que parece, o amplexo ainda desempenha um papel importante dentro da relação de disputa entre os machos. Foi visto que embates entre ♂♂ podem envolver diferentes comportamentos agressivos para o estabelecimento do macho dominante, como perseguições e investidas, que por sua vez podem resultar no amplexo entre estes dois indivíduos. O amplexo entre machos também foi observado quando não houve um embate prévio, onde um macho se lança sobre o outro na tentativa de agarrá-lo pelo dorso. O amplexo entre machos foi visto tanto quando não havia a presença da fêmea quanto com a presença da mesma.

Comportamento de corte e postura de ovos

A análise dos vídeos permitiu que fosse observado a disputa entre os machos e o papel da fêmea durante o processo de corte (FIGURA 2). Os machos se movimentam mais na presença de fêmeas do que quando foram observados em terrários separados destas e machos são notavelmente agressivos uns com os outros, sendo muito comum embates onde saltam sobre o outro, em um movimento de investida. Durante as disputas os machos usam a cabeça para atingir o outro macho, que geralmente é seguida de uma briga. O amplexo é axilar na espécie, segundo Carvajal-Castro et al. (2020), e os indivíduos machos usam a cabeça para tentar remover o rival do dorso da fêmea em um momento de amplexo quando há disputa por esta posição.

Foi observado que entre os machos as disputas podem servir para definir o território de cada um e estabelecer a área em que aquele macho domina, expulsando seus concorrentes

daquele espaço. Quando a fêmea se aproxima do território dominado por aquele macho, ele a reivindica, investindo sobre ela em uma tentativa de amplexo.

Durante as observações, foi identificado três amplexos entre machos e fêmea, em que:

- (i) De curta duração (12 min.), machos disputam antes de um conseguir se destacar e afugentar os outros machos, que logo em seguida investe sobre a fêmea. Durante este amplexo a fêmea foi vista tentando se desvencilhar do macho algumas vezes, sem sucesso;
- (ii) O segundo amplexo teve maior duração (45h e 31 min.) e foi promovido pelo mesmo macho do primeiro amplexo, que perseguiu a fêmea desde então. Desta vez, não houve uma disputa prévia entre machos e o amplexo ocorreu sem brigas, porém houveram inúmeras tentativas por parte dos outros machos de desfazerem este amplexo, sem sucesso, e mesmo com a fêmea indisponível, os outros machos brigam entre si pelo terrário. Depois de se locomoverem pelo espaço, o macho e a fêmea se direcionam para o ponto mais alto do terrário e ali permanecem durante hora, e em nenhum momento se entocam;
- (iii) O último amplexo observado acontece a partir de uma disputa entre os machos em que, o mesmo macho das outras duas tentativas, entra em conflito físico com os outros, consegue afugentá-los e permanece na água (FIGURA 2). A fêmea então se direciona para mais próximo deste macho, que consegue promover o amplexo depois de uma perseguição. Os indivíduos em amplexo se direcionam novamente para o ponto mais alto do terrário. O fim deste amplexo termina em uma desova na água bem sucedida que acontece durante o dia (13:00 h). Este amplexo durou 40 horas, o que alterou significativamente os hábitos normais dos indivíduos.

DISCUSSÃO

O etograma proposto constitui uma base sólida para estudos comparativos intra e interespecíficos dentro do grupo Hylidae. Através da observação dos comportamentos, foi possível detectar padrões distintos de atividade e uso do espaço entre machos, fêmeas e juvenis em cativeiro. O que sugere uma organização social e comportamental potencialmente adaptativa a escolha do uso de microhabitats para atividades reprodutivas no ambiente natural, úmido e fragmentado onde a espécie ocorre, visto que machos e fêmeas sofrem diferentes pressões seletivas durante o período reprodutivo (Wells 1977, Eterovick & Ferreira 2008). Entretanto as variações inter sexuais do uso de habitat fora do período de reprodução ainda precisa ser observada em *N. pomba* (Regosin et al. 2003). A caracterização desses padrões em condições controladas permite uma inferência inicial sobre estratégias ecológicas e reprodutivas da espécie que, por ser raramente observadas em campo, poucas informações existem disponíveis (Quiguango-Ubillús & Coloma 2008, Castillo-Trenn & Coloma 2008). A descrição do repertório comportamental reprodutivo de *Nyctimantis pomba* em ambiente controlado aliado ao sucesso reprodutivo da espécie nesse ambiente representa um avanço importante no entendimento dos hábitos dessa espécie, além dos dados obtidos reforçarem o valor do cativeiro como ferramenta complementar ao estudo da história natural de anuros ameaçados.

Os resultados demonstram que *N. pomba* apresenta um claro padrão de atividade noturna, permanecendo ocultos durante o dia, com machos e juvenis saindo do abrigo primeiro ao anoitecer e permanecendo ativos por períodos mais prolongados em comparação às fêmeas, voltando a se entocar próximo ao amanhecer. Esta característica, que também foi vista na espécie em seu ambiente natural (C. Assis, *personal communication*, 2021.), foi observada em *Tripurion spinosus* em ambiente controlado em um estudo semelhante (Cerón-De la Luz 2020). Esse dimorfismo temporal de atividade pode estar relacionado a diferentes demandas energéticas e comportamentais, especialmente em contextos reprodutivos, com a maior atividade dos machos ao longo da noite podendo refletir uma estratégia de maximização de encontros com fêmeas e oportunidades de acasalamento, como observado em outras espécies da família Hylidae (Ethier et al. 2021). Já o menor tempo de atividade das fêmeas pode estar vinculado à conservação energética e à seleção de parceiros em contextos específicos, se expondo no terrário na maior parte das vezes para a cópula enquanto mantida no mesmo terrário com os machos. Foi observado também que a fêmea tem um alto gasto de energia enquanto em amplexo com outro macho perdendo mais peso quando se locomove com um macho no dorso por horas. Esse padrão e comportamento das fêmeas pode ser reflexo do que ocorre no ambiente natural, em que a fêmea se mantém entocada a maior parte do tempo e assim evita predadores próximos às áreas alagadas onde os machos disputam entre si (González-Bernal et al. 2015). Assim, a modulação da atividade da fêmea durante o processo de cópula indica que interações sexuais têm implicações diretas sobre sua rotina comportamental. Esses achados sugerem que o ciclo de atividade de *N. pomba* é influenciado por pressões sexuais e sociais, reforçando a importância do comportamento como mediador das estratégias reprodutivas dessa espécie.

O comportamento reprodutivo de *Nyctimantis pomba* foi caracterizado por intensa competição entre machos e dinâmicas de corte complexas, com o estabelecimento claro de hierarquias de dominância entre os indivíduos, como observados em outras espécies neotropicais de anuros (Ursprung et al. 2011). Ao longo das observações, foram registrados três eventos distintos de amplexo macho-fêmea, cada um precedido ou acompanhado por interações agressivas entre machos, incluindo combates físicos, perseguições e empurrões com a cabeça para deslocar rivais. Em dois desses eventos, o mesmo macho dominante foi responsável por iniciar e manter com sucesso o amplexo, mesmo por períodos prolongados que excederam 45 horas. Notavelmente, esse macho dominante apresentou maior atividade, passou menos tempo entocado e frequentemente iniciava tanto comportamentos agressivos quanto tentativas de acasalamento, sugerindo uma relação entre controle espacial e sucesso reprodutivo. Adicionalmente, foram observados episódios de embate físico entre machos, tanto na presença quanto na ausência de fêmeas, muitas vezes sucedidos por amplexos macho-macho. Embora tais comportamentos possam representar erros reprodutivos decorrentes de alta excitação em ambientes confinados, também podem refletir um espectro mais amplo de comportamentos relacionados à dominância, como já foi observado em outras espécies de anuros com alta densidade de machos e intensa competição em ambiente natural (Mollov et al. 2010, Toledo et al. 2011, Dias-Souza et al. 2020). Sabe-se da influência que fatores abióticos exercem sobre a atividade reprodutivas de espécies de anfíbios da família Hylidae (Volkmer et al. 2017), e como visto, o uso consistente de locais elevados para amplexos prolongados e oviposição pelas fêmeas sugere ainda uma seleção ativa de microhabitats, possivelmente com o objetivo de garantir maior sobrevivência dos ovos ou evitar predadores. No terrário, os machos foram

observados mais vezes próximos à água, se locomovendo, descansando ou brigando, e em seu ambiente natural foram vistos cantando em poças d'água no chão sob a vegetação, possivelmente defendendo um território (H. Diniz, personal communication, 2021). Este fato pode estar relacionado com o maior tempo de exposição dos machos durante a noite em relação à fêmea. Tendo em vista que a umidade é um fator limitante para as atividades de anfíbios (Duellman & Trueb 1994), permanecer próximo à lâmina d'água evita a desidratação do indivíduo e o permite permanecer mais tempo fora do abrigo (Eterovick & Ferreira 2008). Essas observações, embora conduzidas em condições *ex situ*, revelam uma interação complexa entre comportamentos reprodutivos, agressivos e posturais que provavelmente desempenham um papel central na ecologia social e reprodutiva da espécie.

Comportamentos agonísticos observados exclusivamente entre machos revelam a existência de uma estrutura hierárquica e potencial territorialismo, mesmo em ambiente artificial. As perseguições, embates físicos e a formação de dominância de um indivíduo sobre os demais sugerem um sistema competitivo por espaço e acesso à fêmea, um padrão comumente relacionado à seleção sexual via competição intra-sexual. O territorialismo em *N. pomba* também pode estar relacionado ao seu possível comportamento reprodutivo em ambientes lênticos (Luría-Manzano et al. 2022), mas outros estudos são necessários para afirmar sobre o modo reprodutivo da espécie em seu ambiente natural. Bland & O'donnell (2016), em um trabalho similar, observou a que machos de *Anotheca spinosa* mantidos em cativeiros juntos estabelecem seus territórios em um ambiente controlado através de embates físicos, fazendo o uso de sua projeção óssea do crânio. Indivíduos machos de *N. pomba* também utilizam a cabeça do como arma de combate, tanto para o estabelecimento de dominância do espaço como também na tentativa de tirar um macho concorrente do dorso da fêmea em um momento de amplexo, assim como também foi observado em outro hílideo que também apresenta reprodução explosiva, *Trachycephalus vermiculatus* (Barrio-Aimorós & Guell 2023). Esse comportamento pode estar associado a hiper ossificação do crânio característica do gênero *Nyctimantis* e de espécies filogeneticamente relacionadas que apresentam características ecológicas semelhantes - *e.g.* Evitar predadores, comportamento alimentares (Jared et al. 2015, Paluh et al. 2020). Em *N. pomba* a hiper ossificação do crânio também está associada ao comportamento de fragmose, onde o animal utiliza sua cabeça e glândulas de veneno para proteger-se em abrigos em bambus quando em momentos de descanso, o que foi visto tanto em seu ambiente natural quanto no presente estudo, em cativeiro (Alexandre et al. 2025). A dominância do macho mais ativo, associada à maior frequência de movimentação, tentativas de amplexo e menor tempo entocado, é compatível com modelos de seleção em que o status de dominância confere vantagens reprodutivas diretas. Notavelmente, a manutenção de comportamentos agonísticos mesmo na ausência da fêmea indica que os conflitos entre machos podem ser antecipatórios e estruturantes da dinâmica social, o que se alinha com padrões já observados em outro anuros territorialistas (Mollov et al. 2010, Dias et al. 2021). Assim, os dados apontam para uma organização social baseada em dominância e disputa por recursos reprodutivos, reforçando a complexidade comportamental da espécie.

Entre os três grupos amostrais analisados, os indivíduos juvenis apresentaram a maior frequência de comportamentos alimentares. Tipicamente, acessavam o recipiente de alimentação aproximadamente uma hora (\pm) após emergirem de seus abrigos e permaneciam nas proximidades por períodos prolongados. As interações sociais entre juvenis foram mínimas,

mesmo quando se alimentavam simultaneamente e em proximidade. Não foram observados comportamentos agonísticos ou indícios de territorialidade. Durante o período de recolhimento diurno, cada juvenil ocupava um abrigo distinto e, embora trocas ocasionais de abrigo tenham ocorrido durante a noite, nenhum comportamento agressivo foi registrado. Juvenis também passaram mais tempo empoleirados e em locomoção enquanto estavam ativos, alimentaram-se com maior frequência e permaneceram menos tempo entocados em comparação aos machos adultos. Sabe-se que as taxas de crescimento em juvenis estão positivamente correlacionadas à probabilidade de sobrevivência (Travis 1983; Cabrera-Guzmán et al. 2013), o que sugere que uma frequência alimentar elevada pode representar uma vantagem ontogenética ao acelerar o crescimento e reduzir o risco de predação. Em ambientes não controlados, maior atividade locomotora pode aumentar as chances de encontro com presas (Blanco et al. 2019). Ademais, a variação sazonal no habitat natural da espécie — especialmente as temperaturas e umidades mais baixas durante os meses de inverno (Alvares et al. 2013; Dinerstein et al. 2017; C. Assis, com. pess., 2021) — provavelmente influencia a disponibilidade de presas, o que pode explicar os altos índices de alimentação observados nos juvenis em comparação aos adultos. A elevada atividade alimentar dos juvenis pode constituir uma estratégia adaptativa para garantir a ingestão nutricional adequada durante os estágios iniciais de desenvolvimento, contribuindo para o sucesso reprodutivo da espécie em seu ambiente natural. Essas observações ajudam a prever como os anfíbios adaptam suas estratégias de forrageamento para otimizar o ganho de energia ao enfrentar desafios como perda de habitat e fragmentação (Blanco et al. 2019).

Os dados obtidos em laboratório e as observações de campo oferece insights valiosos sobre a ecologia comportamental de *N. pomba*. A sincronia entre os horários de maior atividade em cativeiro e os momentos de registro da espécie em campo (entre 18:30h e 22:40h) sugere que os parâmetros ambientais reproduzidos em laboratório foram adequados para preservar ritmos comportamentais naturais. Além disso, o uso do espaço pelos machos, a formação de dominância e os padrões de movimentação observados no terrário refletem prováveis adaptações a um ambiente natural onde a competição por micro habitats úmidos e protegidos deve ser intensa, especialmente durante a estação chuvosa, como já observado em outras espécies do grupo da tribo Lophiohyline (Blotto et al. 2021). A persistência desses comportamentos em cativeiro indica que eles são intrínsecos e não apenas reativos ao ambiente imediato, o que os qualifica como alvos de seleção natural ao longo da história evolutiva da espécie. Portanto, os dados obtidos fortalecem o entendimento de que a organização social e reprodutiva de *N. pomba* representa uma adaptação especializada ao seu ambiente de floresta úmida e altamente fragmentada. Apesar de todos os comportamentos reprodutivos observados se iniciaram durante a chuva, algo comum já observado em outras espécies de anuros (Duellman & Trueb 1994, Grenat et al. 2012), novos estudos devem ser estimulados de modo a se analisar a correlação entre a chuva e os comportamentos reprodutivos.

Além de possibilitar a documentação das variações comportamentais de uma espécie, estudos de animais em cativeiro são uma oportunidade única para o entendimento da evolução comportamental de um grupo. As observações feitas em ambiente *ex situ* destacam a importância de estudos de manejo em cativeiro de espécies pouco conhecidas e ameaçadas, como *N. pomba*. Neste estudo, demonstramos que, em condições favoráveis, espécies mantidas em cativeiro podem fornecer informações que contribuem na sua conservação e nos permitem entender melhor a relação da espécie com o seu ambiente, e assim, auxiliar na seleção de áreas

prioritárias para sua conservação e possível reintrodução em natureza. Nossos resultados destacam ainda a importância de estudos contínuos de espécies ameaçadas em cativeiro, já que são fonte de informações que contribuem para o preenchimento de lacunas sobre a história natural destas espécies, e oferece uma base comparativa para outras espécies de anuros.

Agradecimentos

Heithor Simão Diniz agradece o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento da bolsa de mestrado no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa. Também agradece ao Zoológico de São Paulo e ao Centro de Conservação de Fauna da Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística de São Paulo (CECFau-SEMIL) pelo fornecimento dos dados e o apoio durante o tempo do estudo.

Declaração de conflito de interesse

Os autores declaram não ter nenhum conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

- Alexandre C, Mailho-Fontana PL, Távora BCLF, Antoniazzi MM, Jared C. 2025. Defence Against Desiccation and Predation in Lophyohylini Casque-Headed Tree Frogs. *Toxins* (Basel) [Internet]. 17:303. Available from: <https://www.mdpi.com/2072-6651/17/6/303>
- Altmann J. 1974. Observational sampling methods. *Anim Behav.* 49:227–266.
- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, De Moraes Gonçalves JL, Sparovek G. 2013. Köppen’s climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift.* 22:711–728.
- Assis CL, Santana DJ, Da Silva FA, Quintela FM, Feio RN. 2013. A new and possibly critically endangered species of casque-headed tree frog *Aparasphenodon Miranda-Ribeiro, 1920* (Anura, Hylidae) from southeastern Brazil. *Zootaxa.* 3716:583–591.
- Barrio Amorós CL, Guell B. 2023. The Central American Milk Frog *Trachycephalus “vermiculatus”* (Anura, Hylidae); observations of explosive breeding activity and a novel release call. *Reptiles & Amphibians.* 30:e18452.
- Betts M, Wolf C, Pfeifer M, Banks-Leite C. 2019. Extinction filters mediate the global effects of habitat fragmentation on animals. *Science* (1979). 366:1236–1239.
- Blanco-Torres A, Duré MI, Bonilla MA, Cagnolo L. 2020. Predator–prey interactions in anurans of the tropical dry forests of the Colombian Caribbean: A functional approach. *Biotropica.* 52:730–737.
- Bland AW, O’Donnell MJ. 2016. Combat behavior in captive male Coronated Treefrogs, *Anotheca spinosa* (Anura: Hylidae). *Mesoam Herpetol* [Internet]. 3:706–708. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/341103165>
- Blotto BL, Lyra ML, Cardoso MCS, Trefaut Rodrigues M, R. Dias I, Marciano-Jr E, Dal Vechio F, Orrico VGD, Brandão RA, Lopes de Assis C, et al. 2020. The phylogeny of the Casque-headed Treefrogs (Hylidae: Hylinae: Lophyohylini). *Cladistics.*:1–37.
- Cabrera-Guzmán E, Crossland MR, Brown GP, Shine R. 2013. Larger Body Size at Metamorphosis Enhances Survival, Growth and Performance of Young Cane Toads (*Rhinella marina*). *PLoS One.* 8.
- Carvajal-Castro JD, López-Aguirre Y, María Ospina-L A, Santos JC, Rojas B, Vargas-Salinas F. 2020. Much more than a clasp: evolutionary patterns of amplexus diversity in anurans. *Biological Journal of the Linnean Society* [Internet]. 129:652–663. Available from: <https://academic.oup.com/biolinnean/article/129/3/652/5753927>
- Castillo-Trenn P, Coloma LA. 2008. Notes on behaviour and reproduction in captive *Allobates kingsburyi* (Anura: Dendrobatidae), with comments on evolution of reproductive amplexus. *International Zoo Yearbook.* 42:58–70.
- Cerón De La Luz NM, Iván Á, Calvario C, Lara Hernández FA. 2020. Observaciones sobre comportamiento y reproducción de *Tripurion spinosus* (Anura: Hylidae) en cautiverio. *Revista Latinoamericana de Herpetología.* 03:49–52.

- Dias TM, Prado CPA, Bastos RP. 2021. Reproductive ecology and territorial behavior of boana goiana (Anura: Hylidae), a gladiator frog from the Brazilian cerrado. *Zoologia*. 38.
- Dias-Souza MR, de Figueiredo VAMB, Tavares-Costa LFS, Costa-Campos CE. 2020. Physical combat of two species of Phyllomedusidae (Anura: Hylidae) in the Brazilian eastern Amazon. *Herpetol Notes*. 13:599–602.
- Dinerstein E, Olson D, Joshi A, Vynne C, Burgess ND, Wikramanayake E, Hahn N, Palminteri S, Hedao P, Noss R, et al. 2017a. An Ecoregion-Based Approach to Protecting Half the Terrestrial Realm. *Bioscience*. 67:534–545.
- Dinerstein E, Olson D, Joshi A, Vynne C, Burgess ND, Wikramanayake E, Hahn N, Palminteri S, Hedao P, Noss R, et al. 2017b. An Ecoregion-Based Approach to Protecting Half the Terrestrial Realm. *Bioscience*. 67:534–545.
- Duellman WE, Trueb L. 1994. *Biology of Amphibians*. 1st ed. Baltimore & London: The John Hopkins Press Ltd.
- Eterovick PC, Ferreira ADM. 2008. Breeding habitat and microhabitat choices by male and female frogs: Are there differences between sexes and seasons? *Herpetologica*. 64:397–405.
- Ethier JP, Fayard A, Soroye P, Choi D, Mazerolle MJ, Trudeau VL. 2021. Life history traits and reproductive ecology of North American chorus frogs of the genus *Pseudacris* (Hylidae). *Front Zool*. 18.
- Fahrig L. 2003. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annu Rev Ecol Evol Syst*. 34:487–515.
- González-Bernal E, Brown GP, Crowther MS, Shine R. 2015. Sex and age differences in habitat use by invasive cane toads (*Rhinella marina*) and a native anuran (*Cyclorana australis*) in the Australian wet-dry tropics. *Austral Ecol*. 40:953–961.
- Grenat PR, Zavala Gallo LM, Salas NE, Martino AL. 2012. Reproductive behaviour and development dynamics of *Odontophrynus cordobae* (Anura, Cycloramphidae). *J Nat Hist*. 46:1141–1151.
- Jared C, Mailho-Fontana PL, Antoniazzi MM, Mendes VA, Barbaro KC, Rodrigues MT, Brodie ED. 2015. Venomous frogs use heads as weapons. *Current Biology*. 25:2166–2170.
- Lisboa CS, Vaz RI, Brasileiro CA. 2021. Captive breeding program for *Scinax alcatraz* (Anura: Hylidae): introducing amphibian ex situ conservation in Brazil. *Amphib Reptile Conserv*. 15:279–288.
- Luría-Manzano R, Pinheiro PDP, Kohlsdorf T, Haddad CFB, Martins M. 2023. Evolution of territoriality in Hylinae treefrogs: Ecological and morphological correlates and lineage diversification. *J Evol Biol*. 36:1090–1101.
- Mollov IA, Popgeorgiev GS, Naumov BY, Tzankov ND, Stoyanov AY. 2010. Cases of abnormal amplexus in anurans (Amphibia: Anura) from Bulgaria and Greece. *Biharean Biol [Internet]*. 4. Available from: <http://biologie-oradea.xhost.ro/BihBiol/index.html>
- Morais AR, Andreani TL, Alves R, Dos Santos CE, Barros J, Rezende WR, Lemes P. 2020. Anuran species in Brazil's protected areas network. *Herpetological Journal*. 30:27–34.

- Paluh DJ, Stanley EL, Blackburn DC. Evolution of hyperossification expands skull diversity in frogs [Internet]. Available from: <https://github.com/dpaluh/hyperossification>.
- Quiguango-Ubillús A, Coloma LA. 2008. Notes on behaviour, communication and reproduction in captive *Hyloxalus toachi* (Anura: Dendrobatidae), an endangered Ecuadorian frog. *International Zoo Yearbook*. 42:78–89.
- Regosin J V., Windmiller BS, Reed JM. 2003. Terrestrial habitat use and winter densities of the Wood Frog (*Rana sylvatica*). *J Herpetol*. 37:390–394.
- Ribeiro MC, Metzger JP, Martensen AC, Ponzoni FJ, Hirota MM. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biol Conserv*. 142:1141–1153.
- Toledo LF, Sazima I, Haddad CFB. 2011. Behavioural defences of anurans: An overview. *Ethol Ecol Evol*. 23:1–25.
- Travis J. 1983. Variation in development patterns of larval anurans in temporary ponds. I. persistent variation within a *Hyla gratiosa* population. *Evolution (N Y)*. 37:496–512.
- Trindade WCF, Marques MCM. 2024. The Invisible Species: Big Data Unveil Coverage Gaps in the Atlantic Forest Hotspot. *Divers Distrib*.
- Ursprung E, Ringler M, Jehle R, Hödl W. 2011. Strong male/male competition allows for nonchoosy females: High levels of polygynandry in a territorial frog with paternal care. *Mol Ecol*. 20:1759–1771.
- Valiente-Banuet A, Aizen MA, Alcántara JM, Arroyo J, Cocucci A, Galetti M, García MB, García D, Gómez JM, Jordano P, et al. 2015. Beyond species loss: The extinction of ecological interactions in a changing world. *Funct Ecol*. 29:299–307.
- Van Sluys M, Pauligk Y, Burns A, O’Riordan M, Matkovics R, Hartnett C, Pitcher BJ. 2024. Behavioural ethogram to inform ex situ initiatives for a critically endangered bird – the case of the Plains-wanderer. *Frontiers in Conservation Science*. 5.
- Volkmer G, Da Fonte LFM, Brum FT, Verrastro L. 2017. Quando e onde vocaliza *Sphaenorhynchus surdus* (anura: hylidae) no sul do Brasil? *Iheringia Ser Zool*. 107.
- Wells KD. 1977. The social behaviour of anuran amphibians. *Anim Behav*. 25:666–693.
- Yuan R, Zhang N, Zhang Q. 2024. The impact of habitat loss and fragmentation on biodiversity in global protected areas. *Science of the Total Environment*. 931.

APÊNDICES

Tabela 1.

Categoria	Comportamento	Descrição
<i>Descanso</i>	Entocar-se	Momento em que os animais estão fora de vista em suas tocas.
	Cabeça fora da toca	Comportamento em que os animais estão semi ativos, geralmente precedido ou antecedido com “entocar-se”.
<i>Postural</i>	Empoleirado	Quando o animal está ativo, utilizando os apoios do terrário, fora da toca.
	De pé (água)	Permanecer ativo, mas parado na água.
	De pé (chão)	Permanecer ativo, mas parado no chão.
<i>Locomoção</i>	Saltar	Locomoção feita através de impulso, sem que os quatro membros estejam em contato com superfícies.
	Andar	Deslocamento pelo recinto com, pelo menos, um dos membros apoiados.
	Nadar	Deslocar-se pela água para alcançar outra parte do recinto.
<i>Alimentação</i>	Acesso ao pote	Nos horários de alimentação quando os animais se locomovem até o alimento.
	Aleatória	Alimentação quando os animais se alimentam longe do pote quando alguma presa passa perto.
<i>Excreção</i>	Defecar	Ato de defecar.
<i>Embate</i>	Perseguir	Indivíduo persegue o outro na intenção de afastá-lo ou subjuga-lo.
	Investida	Utilizar-se da cabeça para combater outro indivíduo.
	Briga	Embate físico, quando os animais se alcançam.
	Vocalização	Movimento do saco vocal.
<i>Reprodutivo</i>	Amplexo	Quando um indivíduo consegue alcançar e agarrar uma fêmea (também visto em embates envolvendo machos).
	Desova	Momento de oviposição depois de amplexo entre macho e fêmea.
<i>Outros</i>	Bocejo	Abrir a boca em momentos de descanso ou postural.

Tabela 2.

Atos comportamentais	Frequência dos atos comportamentais (%)		
	Machos (1271)	Fêmeas (1216)	Juvenis (1235)
DESCANSO	77,49	78,28	26,15
Entocar-se	30,90	46,05	24,13
Cabeça fora da toca	38,70	32,23	2,02
POSTURAL	24,78	18,09	54,81
Empoleirar	19,90	17,43	46,80
De pé (água)	3,38	0,49	5,42
De pé (chão)	1,49	0,16	2,59
LOCOMOÇÃO	4,16	2,88	16,68
Andar	0,63	0,74	2,02
Saltar	0,40	0,41	0,97
Nadar	3,15	1,72	13,11
EMBATE	4,06	0	0
Briga	0,23	0	0
Vocalização	0,23	0	0
Perseguição	0,16	0	0
Investida	0,23	0	0
EXCREÇÃO	0	0	0,16
Defecar	0	0	0,16
ALIMENTAÇÃO	0,47	0,57	2,75
Acesso ao pote	0,47	0,41	2,75
Alimentação aleatória	0	0,16	0
REPRODUTIVO	0,08	0	0
Amplexo	0,08	0	0
Desova	0	0	0
OUTRO	0	0	0,16
bocejo	0	0	0,16
TOTAL	100	100	100

Figura 1.

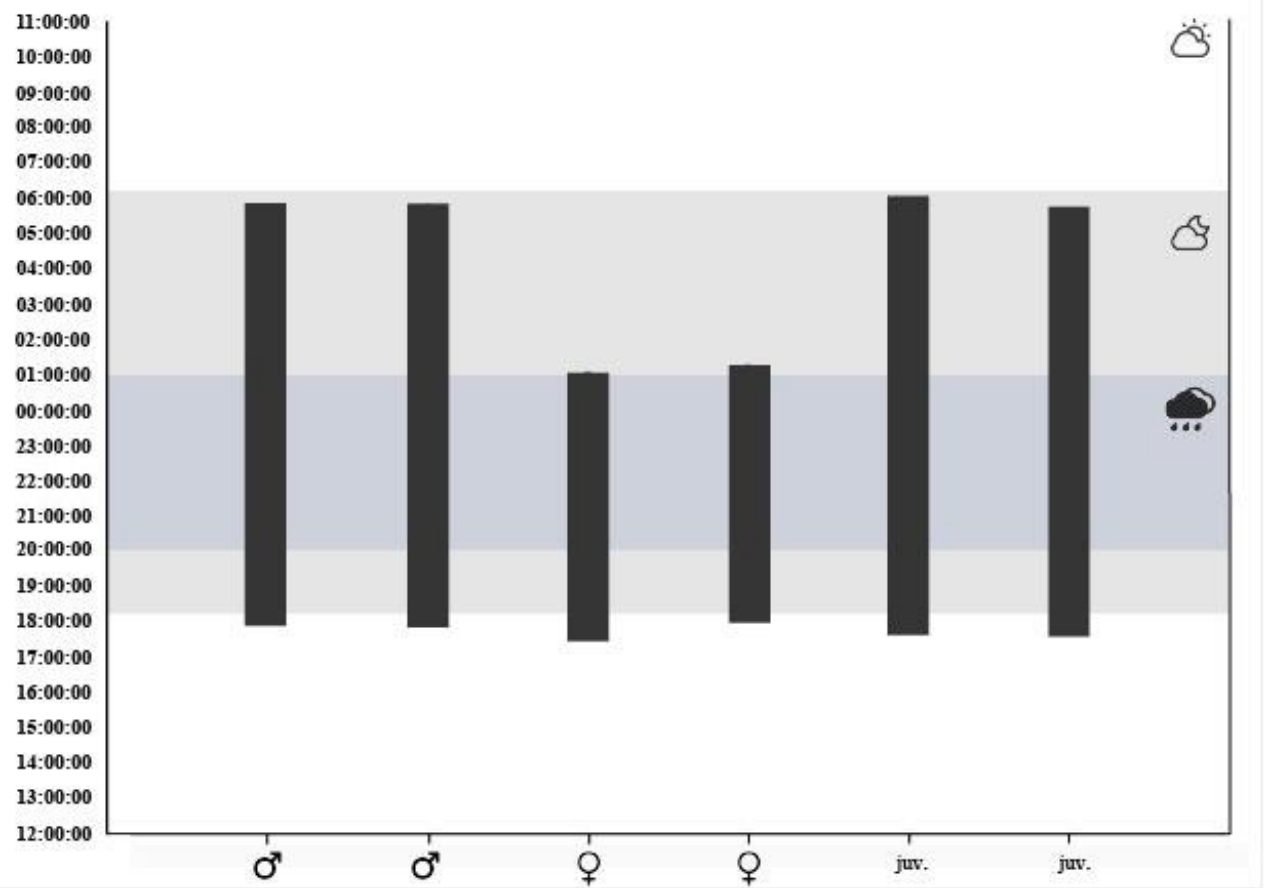
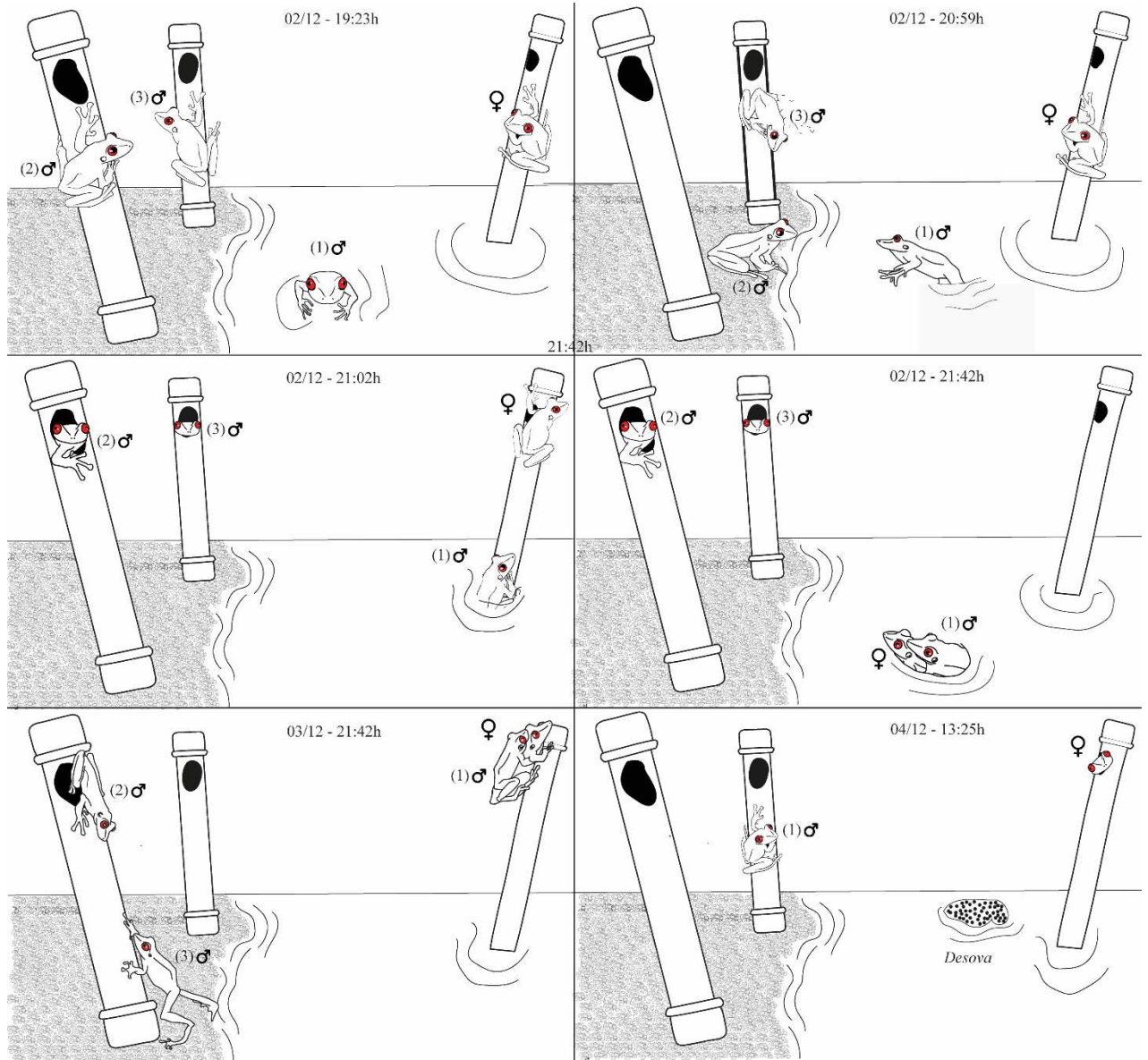


Figura 2.



Legendas de tabelas

Tabela 1. Etograma da espécie *Nyctimantis pomba* baseado em observações ad libitum de indivíduos mantidas nas instalações do Centro de Conservação da Fauna Silvestre (CECFau), da Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do estado de São Paulo. Aqui são apresentados 18 comportamentos que foram classificados em 8 categorias comportamentais.

Tabela 2. A frequência em números percentuais dos comportamentos foi obtida através das observações *scan sampling* na primeira etapa de análises. Todos os atos comportamentais observados durante 1 minuto foram registrados para cada grupo amostral, machos, fêmeas e juvenis, no mesmo intervalo de tempo durante os 10 dias.

Legenda de figuras

Figura 1. Através da primeira etapa de análises, quando não havia interferência de um grupo amostral sobre o outro, foi possível destacar os hábitos noturnos de *Nyctimantis pomba* em ambiente controlado. As fêmeas da espécie são as que mais permanecem entocadas, enquanto machos e juvenis são ativos praticamente durante toda a noite. Não foi observada nenhuma atividade dos indivíduos durante o dia. Outras observações em cativeiro são necessárias para entender melhor a relação da espécie com a chuva, já que esta desempenha papel importante na reprodução de *N. pomba* em seu ambiente natural.

Figura 2. Quando juntos os indivíduos exibiram uma sequência de comportamentos que culminaram em uma desova bem sucedida na água: (02/12 – 19:23) Neste momento machos e fêmea estão ativos, (1)♂ se movimenta bastante pelo terrário enquanto os outros permanecem próximos da toca; (02/12 – 20:53) Quando (2)♂ se movimenta numa tentativa de se colocar mais próximo à fêmea, (1)♂ investe sobre este com um salto agressivo, e neste momento os três indivíduos machos se perseguem e há muita movimentação no terrário; (02/12 – 21:02) os dois machos são entocados depois do embate com (1)♂, que se põe a perseguir a fêmea; (02/12 – 21:42) Depois da perseguição do macho, investidas de (2)♂ e (3)♂ e resistência da fêmea finalmente acontece um amplexo entre os indivíduos (1)♂ e ♀; (03/12 – 21:42) O amplexo não se desfez mesmo depois de tentativas de desvencilhamento da fêmea e investidas dos outros machos, que numa disputa secundária brigaram entre si por espaço quando a fêmea não estava disponível. (04/12 – 13:25h) Este amplexo durou por volta de 40h e resultou em uma desova na água, neste período os animais permaneceram a maior parte do tempo no alto do terrário. Após a desova a fêmea se entocou primeiro, e o macho entrou em outra toca depois de alguns minutos.