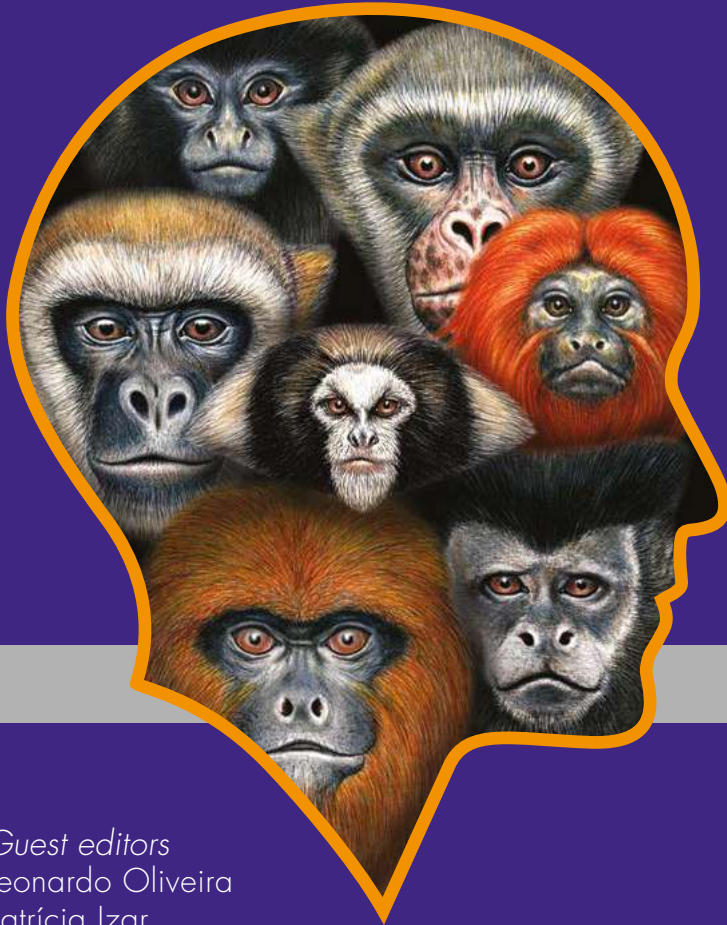


# NEOTROPICAL PRIMATES

A Journal of  
the Neotropical Section  
of the IUCN/SSC Primate  
Specialist Group

Volume 26  
Number 2  
December 2020



*Guest editors*  
Leonardo Oliveira  
Patrícia Izar

*Editors*  
Erwin Palacios  
Jessica Ward Lynch  
Bruna Bezerra  
Liliana Cortés-Ortiz  
Júlio César Bicca-Marques  
Eckhard Heymann  
Anita Stone

*PSG Chairman*  
Russell A. Mittermeier

*PSG Deputy Chairman*  
Anthony B. Rylands  
Christoph Schwitzer

# Neotropical Primates

A Journal of the Neotropical Section of the IUCN/SSC Primate Specialist Group

Conservation International

2011 Crystal Drive, Suite 500, Arlington, VA 22202, USA

ISSN 1413-4703

Abbreviation: *Neotrop. Primates*



## Editors-In-Chief:

Erwin Palacios, Conservación Internacional Colombia, Bogotá DC, Colombia

Jessica Ward Lynch, Institute for Society and Genetics, University of California-Los Angeles, Los Angeles, CA, USA

## Guest Editors:

Leonardo Oliveira, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Patrícia Izar, Universidade de São Paulo, SP, Brasil

## Co-editors:

Bruna Bezerra, University of Louisville, Louisville, KY, USA

Liliana Cortés Ortiz, Museum of Zoology, University of Michigan, Ann Arbor, MI, USA

Júlio César Bicca-Marques, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil

Eckhard Heymann, Deutsches Primatenzentrum, Göttingen, Germany

Anita Stone, California Lutheran University, Thousand Oaks, CA, USA

## Founding Editors

Anthony B. Rylands, Re:wild, Austin, TX, USA

Ernesto Rodríguez-Luna, Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana, Xalapa, México

## Editorial Board

Hannah M. Buchanan-Smith, University of Stirling, Stirling, Scotland, UK

Carolyn M. Crockett, Regional Primate Research Center, University of Washington, Seattle, WA, USA

Stephen F. Ferrari, Universidade Federal do Sergipe, Aracajú, Brazil

Russell A. Mittermeier, Re:wild, Austin, TX, USA

Marta D. Mudry, Universidad de Buenos Aires, Argentina

Anthony Rylands, Global Wildlife Conservation, Austin, TX, USA

Karen B. Strier, University of Wisconsin, Madison, WI, USA

Maria Emília Yamamoto, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brazil

## Primate Specialist Group

**Chairman:** Russell A. Mittermeier

**Deputy Chairs:** Anthony B. Rylands and Christoph Schwitzer

**Executive Secretary:** Ella M. Outlaw

**Vice Chairs, Section on Great Apes:** Dirck Byler and Serge Wich

**Vice Chair, Section on Small Apes:** Susan Cheyne

**Vice Chairs, Section on Human-Primate Interactions:** Siân Waters and Susan Cheyne

## Regional Vice Chairs—Neotropics Mesoamerica:

Liliana Cortés-Ortiz

**Andean Countries:** Erwin Palacios, Eckhard W. Heymann, Fanny M. Cornejo, Stella de la Torre, and Diana C. Guzmán

**Brazil and the Guianas:** M. Cecília M. Kierulff, Fabiano Rodrigues de Melo, Maurício Talebi, and Leandro Jerusalinsky

**Southern Cone:** Martin Kowalewski

## Regional Vice Chairs—Africa

Rachel Ashegbofe Ikemeh, Inza Koné, David Osei, and Janette Wallis

## Regional Vice Chairs—Madagascar

Christoph Schwitzer, Jonah Ratsimbazafy, and Steig Johnson

## Regional Vice Chairs—Asia

**China:** Baoguo Li

**South-east Asia/Indochina:** Jatna Supriatna, Arif Setiawan, Christian Roos, Benjamin M. Rawson, Ramesh Boonratana, Le Khac Quyet, and Duc Hoang Minh

**South Asia:** Sanjay Molur and Dilip Chetry

**Red List Authority:** Sanjay Molur, Christoph Schwitzer, and Liz Williamson

**Layout:** Patricia Salinas Garzón, Bogotá, DC

IUCN/SSC Primate Specialist Group logo courtesy of Stephen D. Nash, 2002.

**Front cover:** The illustration by Stephen Nash featured on the front cover embodies the theme of the 18th Brazilian Primatological Society Congress, “Educating Primates”: the silhouette of a human head is filled with the native primate species of Rio de Janeiro, where the Congress was held. Species pictured: *Callithrix aurita*; *Leontopithecus rosalia*; *Sapajus nigritus*; *Alouatta guariba*; *Callicebus nigrifrons*; *Brachyteles arachnoides*; *Brachyteles hypoxanthus*

This issue of *Neotropical Primates* was kindly sponsored by the Margot Marsh Biodiversity Foundation, 432 Walker Road, Great Falls, Virginia 22066, USA, and the Los Angeles Zoo, Director John R. Lewis, 5333 Zoo Drive, Los Angeles, California 90027, USA.



## EDITORIAL

INTRODUÇÃO PELA EDITORIA CONVIDADA DESSA EDIÇÃO ESPECIAL DE *NEOTROPICAL PRIMATES*Leonardo Oliveira<sup>1,2,3</sup> e Patrícia Izar<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Formação de Professores, Departamento de Ciências, Rua Francisco Portela, 1470, Patronato, CEP 24435-005, São Gonçalo, RJ, Brasil. E-mail: <leonardoco@gmail.com>

<sup>2</sup> Bicho do Mato Instituto de Pesquisa, Avenida Cônsul Antônio Cadar, 600, Santa Lúcia, CEP 30360-082, Belo Horizonte, MG, Brasil.

<sup>3</sup> Programa de Pós-graduação em ecologia e Conservação da Biodiversidade – Universidade Estadual de Santa Cruz – km 16, Bairro Salobrinho CEP 45662-900. Ilhéus-Bahia.

<sup>4</sup> Departamento de Psicologia Experimental, Universidade de São Paulo Avenida Professor Mellor Moares, 1721 CEP: 05508-030 São Paulo, Brasil. E-mail: <patrizar@usp.br>

Neste número especial do *Neotropical Primates*, publicamos uma coletânea de artigos oriundos dos trabalhos apresentados no XVIII Congresso Brasileiro de Primatologia, realizado em Teresópolis, em novembro de 2019. O tema dessa edição do Congresso, “Educando Primatas”, foi inspirado na ideia de que uma das maiores ameaças à biodiversidade é a falta de conhecimento e informação de primatas humanos sobre outros organismos vivos, suas relações e serviços ecológicos para o ambiente. Durante o congresso, o conhecimento científico gerado em instituições públicas de pesquisa, bem como organizações não-governamentais, foi divulgado, promovido e discutido pelas comunidades acadêmica e não acadêmica.

Com este número especial do *Neotropical Primates*, inauguramos uma nova forma de publicar a produção científica apresentada no Congresso Brasileiro de Primatologia, que tradicionalmente resultou no livro *A Primatologia no Brasil*, com 14 volumes publicados. Essa obra tem sido reconhecidamente o pilar da divulgação da ciência primatológica brasileira no território nacional. Atualmente, com o crescimento das Sociedades Brasileira e Latino Americana de Primatologia, acreditamos que a publicação num periódico internacional trará maior repercussão a essa ciência.

O XVIII Congresso Brasileiro de Primatologia contou com 333 participantes de todas as regiões do Brasil e de outros países, dos quais 20% eram estudantes de graduação e 24% estudantes de pós-graduação. Neste número especial, escolhemos privilegiar a publicação de trabalhos apresentados por este grande contingente de estudantes na primeira autoria. A coletânea reúne 16 artigos com relatos de pesquisa inéditos, versando sobre ampla variedade de temas, como biogeografia, comportamento alimentar, saúde, relações com primatas humanos, em amplo espectro de *taxa*, em habitat natural e em cativeiro, escritos em língua portuguesa, espanhola e inglesa. É

notável a abordagem de diferentes aspectos da influência antrópica sobre primatas não humanos. Assim, a coletânea contempla a temática do XVIII Congresso Brasileiro de Primatologia.

No XVIII Congresso Brasileiro de Primatologia, foram homenageados os Drs. Anthony Rylands e Alcides Pissinatti. Esses renomados pesquisadores receberam o título de Sócios Honorários da Sociedade Brasileira de Primatologia, por toda sua contribuição à nossa Sociedade.

Um agradecimento especial a Stephen Nash que, com sua reconhecida competência e disponibilidade, se dispôs a criar os logos do congresso e dos 40 anos da Sociedade Brasileira de Primatologia. A logo do Congresso foi concebida para contemplar o tema do congresso “Educando Primatas”: a silhueta de um rosto humano preenchido com as faces das espécies de primatas nativas do estado do Rio de Janeiro (*Callithrix aurita*; *Leontopithecus rosalia*; *Sapajus nigritus*; *Alouatta guariba*; *Callicebus nigrifrons*; *Brachyteles arachnoides*; *Brachyteles hypoxanthus*). Para a logomarca comemorativa dos 40 anos da Sociedade Brasileira de Primatologia, foi seguida a mesma concepção, usando o contorno do mapa do Brasil preenchido com algumas espécies de primatas com ocorrência no país. Mais uma preciosa contribuição de Stephen Nash para nossa sociedade.

Agradecemos a inestimável colaboração das e dos pareceristas que contribuíram mormente para a excelência dos trabalhos publicados nesta edição especial do *Neotropical Primates* (em ordem alfabética): Adriano Pinter, Alcides Pissinatti, Amely B. Martins, Anita Stone, Anthony B. Rylands, Arrilton Araújo, Bruna M. Bezerra, Carla Possamai, Carla Sorais Soares de Castro, Carlos Ruiz Miranda, Danilo Simonini, Domingo Canales Espinosa, Fabiano R. de Melo, Fernando Passos, Gerson Buss, Gustavo Canale, Ítalo Mourthé, Janet C. Buckner, Jean P. Boubli, João Pedro Souza-Alves, José Rímoli, Juan Carlos

Serio Silva, Júlio César Bicca-Marques, Karen B. Strier, Laurence Culot, Leonardo Dutra Henriques, Lilian Catenacci, Luciana Oklander, Marcelo Gordo, Marco A. B. Almeida, Marcos Fialho, Marcos Tokuda, Maria Cecília Kierulff, Michelle Mercês, Miriam G. Mijares, Mônica Mafra Montenegro, Noemi Spagnoletti, Rodrigo Salles de Carvalho, Rogério Grasseto da Cunha, Renata G. Ferreira, Romari Martinez, Sam Shanee, Sebastián García Restrepo, Sérgio L. Mendes, Thiago Cavalcante, Tiago Falótico, Vanessa B. Fortes, Waldney P. Martins, Wilson Spironello, Zelinda B. Hirano.

Agradecemos também a Anthony B. Rylands, Russell A. Mittermeier e Ella Outlaw pelo financiamento de número especial pelas instituições Re:wild's Primate Action Fund e Margot Marsh Biodiversity Foundation, bem como a Patricia Salinas Garzón, pelo apoio na edição.

Finalmente, expressamos nossa profunda gratidão a Jessica Lynch e Erwin Palacios, pela parceria generosa na editoria deste número especial.



No Congresso XVIII Sociedade Brasileira de Primatologia (SBPr): (da esquerda para a direita) Anthony B. Rylands (editor fundador de *Neotropical Primates* e sócio honorário de SBPr), Júlio César Bicca-Marques (co-editor de *Neotropical Primates*), Patricia Izar (editora convidada de edição especial de *Neotropical Primates* e Vice-Presidente de SBPr), Jessica W. Lynch (editora principal de *Neotropical Primates*), Karen B. Strier (presidente de Sociedade Internacional de Primatologia e sócia honorária de SBPr).



A diretoria de Sociedade Brasileiro de Primatologia durante o Congresso XVIII (da esquerda para a direita) Gabriela Rezende (2ª Secretária, SBPr), Cristiane Rangel (1ª Tesoureira, SBPr), Fabiano Melo (1º Secretário, SBPr), Leonardo Oliveira (Presidente, SBPr, e editor convidado de *Neotropical Primates*), Danilo Simonini (2º Tesoureiro, SBPr), Patricia Izar (Vice-presidente, SBPr, e editora convidada de *Neotropical Primates*).



## GUEST EDITORIAL COMMEMORATING A MILESTONE IN PRIMATE NUMISMATICS

Nathaniel J. Dominy<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Departments of Anthropology and Biological Sciences, Dartmouth College, Hanover NH, USA.  
E-mail: <nathaniel.j.dominy@dartmouth.edu>*

Cash currency is a deeply symbolic instrument of commerce. It holds value, of course, but the face value of a given coin or banknote far exceeds its intrinsic (commodity) value. Money today is a representation—the value is determined by fiat by an issuing authority, usually a central bank or government. It is also a medium for spreading nationalist imagery, a platform for producing, affirming, and communicating the values that shape national identities. Cash creates as much as it reflects icons of social and cultural importance. This dual function of cash produces a curious ontological tension—the embodiment of different value systems, each symbolic—that can be used in the service of primate conservation. Exemplifying this potential is the Brazilian 20-real banknote issued in 2002 by the Central Bank of Brazil (*Banco Central do Brasil*, BCB). Twenty years later, it is a milestone that invites commemoration and reflection.

The BCB introduced a new currency, the real, in July 1994. The first series of banknotes—in denominations of 1 real, 5, 10, 50, and 100 reais—is notable for its images of Brazilian flora and fauna. Additional denominations of 2 and 20 reais followed in 2001 and 2002, respectively, with the latter featuring a golden lion tamarin (*Leontopithecus rosalia*; Fig. 1). The second series of banknotes followed in 2012 with another beautifully rendered image of *L. rosalia* (Fig. 2). The public visibility of this banknote is difficult to estimate. Cash is used for 47% of all payments in Brazil (Calicchio *et al.*, 2019), and one-third of Brazilians are unbanked (Demirgüç-Kunt *et al.*, 2018), which makes cash currency essential for wage payments and purchases, especially in rural areas. The face value of a banknote is another factor determining its use; in this case, R\$ 20 = US\$ 3.70 at the time of writing (May 2021), a relatively quotidian value that spurs circulation.

The BCB's choice of *L. rosalia* is telling in a country with at least 102 primate species (Estrada *et al.*, 2018), for it speaks to the impact of one grassroots effort. The campaign to save *L. rosalia* from the brink of extinction is well-known to primatologists, but I will attempt a brief summary that draws on the reviews of Dietz *et al.* (1994) and Kierluff *et al.* (2012). Golden lion tamarins are endemic to the lowland Atlantic forests of Rio de Janeiro, Brazil. By the 1960s, the wild population had dwindled to <400 individuals, although some reports put the number as low as 150 (Russo, 2009). The population stabilized with the establishment of Poço das Antas Biological



**Figure 1.** Reverse image of the Brazilian 20-real banknote issued in 2002, the first prominent representation of a nonhuman primate on a banknote from the western hemisphere.

Reserve in 1974, together with improvements in captive husbandry and management. In 1983, the Golden Lion Tamarin Conservation Project (GLTCP) began long-term fieldwork in concert with community outreach efforts. By 2014, the wild population had surged to ~3700,

but an outbreak of yellow fever in 2016 reduced this number by one-third (Dietz *et al.*, 2019; Ruiz-Miranda *et al.*, 2019). All told, the recovery of *L. rosalia* in the wild and captivity is widely and rightly celebrated as an outstanding success story.

It is also viewed as a model for the ‘flagship species’ approach to conservation. The GLTCP focused its public awareness campaign on a single charismatic species, using it as a strategic rallying point, or symbol, for its broader effort to conserve biodiversity in the region. Dietz *et al.* (1994) argued that it is more practical to focus public attention on a single visible species “than the fuzzy concept of species richness, or fuzzier concept of genetic diversity” (p. 33). Others put it more bluntly: “it is easier to generate interest and pride in a spectacular national animal, like a lion tamarin, than in attempting to communicate to the rank and file the complicated ecology of threatened rain forest habitat” (Mallinson, 1991 cited in Dietz *et al.*, 1994).

The effectiveness of the GLTCP’s outreach activities (which included radio, television, and a wide array of printed materials) is attested by a longitudinal survey of residents in Silva Jardim, the municipal home of Poço das Antas Biological Reserve. In 1992, 59% of 518 respondents recognized *L. rosalia*, whereas 79% of 497 respondents recognized it two years later, a significant increase in pre- and post-treatment responses (Dietz *et al.*, 1994). Replicating this same survey now in Silva Jardim and elsewhere could prove instructive. The 20-real banknote has circulated for two decades, suggesting that nearly every Brazilian would recognize *L. rosalia* today. Such findings would speak to the effect of unifying symbols—of biodiversity, of national pride—that is both an outcome and powerful amplification of the flagship species concept.

It is perhaps no coincidence that other monkeys have since appeared on banknotes from Central and South America (Fig. 3). The trend is not above criticism, however, for at least three reasons. First, a flagship species is a strategic choice based on aesthetics. Its virtue lies in its charisma (Lorimer, 2007), or the ability to induce concern and sympathy from the general public, especially wealthy patrons. Consequently, a flagship species may enjoy a privileged status, drawing resources away from ‘keystone’ or ‘umbrella’ species that perform important ecological services (Leader-Williams and Dublin, 2000). Second, flagship status is potentially counterproductive for some species—ubiquitous imagery can give the impression of population abundance, desensitizing the public to cases of imminent extinction (Courchamp *et al.*, 2018). Third, there is, for some, a perverse irony to celebrating biodiversity on currency, the very thing that accelerates human consumerism and despoils nature (Büscher *et al.*, 2012).

Putting primates on postage stamps is another means of raising public awareness (Almquist and Almquist, 1986), and doing so could generate revenue in direct support of primate conservation efforts (Yeung, 2018). Still, there is no substitute for the ubiquity and daily use of cash currency, at least currently, as a valuable platform for public outreach. Primates have long served as icons in the environmental movement (Dominy *et al.*, 2018), and some flagship species can serve the dual purpose of exemplifying keystone and umbrella species, too—*L. rosalia* for one. Moving forward, it would be useful to illustrate primates performing crucial ecosystem services, a subtle reorientation from simply raising awareness to science communication.



**Figure 2.** Reverse image of the Brazilian 20-real banknote issued in 2012. An effigy of *L. rosalia* is visible as a watermark in the blank area.





**Figure 3.** Cash currencies from Central and South America featuring nonhuman primates. (A) Reverse image of a Guyana 10-cent coin, issued from 1976–1980, and featuring a squirrel monkey (*Saimiri sciureus*). (B) Reverse image of a Belize 20-dollar banknote, issued from 1997–2017, and featuring a black howling monkey (*Alouatta pigra*). (C) Reverse image of a Peru 1-sol coin, issued in 2019, and featuring a yellow-tailed woolly monkey (*Lagothrix flavicauda*). (D) Reverse image of a Venezuela 100-bolívar banknote, issued in 2018, and featuring a brown spider monkey (*Ateles hybridus*). (E) Reverse image of a Costa Rican 5000-colón banknote featuring a white-faced capuchin (*Cebus capucinus*)—this polymer banknote was issued in 2020, replacing a paper banknote that was first issued in 2009. (F) Reverse image of a silver non-circulating 25-dollar coin, minted for the British Virgin Islands in 1993, and featuring *L. rosalia*. (G) Reverse image of a silver non-circulating 1-sol coin, minted for Peru in 1994, and featuring *L. flavicauda*. (H) Reverse image of a silver non-circulating 5-córdoba coin, minted for Nicaragua in 1994, and featuring a mantled howling monkey (*Alouatta palliata*). (I) Reverse image of a silver non-circulating 10-dollar coin, minted for Belize in 1995, and featuring *A. pigra*. (J) Reverse image of a silver non-circulating 5-real coin, minted in Brazil in 2015, and featuring *L. rosalia*.

## Acknowledgements

I am grateful to Jessica Lynch and Erwin Palacios for inviting this guest editorial, and to James Dominy for supplying the motivation and images.

## References

- Almquist, A. J. and Almquist, H. J. 1986. Primate postage stamps and primate conservation. *Primate Conserv.* 7: 110–117.
- Büscher, B., Sullivan, S., Neves, K., Igoe, J. and Brockington, D. 2012. Towards a synthesized critique of neoliberal biodiversity conservation. *Capital. Nat. Social.* 23: 4–30.
- Calicchio, N., Dias, Y., Lombardi, J., Mansur, M., Fleury, M., Carneiro, A., Berbel, J., Barbosa, G., Coutinho, A., Dare, C., Craddock, C., Sertorio, C., Boaretto, F., Carvalho, F., Broide, J. and Galache, J. 2019. *Brazil Digital Report, 1st Edition*. McKinsey e Company.
- Courchamp, F., Jaric, I., Albert, C., Meinard, Y., Ripple, W. J. and Chapron, G. 2018. The paradoxical extinction of the most charismatic animals. *PLOS Biol.* 16: e2003997.
- Demirgüç-Kunt, A., Klapper, L., Singer, D., Ansar, S. and Hess, J. 2018. *The Global Findex Database 2017: Measuring Financial Inclusion and the Fintech Revolution*. The World Bank, Washington, DC.
- Dietz, J. M., Dietz, L. A. and Nagagata, E. Y. 1994. The effective use of flagship species for conservation of biodiversity: the example of lion tamarins in Brazil. In: *Creative Conservation: Interactive Management of Wild and Captive Animals*, P. J. S. Olney, G. M. Mace and A. T. C. Feistner (eds.), pp. 32–49. Chapman e Hall, London.
- Dietz, J. M., Hankerson, S. J., Alexandre, B. R., Henry, M. D., Martins, A. F., Ferraz, L. P. and Ruiz-Miranda,

- C. R. 2019. Yellow fever in Brazil threatens successful recovery of endangered golden lion tamarins. *Sci. Rep.* 9: 12926.
- Dominy, N. J., Winters, S., Pease, D. E. and Higham, J. P. 2018. Dr Seuss and the real Lorax. *Nat. Ecol. Evol.* 2: 1196-1198.
- Estrada, A., Garber, P. A., Mittermeier, R. A., Wich, S., Gouveia, S., Dobrovolski, R., Nekaris, K. A. I., Nijman, V., Rylands, A. B., Maisels, F., Williamson, E. A., Bicca-Marques, J., Fuentes, A., Jerusalinsky, L., Johnson, S., Rodrigues de Melo, F., Oliveira, L., Schwitzer, C., Roos, C., Cheyne, S. M., Martins Kierulff, M. C., Raharivololona, B., Talebi, M., Ratsimbazafy, J., Supriatna, J., Boonratana, R., Wedana, M. and Setiawan, A. 2018. Primates in peril: the significance of Brazil, Madagascar, Indonesia and the Democratic Republic of the Congo for global primate conservation. *PeerJ* 6: e4869
- Kierulff, M. C. M., Ruiz-Miranda, C. R., de Oliveira, P. P., Beck, B. B., Martins, A., Dietz, J. M., Rambaldi, D. M. and Baker, A. J. 2012. The golden lion tamarin *Leontopithecus rosalia*: a conservation success story. *Int. Zoo Yrbk.* 46: 36-45.
- Leader-Williams, N. and Dublin, H. 2000. Charismatic megafauna as 'flagship species'. In: *Priorities for the Conservation of Mammalian Diversity: Has the Panda had its Day?*, Entwistle, A. and Dunstone, N. (eds.), pp. 53-81. Cambridge University Press, Cambridge.
- Lorimer, J. 2007. Nonhuman charisma. *Environ. Plan. D* 25: 911-932.
- Ruiz-Miranda, C. R., de Morais Jr., M. M., Dietz, L. A., Rocha Alexandre, B., Martins, A. F., Ferraz, L. P., Mickelberg J. *et al.* 2019. Estimating population sizes to evaluate progress in conservation of endangered golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*). *PLOS ONE* 14: e0216664.
- Russo, G. 2009. Biodiversity's bright spot. *Nature* 462: 266-269.
- Yeung, A. C. Y. 2018. Promoting environmental conservation one stamp at a time. *Biodiv. Conserv.* 27: 3843-3844.



## ARTICLES

**HOWLERS IN AN ANTHROPOGENIC MATRIX: HOW DOES AN *ALOUATTA BELZEBUL* GROUP DEAL WITH THE SEVERELY FRAGMENTED LANDSCAPE OF THE ATLANTIC FOREST IN NORTHEASTERN BRAZIL?****Gabriela Ludwig<sup>1,2</sup>, Gabriel Yan Figueiredo Lima<sup>3</sup>, Renata B. de Azevedo<sup>1</sup>, Leandro Jerusalinsky<sup>1</sup>, Monica M. Valença-Montenegro<sup>1</sup> and Gerson Buss<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Primatas Brasileiros - ICMBio/CPB, Cabedelo, Brasil, E-mail: <gabiludwig@gmail.com>

<sup>2</sup> Programa Fundação de Apoio à Pesquisa – FUNAPE/ Projeto Pró-Espécies.

<sup>3</sup> Universidade Federal da Paraíba - UFPB, João Pessoa, Brasil.

**Abstract**

The red-handed-howler-monkey (*Alouatta belzebul*) is vulnerable to extinction mainly due to habitat loss and fragmentation, as well as hunting pressure. In its Atlantic Forest range, small populations inhabit 31 sparse fragments in a landscape dominated by a matrix of sugar cane plantations, pastures and urban areas. The aim of the present study was to analyze the use of space, activity pattern and diet of *A. belzebul* in a small secondary forest fragment (1.8 ha) and its surrounding anthropogenic matrix in Paraíba, Brazil, in order to understand how howlers deal with fragmentation. We used Scan Sampling and grid cell (0.25 ha each) methods to record the data. The home range was estimated to cover 8.75 ha, and, although the matrix area was more than twice as large as the forest area, the frequency of use was roughly equal (50.2% matrix; 49.8% forest). Daily ranges were also not significantly different between the days of forest and matrix use and for displacements; in the latter, howlers crossed sugarcane plantation, dirt roads and barbed wire fences. “Travelling” occurred more frequently in the matrix and “feeding” was more frequent in the forest. Fifty-eight different plant species were consumed, including important resources obtained in the matrix. We provide evidence that anthropogenic matrices can be included as an important part of this species’ home range and food resources. This information provides support for planning urgently required habitat management strategies for the conservation of this species, aiming to ensure secure dispersal and reduce their exposure to conflict with humans and environmental constraints.

**Keywords:** Use of space, activity patterns, matrix permeability, Red-handed Howler Monkey.

**Resumo**

O guariba-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebul*) é ameaçado de extinção, categorizado como “Vulnerável”, devido à perda e fragmentação do habitat, bem como à pressão da caça. Na Mata Atlântica, pequenas populações habitam 31 fragmentos em uma paisagem dominada por uma matriz de cana-de-açúcar, pastagens e áreas urbanas. O objetivo do presente estudo foi analisar o uso do espaço, padrão de atividade e dieta de *A. belzebul* em um pequeno fragmento de floresta secundária (1.8 ha) e sua matriz antropogênica circundante na Paraíba, Brasil, a fim de compreender como os guaribas lidam com a fragmentação. Para tanto, o grupo de estudo foi monitorado através dos métodos de varredura instantânea e do esquadramento da área (0.25 ha cada). A área de vida foi estimada em 8.75 ha e, embora a área da matriz seja mais do que o dobro da área de floresta, a frequência de uso foi aproximadamente igual (50.2% na matriz; 49.8% na floresta). Os percursos diários não apresentaram diferença significativa entre a floresta e a matriz, assim como o deslocamento: neste último os guaribas atravessaram plantações de cana-de-açúcar, estradas de terra e cercas de arame farpado. O “deslocamento” foi mais frequente na matriz e a “alimentação”, na floresta. Foram consumidas 58 espécies de plantas diferentes, incluindo importantes recursos obtidos na matriz. Tais resultados fornecem evidências de que as matrizes antropogênicas podem ser incluídas como uma parte importante da área de vida e dos recursos alimentares desta espécie. Essas informações podem subsidiar o planejamento de corredores florestais, fundamentais para a espécie, garantindo uma dispersão segura e reduzindo a exposição a conflitos humanos e restrições ambientais.

**Palavras-chave:** Uso do espaço, padrão de atividades, fragmentação, matriz de permeabilidade, guariba-de-mãos-ruivas.

## Introduction

A majority of primate species are found in extremely heterogeneous environments composed of forest fragments immersed in different types of land highly modified by human activities – the anthropogenic matrix (Arroyo-Rodríguez *et al.*, 2017; Estrada *et al.*, 2017). Consequently, these human activities surrounding their natural habitat may affect and cause significant changes in activity patterns, use of space and consumption of food resources (Juan *et al.*, 2000). The behavioral flexibility of primates is particularly relevant in these landscapes, due to its potential implications for effective dispersal and food exploitation, introducing the possibility of reducing the impacts of population isolation, with demographic and genetic consequences, and environmental constraints (Jones, 2005). Understanding how particular primate species respond to fragmentation and the expanding anthropogenic matrix is fundamental for adequate planning of effective strategies for their conservation, such as wildlife corridors (Hilty *et al.*, 2006).

Howler monkeys, genus *Alouatta*, are known to present relatively high behavioral flexibility when living in these modified landscapes and are particularly known for their ability to survive in small and altered fragments (Schwarzkopf and Rylands, 1989; Kowalewski and Zunino, 1999; Bicca-Marques, 2003; Arroyo-Rodrigues *et al.*, 2007; Arroyo-Rodríguez and Dias, 2009; Orihuela *et al.*, 2014). These species frequently show plasticity concerning home range size, social structure, movement pattern and howlers can complement their diet with items present in anthropogenic matrices, like orange, guava and mango trees (Bicca-Marques and Calegaro-Marques, 1994; Asensio *et al.*, 2009; Grande, 2012; Gómez-Posada and Londoño, 2012; Chaves and Bicca-Marques, 2017; Corrêa *et al.*, 2018).

The red-handed howler monkey, *Alouatta belzebul* (Linnaeus, 1766) is endemic to Brazil and presents a disjunct distribution, with its largest part in eastern Amazonia and a small number of populations in the Atlantic Forest of northeastern Brazil. Habitat loss and fragmentation, as well as hunting pressure, are the main threats for this species, classified as Vulnerable by both the national and global lists of threatened species (MMA, 2014; Valença-Montenegro *et al.*, 2019). The situation for *Alouatta belzebul* in the Atlantic Forest is far worse than in the Amazon; in the Atlantic Forest only very small populations remain, inhabiting 31 forest fragments immersed in a landscape dominated by matrix features such as sugar cane and pasture monocultures, and urban areas (Fialho *et al.*, 2014; Ludwig *et al.*, 2016; Valença-Montenegro *et al.*, 2019). In the state of Paraíba, where most of the species' populations are concentrated in this region, the landscape is extremely anthropized, with only 1.16% and 656 km<sup>2</sup> covered by the original Atlantic Forest vegetation (Campanili and Prochnow, 2006).

Strategies to reverse this situation were determined in 2011 in the National Action Plan for the Conservation of Northeastern Primates (PAN PRINE) in Brazil, with one of the plan's five specific goals forest protection and restoration to promote habitat connectivity (ICMBio, 2018). Nevertheless, to adequately implement these measures to effectively enhance the survival and dispersal of primates and to reduce the demographic and genetic impacts of isolation on populations, it is essential to understand how the species are dealing with fragmentation in their specific landscapes.

The aim of the present project was to conduct an ecological-behavioral study to analyze the use of space, activity pattern and diet of an *Alouatta belzebul* group in a small Atlantic Forest fragment and its surrounding matrix in Paraíba, Brazil. On a broader scale, we expect the results to serve as a case study to understand the functional connectivity of this landscape for the species and to support further actions to promote habitat restoration and reduce population isolation.

## Material and Methods

### Study site

The study was carried out in the *Mata do Angico* (7°2'49"S; 35°9'56"W), at the municipality of Sapé, Paraíba state (Fig. 1), which is a small fragment of secondary Atlantic Forest with 1.8 ha. Its surrounding matrix is dominated by dirt roads, sugar cane and pasture monocultures (enclosed by barbed wire fences), orchard and bamboo areas. The *Mata do Angico* site is about 800 m distant from the private protected area *RPPN Fazenda Pacatuba*, which includes the Pacatuba Forest (~266 ha), where the highest density of howlers has been recorded for the Atlantic Forest (94.7 individual/km<sup>2</sup>) (Hue *et al.*, 2016). Both areas are part of the "Pacatuba-Gargau" corridor, whose ongoing restoration has been accomplished by two NGOs and a sugarcane ethanol company, collaborating with the PAN PRINE implementation. This corridor will also benefit the *Sapajus flavius*, which is another endangered primate species.

The region is of tropical climate, hot and humid, with temperatures ranging from 20 °C to 28 °C. There are two marked seasons: the wet season (March–August) and the dry season (September–February) when many trees lose their leaves. The annual rainfall in 2017 was 131.1 mm (data from Usina Japungu laboratory).

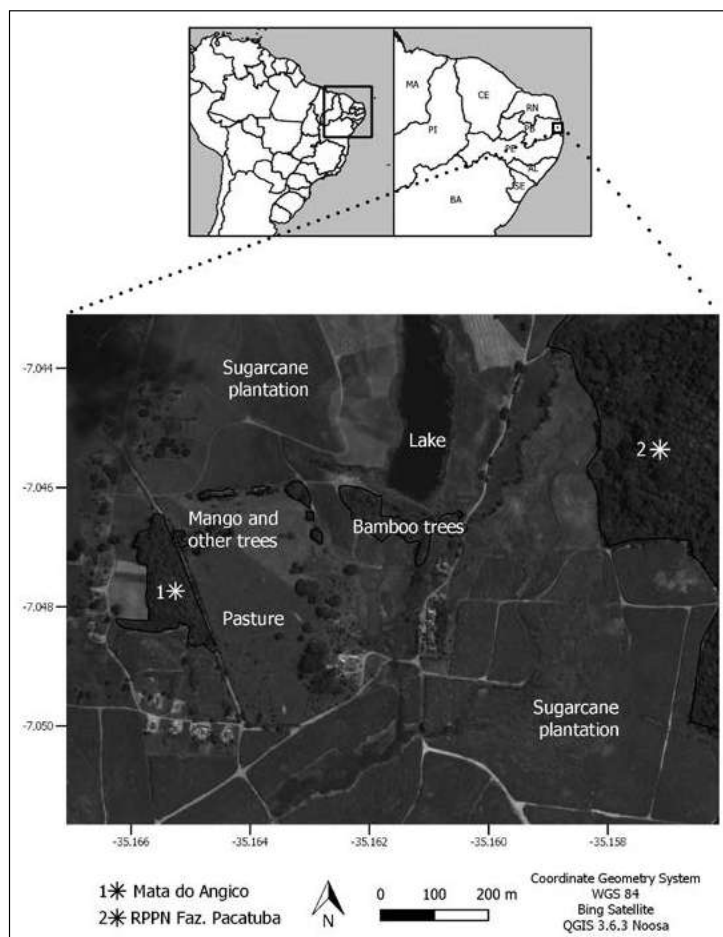
### Data Collection

From January to December 2017 howlers were observed for four or five days per month, from dawn until dusk. The group composition varied from four to five individuals: 1 adult male; 1 sub-adult male; 0-1 adult female; 2 juveniles (sex undetermined). Data about activity patterns, use of space (including GPS readings) and diet were obtained using the scan sampling method, at

intervals of 15 minutes (Altmann, 1974; Setz and Hoyos, 1986; Setz, 1991; Cullen Jr. and Valladares-Pádua, 1997; Ludwig *et al.*, 2015).

Plant species observed to be consumed by howlers were collected and identified by botanists at the Federal University of Paraíba (UFPB) herbarium (JPB- Herbário Lauro Pires Xavier). Additionally, fecal samples were collected monthly, washed and screened in the laboratory, and

seeds were identified in the same herbarium. Each plant species registered in a fecal sample was considered as one occurrence of frequency for the month. So, every percentage mentioned here is a combination of the number of scans where the animals were eating that plant added to the fecal sample with the seeds of the same plant seeds detected. The identification followed the Flora System of Brazil, which is part of the Reflora Program of the Botanical Garden of Rio de Janeiro (Flora do Brasil, 2020).



**Figure 1.** Study site: Mata do Angico and its surrounding matrix (dirt roads, sugarcane plantation and pasture, orchard and bamboo areas), about 800 m from the private protected area RPPN Fazenda Pacatuba.

Day ranges were estimated from the connection of the GPS readings. The use of space was obtained by adding the frequency of use of the GPS readings in the quadrants. The grid cell method, by far the most used method in studies on primates, was used with quadrants of 0.25 ha (NRC, 1981; Brockelman and Ali, 1987; Ostro *et al.*, 1999; Grueter *et al.*, 2009). In this method all quadrants visited by the animals are included in the home range. These quadrants were distinguished by forest (Mata do Angico) or matrix (including all components mentioned above as non-forest), and the frequency of use determined by time dedicated by the animals in activities in each of them. Data were classified according to the presence of the animals in the forest versus the matrix environments. The binomial test

for two proportions and T test (two samples assuming different variances) were applied using BioEstat 5.3 and were considered to be significantly different whenever a  $p$ -value  $< 0.05$  was obtained.

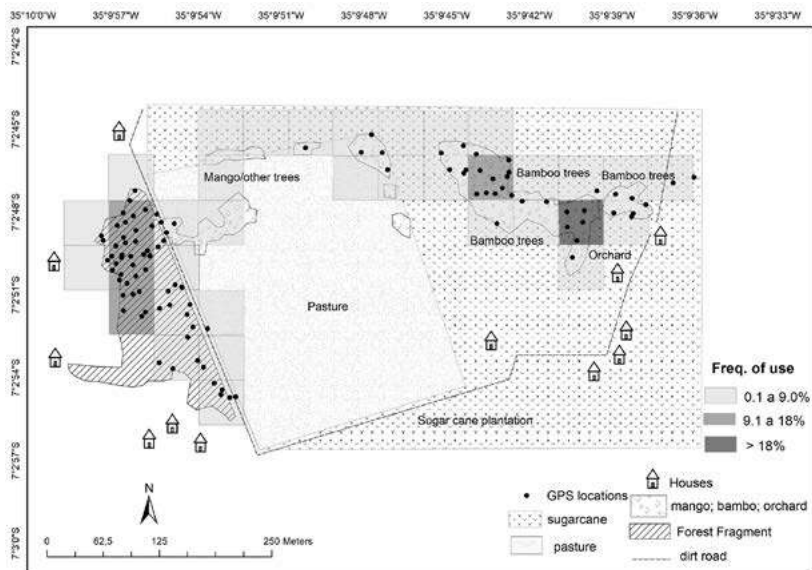
## Results

Overall, 5,724 records were obtained during 505 hours of directly observing the howler group. The howlers used the matrix slightly more (50.2%) than the forest (49.8%), and in both environments specific locations were more frequently used, such as trees used as sleeping or resting sites, or for feeding (Fig. 2). In the matrix, the use of *Bambusa* sp. (bamboo) and orchard areas was predominant at the expense of other landscape



elements, such as pasture and sugarcane monocultures. Bamboo areas were used mainly for resting or traveling

to the orchards, which were dominated by mango, banana and cajá (*Spondias mombin*) trees.



**Figure 2.** Home range and use of space of the studied *Alouatta belzebul* group in the forest fragment “Mata do Angico” and its surrounding matrix, Sapé, Paraíba (7°2'49"S; 35°9'56"W). The area of each quadrant is 0.25 ha.

The group spent most of the time resting (57.9%), followed by travelling (18.9%), feeding (16.7%) and social interaction (5%). Feeding was significantly more frequent in the forest (58.7%) ( $Z=4.25$ ;  $gl=1$ ;  $p<0.0001$ ), while travelling was more frequent in the matrix environment (55.2%) ( $Z=-5.64$ ;  $gl=1$ ;  $p<0.0001$ ). The predominant forest strata used for the activities in both areas was the canopy (91.1%).

The animals consumed mainly leaves (75%), mostly mature (43.4%), followed by fruits (18.2%), flowers (5.7%) and others (1.0%). Leaves were the item predominant in diet in both environments. It was consumed equally across the seasons, while fruits were consumed more frequently in the wet season (63.3%). Fruits were consumed significantly more in the matrix ( $Z=-2.8$ ;  $gl=1$ ;  $p=0.002$ ), and flowers in the forest ( $Z=6.1$ ;  $gl=1$ ;  $p<0.0001$ ), based on behavioral observations and fecal sample seeds, howlers consumed 58 plant species (16 unidentified). The majority (55.2%;  $n=16$  samples) of the 29 fecal samples analyzed had seeds, where seven different species could be identified. The main plant species recorded for flower consumption were lianas.

Grouped in 27 families, Fabaceae presented the highest number of genera of plant resources for the howlers ( $N=10$ ) and was the most frequently consumed (41.9%) (Table 1). The consumption of arboreal species predominated, and the forest environment provided a greater richness of species. The most consumed plant species was *Machaerium hirtum* (26.8%), followed by *Anadenanthera colubrina* (11%) – dominant in the forest – and *Mangifera indica* (10.7%) and *Cecropia palmata* (9.13%) – mainly obtained in the matrix.

The used quadrants covered a total home range of 8.75 ha, with the majority falling in the matrix (6 ha;  $n=24$  squares) and a smaller area of forest (2.75 ha;  $n=11$  squares) (Fig. 2). Day ranges showed no significant difference between forest use ( $339 \pm 182$ m) and matrix use ( $375 \pm 151$ m) ( $t=-0.7$ ;  $gl=51$ ;  $p=0.22$ ). To travel through the anthropogenic matrix, howlers crossed sugarcane plantations and dirt roads on the ground, and, walked along barbed wire fences that border the pasture (Fig. 3). They used the same path regularly in trees that joined above roads and fences next to some sparse trees in the landscape. The maximum open (“without trees”) distance crossed was 66 m, through sugarcane monocultures planted in lines perpendicular to the departure and arrival environments. A total of 20 crossings were recorded between the forest and the bamboo trees (318 m), each took in average four hours, stopping in the sparse trees.



**Figure 3.** A Red-handed Howler Monkey walking along a barbed wire fence around the pasture in the matrix.

**Table 1.** Plant species, items consumed recorded by direct observations and fecal samples (fr: fruit; ml: mature leaf; yl: young leaf; fl: flower; o: other), type (A: arboreal or L: liana), season of the year it was consumed (W: wet season; D: dry season) and environments that is located (F: forest and/or M: matrix) by the *Alouatta belzebul* group and relative frequencies, with items > 9% in bold.

Family/ Plant species	A/L	Items	D	W	F	M	%
Anacardiaceae							
<b><i>Mangifera indica</i> L.*</b>	A	fr, ml, yl	x	x		x	10.70
<i>Spondias mombin</i> L.	A	fr, ml	x	x		x	1.89
Annonaceae							
<i>Annona</i> sp.	A	fr		x	x		0.10
Araliaceae							
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire <i>et al.</i>	A	yl		x	x		0.10
Arecaceae							
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	A	ml	x		x		0.21
<i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.	A	fr, ml	x		x		1.05
Aristolochiaceae							
<i>Aristolochia</i> sp.	L	ml, yl	x	x		x	1.26
Bambuseae							
<i>Bambusa</i> sp.	A	ml, yl	x	x		x	0.63
Bignoniaceae							
<i>Fridericia</i> sp.	L	flo		x	x		1.78
<i>Handroanthus</i> sp.	A	ml, yl	x	x		x	2.62
sp.16	?	yl		x			0.21
Boraginaceae							
<i>Cordia superba</i> Cham.	A	fr	x	x	x		0.21
Capparaceae							
<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	A	yl		x	x		0.63
Erythroxylaceae							
<i>Erythroxylum</i> sp.	A	fr		x	x		2.31
Fabaceae							
<b><i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan</b>	A	flo, fr, ml, yl	x	x	x		11.02
<i>Inga</i> sp.	A	ml, yl	x	x	x		0.52
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	A	ml	x	x		x	0.84
<b><i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld</b>	A	ml, yl, flo	x	x	x		26.76
<i>Calopogonium sericeum</i> (Benth.) Chodat and Hassl.	L	ml	x	x	x		0.84
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	A	ml, yl	x	x	x		0.42
<i>Geoffroea spinosa</i> Jacq.	A	ml	x		x		1.15
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton and Rose	A	o	x		x		0.10
<i>Centrosema plumieri</i> (Turpin ex Pers.) Benth.	L	ml	x		x		0.10
<i>Andina</i> sp.	A	ml	x		x		0.21
Lamiaceae							
<i>Vitex rufescens</i> A.Juss.	A	yl	x		x		0.52
Leguminosa							
<i>Samanea inopinata</i> (Harms) Barneby and J.W.Grimes	A	ml	x	x		x	0.52
Loganiaceae							
<i>Strychnos parviflora</i> Spruce ex Benth.	A	fr, ml	x	x	x		1.99

Continued on page 12

**Table 1.** Continued from page 11

Family/ Plant species	A/L	Items	D	W	F	M	%
Malpighiaceae							
sp.8	?	yl, flo	x				0.42
<i>Byrsonima</i> sp.	A	fr	x	x		x	0.31
Malvaceae							
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	A	ml, yl	x	x		x	1.15
Meliaceae							
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	A	ml	x	x	x		0.21
Moraceae							
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	A	fr	x		x		0.10
Musaceae							
<i>Musa acuminata</i> Colla*	A	fr		x		x	0.31
Nyctaginaceae							
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	A	ml	x		x		0.31
<i>Guapira laxa</i> (Netto) Furlan	A	ml		x	x		0.10
<i>Guapira</i> sp.	A	ml, yl		x	x		0.63
Polygalaceae							
<i>Securidaca diversifolia</i> (L.) S.F.Blake	L	yl	x		x		0.10
Polygonaceae							
<i>Coccoloba</i> sp.	A	ml, yl	x	x		x	4.09
Rhamnaceae							
<i>Ziziphus undulata</i> Reissek	A	ml, fr	x	x		x	4.72
Rubiaceae							
<i>Genipa americana</i> L.	A	ml	x			x	0.10
sp.7	?	fr	x				0.10
Sapindaceae							
<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	A	fr, yl	x	x	x		1.47
Solanaceae							
<i>Solanum</i> sp.	A	fr	x		x		0.21
Urticaceae							
<i>Cecropia palmata</i> Willd.	A	ml, yl	x	x		x	9.13
<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	A	yl	x		x		0.10
Indeterminate							
sp.1 up to sp.15	?	fr, ml, yl					7.35
Water							0.52
<b>Total</b>							<b>100 %</b>

\*Exotic species

## Discussion

In our study *Alouatta belzebul* used the matrix surrounding the small forest fragment, including all non-forest elements, at a higher frequency than expected for an arboreal primate. The results provided evidence for the importance of these landscape elements for all the observed howler activities, mainly for traveling and feeding. The distribution and abundance of key species of consumption in the matrix or opportunity to move to other places,

such as the orchard, in addition to safe places to rest, as the bamboo patches, can explain this higher frequency of use.

It is clear that reduction and fragmentation of natural primate habitats limits dispersal and restricts diets; for this reason, the matrix proved to be an important element for supplementing the animals' diet, as observed in other atelids (Grande, 2012), including howler species (Pozo-Montuy *et al.*, 2011; 2013; Chaves and



Bicca-Marques, 2017; Arroyo-Rodríguez *et al.*, 2017). This allows for the maintenance of populations at high densities even in small fragments (Poço-Montuy *et al.*, 2011; 2013), such as the study fragment. Nearby RPPN Pacatuba has a superabundance of howlers, with a density of 32.2 groups of howlers/km<sup>2</sup> and an estimated population of 252 individuals living in a fragment of 266.53 ha (Hue *et al.*, 2016). Our group in Mata do Angico was likely formed by individuals dispersing from this forest.

The highest frequency of use was in quadrants that offered some advantage to howlers, such as a tree that accommodated the whole group with protection, shade, and a place to rest or sleep (like the bamboo patches). Howlers also frequently used quadrants with food resources. The home range size of the group was within the expected variation limits for the species (Bonvicino, 1989; Souza, 2005; Coutinho, 2012; Silva, 2015). Generally, primates of the genus *Alouatta* have small home ranges in relation to their body size (Crockett and Eisenberg, 1987). However, unlike the cited studies, where primates used only the forests, here the matrix comprised the largest part of the howlers' home range. This reinforces the idea that howler groups may expand their home ranges in low quality environments, permitting their survival in small fragments (Poço-Montuy *et al.*, 2013). Besides of the matrix dominate the landscape, it could provide the animals the fruit item most consumed (mango).

On the other hand, day range sizes were below those previously reported for the species (Bonvicino, 1989; Jardim, 1997; Pina, 1999; Pinto, 2001; Camargo, 2005; Souza, 2005; Coutinho, 2012). The average values obtained in the present study fell below even lowest day range ever recorded, which was of 450 m, in the private reserve near the study area (Bonvicino, 1989). Another similarly low average day range (454 m) was recorded for an *Alouatta caraya* group inhabiting a forest fragment of 2 ha (Bicca-Marques, 1994).

The spatial arrangement of fragments can favor or hinder dispersal, depending on a species' perception capacity, which is defined as the maximum distance that an animal can directly recognize the landscape around it. This influences movement between fragments and can be used to infer functional connectivity in the landscape (Lorini, 2015). In this modified landscape, howlers' ability to move through the sugarcane matrix was facilitated by the orientation of the planting lines, that allowed the animals to detect the destination habitat, thereby, allowing for faster arrival at the destination and the detection of possible threats in the pathway. However, these benefits may be minimized after harvest, with the animals being more exposed and disoriented while crossing these more open areas.

As expected, the temporal budget of daily activities was found to be different between the environments used and

were similar to patterns previously found for the species (Bonvicino, 1989; Souza, 2005; Coutinho, 2012; Silva, 2015). Richness of plant species consumed is higher in the forest, suggesting that animals need to travel less in this environment to obtain food and that they feed more frequently in the forest when compared to the matrix environment. The continuity of the canopy observed in the forest, unlike the matrix, may also result in less time dedicated to travelling in this environment. The canopy was the main stratum used by howlers, providing greater security against semi-arboreal predators, a more extensive visual range and higher availability of resources (Mendes, 1989).

Regarding howler diet, the item "leaf" predominated, as expected for the genus considered to be the most folivorous among Neotropical primates (Crockett, 1998). Folivory may buffer extirpation risk, as howler populations can survive in small areas compared to other primates (Ludwig *et al.*, 2008). The high consumption of fruits in the matrix was mainly due to the use of orchards in the surrounding community. As mentioned by Bonvicino (1989), in the study area, fruit production predominates in the rainy season, when the animals consumed more of this food item. In dry season the fruits consumed were mainly from the orchard. The use of a matrix to consume predominantly orchard items was also reported for *Alouatta caraya* (Grande, 2012). Also, flowers were consumed mainly from lianas, which are widely available in the forest but scarce in the matrix, which may explain this difference. Adding the plant species identified (42 taxa) consumed by the studied group to the species previously recorded in howler diets at RPPN Fazenda Pacatuba (Bonvicino, 1989; Souza, 2005; Coutinho, 2012), gives a total of 96 taxa (including arboreal and non-arboreal plants- like shrubs, lianas and epiphytes) with a prevalence of tree species. As a floristic and phytosociological study identified the presence of 68 arboreal species in the RPPN (Dionísio, 2002), it seems that despite the low diversity of food resources, howlers are feeding on much of what is available.

Environmental enrichment and planting of forest corridors with the aim of conserving threatened species, must consider the main food resources consumed by the target species. This and other studies highlight some key tree species (not including the exotic ones) of great importance: *Brosimum* sp., *Tapirira guianensis*, *Ficus* sp. and *Cecropia* sp. (Bonvicino, 1989); *Tabebuia nodosa* and *Simarouba amara* (Coutinho, 2012); *Trichilia hirta*, *Bowdichia virgiloides* and *Tabebuia* sp. (Souza, 2005); *Anadenanthera colubrina* and *Machaerium hirtum* (present study). Despite little feeding on bamboo trees, these patches were frequently used by howlers for travelling and resting. This plant is widely cultivated in the state of Paraíba due to its use for cement packaging (Embrapa, 2018), and these bamboo patches may act as stepping-stones for the displacement of howlers in the matrix (Hernández, 2014).

The present results corroborate the high capacity of some primates in adapting their activities to new environmental conditions, using the matrix at higher frequencies in order to supplement their diet and even using cultivated areas for resting and other activities. Nevertheless, primates in these conditions may be more exposed to threats due to the proximity of residential houses, unpaved roads with a moderate flow of vehicles, and the presence of domestic animals observed in the study area. This may increase the occurrence of electrocutions, roadkill and attacks by dogs (Lokschin *et al.*, 2007). In an area not so far from the study area (~3.5 km), there are records of deaths of howlers by electrocution (Ludwig, personal observation). In this context, the survival of howlers in this landscape must be directly related to improving the functional and structural connectivity of the remaining habitats, and implementing wildlife corridors (Hilty *et al.*, 2006). Planning such ecological corridors, including the restoration and enrichment of the fragmented areas with the key plant species indicated here, is as a cornerstone strategy for species conservation. These measures may allow howlers to move more safely from one fragment to another, favoring effective dispersal between groups and the search for new food sources, thereby mitigating the impacts of habitat fragmentation (Beier and Noss, 1998; Haddad *et al.*, 2003).

The ecological-behavioral information about a small group of *A. belzebul* inhabiting a highly fragmented environment reported here contributes to our understanding of how howlers can deal with this kind of context and indicates some possibilities that can be implemented in order to reverse this threat. Further in-depth spatial analyses may provide detailed answers about the landscape scale effect on the population structure of species. In practical terms, the existence of *A. belzebul* in the northeastern Atlantic Forest depends on the effective implementation of urgent measures to reduce habitat fragmentation.

### Acknowledgments

We are grateful to Usina Japungu for permitting the study in RPPN Fazenda Pacatuba and surrounding areas, and especially to Mr. Antonio Campos, for the logistical support. We'd like to acknowledge Dr. Rubens Teixeira de Queiroz and Luiz Henrique Liberato Moreira, from the UFPB herbarium, for the identification of botanical material and species. Also, we are grateful to Luciana Gosi Pacca, for the map of the study site, and to the two reviewers which contributed to improve this paper. Gabriela Ludwig received a postdoc scholarship from Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (Fapesq-PB) and CNPq. Gabriel Yan Figueiredo Lima received a scholarship from the CIEE-ICMBio program.

### References

- Altmann, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* 49: 227–267.
- Arroyo-Rodríguez, V., Mandujano, S., Benítez-Malvido, J. and Cuende-Fanton, C. 2007. The influence of large tree density on howler monkey (*Alouatta palliata mexicana*) presence in very small rain forest fragments. *Biotropica* 39: 760–766.
- Arroyo-Rodríguez, V. and Dias, P. A. D. 2009. Effects of habitat fragmentation and disturbance on howler monkeys: a review. *Am. J. Primatol.* 72: 1–16.
- Arroyo-Rodríguez, V., Pérez-Elissetche, G. K., Ordóñez-Gómez, J., González-Zamora, A., Chaves, O. M., Sánchez-López, S., Chapman, C. A., Morales-Hernández, K., Pablo-Rodríguez, M. and Ramos-Fernández, G. 2017. Spider monkeys in human-modified landscapes: the importance of the matrix. *Trop. Conserv. Sci.* 10: 1–13
- Asensio, N., Arroyo-Rodríguez, V., Dunn, J. and Cristóbal, J. 2009. Conservation Value of Landscape Supplementation for Howler Monkeys Living in Forest Patches. *Biotropica* 41: 768–773.
- Beier, P. and Noss, R. 1998. Do Habitat Corridors Provide Connectivity? *Conserv. Biol.* 12: 1241–1252.
- Bicca-Marques J. C. 2003. How do howler monkeys cope with habitat fragmentation? In: *Primates in fragments: ecology and conservation*, L. K. Marsh (ed.), pp. 283–303. Kluwer Academics/Plenum Publishers, New York.
- Bicca-Marques J. C. and Calegario-Marques, C. 1994. Exotic plant species can serve as staple food sources for wild howler populations. *Folia Primatol.* 63: 209–211.
- Bicca-Marques, J. C. 1994. Padrão de utilização de uma ilha de mata por *Alouatta caraya* (Primates: Cebidae). *Rev. Bras. Biol.* 54: 161–171.
- Bonvicino, C. R. 1989. Ecologia e comportamento de *Alouatta belzebul* (Primates: Cebidae) na Mata Atlântica. *Rev. Nordestina Biol.* 6: 149–179.
- Brockelman, W. Y. and Ali, R. 1987. Methods of surveying and sampling forest primate populations. In: *Primate Conservation in the Tropical Rain Forest*, C. W. Marsh and R. A. Mittermeier (eds.), pp. 23–62. Alan R. Liss, New York.
- Camargo, C. C. 2005. Ecologia comportamental de *Alouatta belzebul* (Linnaeus, 1766) na Amazônia Oriental sob alteração antrópica de hábitat. Dissertation, Universidade Federal do Pará, Belém, PA.
- Campanili, M. and Prochnow, M. 2006. *Mata Atlântica: Uma rede pela floresta*. Rede de ONGs da Mata Atlântica (RMA), Brasília, DF.
- Chaves, O. M. and Bicca-Marques, J. C. 2017. Crop Feeding by Brown Howlers (*Alouatta guariba clamitans*) in Forest Fragments: The Conservation Value of Cultivated Species. *Int. J. Primatol.* 38: 263–281.
- Corrêa, F., Chaves, O. M., Printes, R. C. and Romanowski, H. P. 2018. Surviving in the urban–rural interface: Feeding and ranging behavior of brown howlers (*Alouatta guariba clamitans*) in an urban fragment in southern Brazil. *Am. J. Primatol.*: 1–12.

- Coutinho, L. A. 2012. Variação sazonal e longitudinal na ecologia do Guariba-de-mãos-ruivas, *Alouatta belzebul* (Primates, Atelidae), na Fazenda Pacatuba, Paraíba. Dissertation, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE.
- Crockett, C. M. 1998. Conservation biology of genus *Alouatta*. *Int. J. Primatol.* 19: 549–578.
- Crockett, C. M. and Eisenberg, J. F. 1987. Howlers: Variations in group size and demography. In: *Primate Societies*, B. B. Smuts, D. L. Cheney, R. M. Seyfarth, R. W. Wrangham and T. T. Struhsaker (eds.), pp. 54–68. The University of Chicago Press., Chicago and London.
- Cullen Jr., L. and Valladares-Pádua, C. 1997. Métodos para estudos de ecologia, manejo e conservação de primatas na natureza. In: *Manejo e conservação de vida silvestre no Brasil*, C. Valladares-Pádua, R. E. Bodmer and L. Cullen Jr. (eds.), pp. 239–269. Tefé: Sociedade Civil Mamirauá, Brasília: MCT/CNPq.
- Dionísio, G. de O. 2002. Florística e Fitossociologia do estrato arbóreo e arbustivo na Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Pacatuba, Sapé - PB. Undergraduate Final Project, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB.
- Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2018. Bambu é alternativa de renda na produção familiar. Website: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/34230725/bambu-e-alternativa-de-renda-na-producao-familiar>. Accessed 3 September 2020.
- Estrada, A., Garber, P. A., Rylands, A. B., Roos, C., Fernandez-Duque, E., Di Fiore, A., Nekar, K. A., Nijman, V., Heymann, E. W., Lambert, J. E., Rovero, F., Barelli, C., Setchell, J. M., Gillespie, T. R., Mittermeier, R. A., Arreaga, L. V., de Guinea, M., Gouveia, S., Dobrovolski, R., Shanee, S., Shanee, N., Boyle, S. A., Fuentes, A., MacKinnon, K. C., Amato, K. R., Meyer, A. L. S., Wich, S., Sussman, R. W., Pan, R., Kone, I. and Li, B. 2017. Impending extinction crisis of the world's primates: Why primates matter. *Sci. Adv.* 3: 1–16.
- Fialho, M. S., Valença-Montenegro, M. M., Silva, T. C. F., Ferreira, J. G. and Laroque, P. O. 2014. Ocorrência de *Sapajus flavius* e *Alouatta belzebul* no centro de endemismo Pernambuco. *Neotrop. Primates* 21: 214–219.
- Flora do Brasil. 2020. Website: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>. Accessed 25 March 2018.
- Gómez-Posada, C. and Londoño, J. M. 2012. *Alouatta seniculus*: density, home range and group structure in a Bamboo forest fragment in the Colombian Andes. *Folia Primatol.* 83: 56–65.
- Grande, T. O. 2012. Ocupação de fragmentos florestais e uso da matriz por primatas na paisagem urbanizada de Goiânia, Goiás. Dissertation, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO.
- Grueter C. C., Li, D., Ren, B., Wei, F. 2009. Choice of analytical method can have dramatic effects on primate home range estimates. *Primates* 50: 81–84.
- Haddad, N., Bowne, D., Cunningham, A., Danielson, B., Levey, D., Sargent, S., Spira, T. 2003. Corridor use by diverse taxa. *Ecology*, 84: 609–615.
- Hernández, J. C. A. 2014. Comparación de los requerimientos de espacio de *Alouatta seniculus* en fragmentos con diferente intensidad de aprovechamiento de guadua, en el Quindío. Undergraduate Final Project, Universidad Del Tolima. Tolima, Colômbia.
- Hilty, J. A., Lidicker Jr., W.Z. and Merenlender, A. M. 2006. *Corridor Ecology - The Science and Practice of Linking Landscapes for Biodiversity Conservation*. Island Press, Washington.
- Hue T., Caubet, M. and Moura, A. C. de A. 2016. Howlers and marmosets in Pacatuba: an overcrowded existence in a semi-deciduous Atlantic forest fragment? *Mammalia* 81: 1–10.
- ICMbio. 2018. Portaria N° 242, de 26 de março de 2018. Aprova o 2º ciclo do Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Primatas do Nordeste - PAN Primatas do Nordeste. Website: [https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/portarias/portaria\\_242\\_de\\_26\\_de\\_marco\\_de\\_2018.pdf](https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/portarias/portaria_242_de_26_de_marco_de_2018.pdf). Accessed 12 September 2020.
- Jardim, M. M. A. 1997. Estratégias de forrageamento e uso do espaço por *Alouatta belzebul* (Primates, Cebidae) na Estação Científica Ferreira Penna, Melgaço, Pará. Dissertation, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
- Jones C. B. 2005. *Behavioral flexibility in primates: causes and consequences*. Springer, New York.
- Juan, S., Estrada, A. and Coates-Estrada, R. 2000. Contrastes y Similitudes en el uso de recursos y patrón general de actividades en tropas de monos aulladores (*Alouatta palliata*) en fragmentos de selva en Los Tuxtlés, México. *Neotrop. Primates* 8: 131–135.
- Kowalewski, M. M. and Zunino, G. E. 1999. Impact of deforestation on a population of *Alouatta caraya* in Northern Argentina. *Folia Primatol.* 70: 163–166.
- Lokschin, L. X., Printes, R. C., Cabral J. N. H. and Buss, G. 2007. Power lines and howler monkey conservation in Porto Alegre, RS, Brasil. *Neotrop. Primates* 14: 76–79.
- Lorini, M. L. 2015. Mamíferos em paisagens fragmentadas: Perspectivas da ecologia de paisagens- Conectividade e Redes Ecológicas em paisagens fragmentadas: Aplicações em conservação da biodiversidade e restauração ecológica. Livro de Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Mastozoologia. Website: [http://www.criandoelo.com.br/wp-content/uploads/2016/01/caderno-de-resumos\\_11.11.pdf](http://www.criandoelo.com.br/wp-content/uploads/2016/01/caderno-de-resumos_11.11.pdf). Accessed 25 March 2018.
- Ludwig, G., Aguiar, L. M. and Passos, F. C. 2015. GPS as an effective tool for study of the home range of black-and-gold howlers (*Alouatta caraya*) in riparian forests, Southern Brazil. *Neotrop. Primates* 22: 19–24.
- Ludwig, G., Aguiar, L. M., Svoboda, W. K., Hilst, C. L. S., Navarro, I. T., Vitule, J. R. S. and Passos, F. C. 2008. Comparison of the diet of *Alouatta caraya* (Primates: Atelidae) between a riparian island and mainland on the Upper Parana River, Southern Brazil. *Rev. Bras. Zool.* 25: 419–426.
- Ludwig, G., Fialho, M. S., Valença-Montenegro, M. M., Azevedo, R. B., Marques, E., Jerusalinsky, L. and Buss,



- G. 2016. Atualização da ocorrência de *Alouatta belzebul* e *Sapajus flavius* (Mammalia, Primates) em fragmentos florestais na Mata Atlântica da Paraíba e do Rio Grande do Norte. Anais do VIII Seminário de Pesquisa e VIII Encontro de Iniciação Científica – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Mudanças Climáticas e Biodiversidade. Brasília, DF. Website: [https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/anais\\_2016\\_-\\_07-02-2017\\_1.pdf](https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/anais_2016_-_07-02-2017_1.pdf). Accessed 12 September 2020.
- Mendes, S. L. 1989. Estudo ecológico de *Alouatta fusca* (Primates: Cebidae) na Estação Biológica de Caratinga, MG. *Rev. Nordestina Biol.* 6: 71–104.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. 2014. Portaria no 444, de 17 de dezembro de 2014. Lista Nacional Oficial das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF.
- NRC. 1981. *Techniques for the Study of Primate Population Ecology*. National Research Council, National Academy Press, Washington, DC.
- Ostro L. E. T., Young, T. P., Silver, S. C. and Koontz, F. W. 1999. A geographic information system (GIS) method for estimating home range size. *J. Wildl. Manage.* 63: 748–755.
- Orihuela, G., Terborgh, J., Ceballos, N. and Glander, K. 2014. When top-down becomes bottom up: behaviour of hyperdense howler monkeys (*Alouatta seniculus*) trapped on a 0.6 Ha island. *PLoS One* 9: 1–4.
- Pina, A. L. C. B. 1999. Dinâmica sócio-ecológica em uma população de guaribas-das-mãos-vermelhas (*Alouatta belzebul*) na Estação Científica Ferreira Penna, Pará. Dissertation, Universidade Federal do Pará, Belém, PA.
- Pinto, A.C.B. 2001. Padrão de atividades, dieta e dispersão de sementes pelo macaco *Alouatta belzebul* em florestas com exploração madeireira e não-explorada na Amazônia Oriental. Dissertation, Universidade Federal do Pará, Belém, PA.
- Pozo-Montuy, G., Serio-Silva, J. C. and Bonilla-Sánchez, Y. 2011. Influence of the landscape matrix on the abundance of arboreal primates in fragmented landscapes. *Primates* 52: 139–147.
- Pozo-Montuy, G., Serio-Silva, J. C., Chapman, C. A. and M. Bonilla-Sánchez, Y. 2013. Resource use in a Landscape Matrix by an Arboreal Primate: Evidence of Supplementation in Black howlers (*Alouatta pigra*). *Int. J. Primatol.* 34: 714–731.
- Schwarzkopf, L. and Rylands, A. B. 1989. Primate species richness in relation to habitat structure in Amazonian rainforest fragments. *Biol. Conserv.* 48: 1–12.
- Setz, E. Z. F. 1991. Métodos de quantificação de comportamento de primatas em estudos de campo. In: *A Primatologia no Brasil*, 3, A. B. Rylands, A.B. and A. T. Bernardes (eds.), pp. 411–435. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, MG.
- Setz, E. Z. F. and Hoyos, A. 1986. Partição do tempo: o problema da dependência entre observações comportamentais sucessivas. In: *A primatologia no Brasil*, 2, M T. Mello (ed.), pp. 191–201. Campinas, Imprensa Universitária/UFMG, Campinas, SP.
- Silva, J. M. 2015. Ecologia, Conservação e Comportamento de Guariba-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebul belzebul*) no Município de Água Preta, Pernambuco, Brasil. Dissertation, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE.
- Souza, S. P. 2005. Ecologia e conservação de *Alouatta belzebul belzebul* (Primates, Atelidae) na Paraíba, Brasil. Doctoral thesis, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB.
- Valença Montenegro, M., Carvalho, A., Cortes-Ortiz, L., Fialho, M., Jerusalinsky, L., Melo, F., Mittermeier, R. A., Ravetta, A., Régis, T., Talebi, M. and Veiga, L. M. 2019. *Alouatta belzebul*, Red-handed Howler Monkey. *The IUCN Red List of Threatened Species*. 1–12.

## DIETA E ÁREA DE VIDA DE SAGUIS URBANOS NO PARQUE LINEAR DO RIBEIRÃO DAS PEDRAS (CAMPINAS-SP, BRASIL)

João Vítor de Amorim Verçosa<sup>1</sup> e Eleonore Zулnara Freire Setz<sup>1</sup>

Laboratório de Ecologia e Comportamento de Mamíferos (LAMA), Departamento de Biologia Animal, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas Rua Monteiro Lobato, 255, 13.083-862 Campinas, SP, Brasil,  
E-mails: <j176283@dac.unicamp.br>, <setz@unicamp.br>

### Resumo

Nosso objetivo do estudo foi caracterizar a área de vida, a composição de grupos e a dieta de saguis em um pequeno trecho de mata ciliar (21 ha) em uma área urbana, o Parque Linear do Ribeirão das Pedras (Barão Geraldo, Campinas-SP) no sudeste do Brasil. Seguimos cinco grupos entre janeiro de 2018 a junho de 2019, em um total de 15 saguis, sendo híbridos e morfotipos de *Callithrix jacchus* e *C. penicillata*. As áreas de vida desses saguis, variando entre 0.2 e 14.4 ha, foram distribuídas ao longo da faixa florestal. A dieta dos saguis apresentou inovações, em comparação à dieta dos saguis na distribuição geográfica original. Os alimentos mais consumidos foram a goma e a banana. Durante todo o período, a goma foi o principal item consumido pelos saguis. A espécie exótica da árvore gomífera *Terminalia catappa* foi uma espécie-chave na alimentação dos saguis na estação seca. Apesar de enfrentarem os desafios do ambiente urbano, os saguis obtêm alimentos e se reproduzem, se estabelecendo na região e, provavelmente, aumentando a população num futuro próximo. Sugerimos um monitoramento dessas populações e o desenvolvimento de medidas de educação ambiental. Além disso, novos estudos podem ser importantes para melhor compreensão das dinâmicas desempenhadas pelos saguis no meio urbano.

**Palavras-chave:** Saguis invasores; *Callithrix jacchus*; *Callithrix penicillata*

### Abstract

Our aim was to characterize home range, group composition and diet of marmosets in a gallery forest of 20.97 ha, within an urban area, in the Parque Linear do Ribeirão das Pedras (Barão Geraldo, Campinas-SP) in southeastern Brazil. Five groups were followed between January 2018 and June 2019, with a total of 15 marmosets, comprised of hybrids and morphotypes of *Callithrix jacchus* and *C. penicillata*. The home ranges of these marmosets, varying from 0.2 to 14.4 ha, were distributed along the forest strip. The marmoset's diet presents innovations, compared to the diet of marmosets in their original geographical distribution. The most consumed food resources were gum and banana. The exotic gum tree, *Terminalia catappa*, was a key species in the diet of these marmosets in the dry season. Despite the challenges of the urban environment, the marmosets find food, reproduce and are establishing themselves in this region, and will likely increase their population in the near future. We suggest monitoring these marmoset populations and developing measures of environmental education. Additional studies may be important for better understanding of the dynamics the marmosets in urban areas.

**Keywords:** Invasive marmosets; *Callithrix jacchus*; *Callithrix penicillata*.

### Introdução

Estima-se que a população humana aumentará cerca de 2.5 bilhões de pessoas até 2050, sendo projetada a existência de 43 megacidades até 2030 (United Nations, 2018). O crescimento da população e das cidades chama a atenção para a necessidade de estudos em ambientes urbanos. Embora pesquisas relacionadas tenham crescido nos últimos anos, esse número ainda não é expressivo (Magle *et al.*, 2012). O crescimento das áreas urbanas promove a extinção de espécies locais nativas, ao mesmo tempo que possibilita o estabelecimento de espécies exóticas, muitas delas favorecidas

pelas modificações antrópicas dos habitats, resultando em uma fauna urbana mais homogênea (McKinney, 2006).

Os saguis do gênero *Callithrix*, quando fora de sua região de origem, são um exemplo de espécie exótica que se adaptou ao meio urbano (Teixeira *et al.*, 2015; Secco *et al.*, 2018). A diminuição do risco de predação, o aumento ao acesso de alimentos fornecidos pelo ser humano, além das adaptações morfológicas dos saguis para extração de goma e a dieta generalista, podem contribuir para essas espécies tolerarem ambientes urbanos (Miranda e Faria, 2001; Secco *et al.*, 2018).

Os saguis formam grupos de três a 15 indivíduos e se alimentam de goma, frutos, insetos e pequenos vertebrados (Stevenson e Rylands, 1988; Silveira e Castro, 2018). Por muitos anos as espécies de saguis *Callithrix jacchus* (sagui-do-nordeste) e *C. penicillata* (sagui-do-tufo-preto), oriundas do tráfico, foram repetidamente introduzidas onde foram apreendidas. Em Campinas, *C. jacchus* e *C. penicillata* já foram registrados (Lima, 2008). A espécie *C. penicillata* habita principalmente matas ciliares de Cerrado (Hershkovitz, 1977; Miranda e Faria, 2001; Secco *et al.*, 2018). Como Campinas está numa zona de transição entre floresta Atlântica e o Cerrado, esta espécie pode ser considerada natural. Por outro lado, *C. jacchus* é uma espécie exótica, pois é restrita ao Nordeste brasileiro (Hershkovitz, 1977).

Em Campinas, há o Parque Linear do Ribeirão das Pedras (PLRP), uma Área de Proteção Ambiental (APP) onde vivem saguis. Entretanto, essa área, situada entre residências e estabelecimentos comerciais, sofre com a especulação imobiliária para expansão urbana (Spillier *et al.*, 2020). Ao longo dos anos sua área tem sido reduzida e o fragmento modificado em um formato alongado com pequena área de cobertura vegetal (Etto *et al.*, 2013). O PLRP continua sofrendo com a perda de área, como a que ocorreu ainda durante a pesquisa para a construção de um Residencial. A flora do PLRP é um misto de árvores nativas, como aroeira-pimenteira (*Schinus terebinthifolia*), ipê (*Handroanthus albus*) e cinamomo (*Croton urucurana*), e exóticas, como leucenas (*Leucaena leucocephala*) e amendoeiros (*Terminalia catappa*).

Tendo em vista as diferenças do ambiente urbano com a região original desses saguis, o nosso objetivo foi investigar quais saguis estão no PLRP, quais os trechos que utilizam no fragmento e quais recursos estão consumindo.

## Métodos

### Área de Estudo

O PLRP está situado em Barão Geraldo (22°49'29"S, 47°04'44.99"W - 22°49'37.57"S, 47°04'24.73"W), Campinas, SP, Brasil. O Ribeirão das Pedras é afluente do Ribeirão Anhumas, que deságua no Rio Atibaia, da bacia do Rio Piracicaba. Em Campinas, os Parques Lineares são considerados áreas verdes para preservação e valorização do patrimônio natural (Plano Local de Gestão de 1996, Lei Nº 9.199 de 27/12/ 1996; Lima, 2016). Em 2010, o PLRP recebeu o prêmio de Melhor Prática em Gestão Ambiental Urbana, dos Ministérios do Meio Ambiente e das Cidades.

Em Barão Geraldo, o PLRP (20,97 ha) possui, aproximadamente, 2,847 m de comprimento e 75 m de largura. A área foi dividida em três trechos (Fig. 1): A (3.49 ha), B (13.43 ha) e C (3.99 ha), separados por avenidas. Entre A e B não há fiação transversal ou árvores que possibilitem sua ligação. B e C apresentam conexão por fiações

elétricas. O trecho A é o único que possui uma pista de caminhada e em que há oferta de bananas durante o ano por moradores locais. Separado do trecho C, por outra avenida, a 23 m de distância, está o Parque Ecológico Prof. Hermógenes de Freitas Leitão Filho (12.6 ha), trecho D, com acesso pela arborização urbana. Os saguis também podem se locomover para a Fazenda Rio das Pedras (a noroeste do Trecho C, separado pela Estrada da Rhodia) ou para a Mata Santa Genebrinha (separada do Trecho A por uma avenida), entretanto não conseguimos autorizações para pesquisa nestas propriedades.



**Figura 1.** Área do Parque Linear do Ribeirão das Pedras (Campinas, São Paulo, Brasil) dividida em trechos de A a D.

### Identificação da composição dos grupos

Classificamos os saguis, segundo seu fenótipo, como morfotipos, já que não é possível afirmar se eram híbridos ou não. Assim, categorizamos em 1) Morfotipo *jacchus* (Mj) com tufos brancos trapezoidais; 2) Morfotipo *penicillata* (Mp) com tufos pretos em forma de pincel e 3) Morfotipo misto (Mm), com tufos grisalhos. Além disso, identificamos sexo (presença ou não dos testículos) e a classificação etária, de acordo com Pinheiro e Mendes-Pontes (2015). Determinamos como grupos os saguis que interagiam entre si e que cujos indivíduos não foram observados interagir com os demais grupos deste estudo. Os grupos foram reconhecidos por indivíduos com características únicas, como cauda cortada, manchas esbranquiçadas na face, final da cauda em formato de “V”, além da composição de cada grupo. De novembro de 2018 a junho de 2019, os três grupos de saguis (3, 4 e 5) foram observados por 85 h 32 min (35 h 44 min - Grupo 3; 28 h 03 min - Grupo 4; 21 h 58 min - Grupo 5).

### Encontros dos Grupos e Área de Vida

Mapeamos os encontros com cada grupo utilizando o Sistema de Posicionamento Global (GPS) e *Trex Garmin*, coletando pontos georreferenciados a cada 15 minutos, permanecendo com o grupo até o final do dia ou até onde era possível segui-lo. Os pontos foram usados para o cálculo da área de vida por Mínimo Polígono Convexo (MPC), em R (pacote *adehabit* HR). Para examinar o efeito do esforço amostral, fizemos Teste de Correlação de Pearson, com o *BioEstat*, entre a quantidade de pontos e o tamanho da área de vida, entre o tamanho do trecho e



o da área de vida e entre o número de árvores de goma e o tamanho da área de vida (Ayres *et al.*, 2007).

#### Comportamento alimentar e identificação da dieta

O registro da dieta ocorreu pelo método de todas as ocorrências, minuto a minuto (Setz, 1991), identificados como eventos de alimentação (*feeding bout*), cuja soma representa o tempo (em minutos) dispendido na alimentação de cada recurso, a permanência individual em um mesmo recurso por minutos consecutivos, incluindo pequenas movimentações entre os galhos. Cada registro de evento de alimentação foi representado por “n”, cujo percentual foi calculado em relação ao total dos demais itens consumidos. Para comparar o consumo das principais categorias de itens alimentares entre as estações do ano (seca, abril a junho, e chuvosa, novembro a março) realizamos um qui-quadrado ( $X^2$ ).

Os itens vegetais foram identificados no menor nível taxonômico possível, com auxílio do Laboratório de Taxonomia do Departamento de Biologia Vegetal da UNICAMP. As categorias de alimentação foram: (1) Item de origem animal: artrópode ou vertebrado e (2) Item de origem vegetal: goma ou fruto. Não foi possível registrar os eventos de alimentação (*feeding bout*) de todos os grupos, pois os grupos 1 e 2 só foram encontrados durante o estudo piloto. Os indivíduos arbóreos, cuja goma foi consumida no estudo, foram contadas nos trechos usados pelos grupos, verificando se havia escarificações. Além disso, foi possível coletar amostras de fezes, as quais foram dissolvidas em água por 10 minutos e, lavadas em água corrente sobre peneiras (de 1 mm e 0.5 mm de malha), retendo o conteúdo para triagem. As sementes foram separadas e identificadas.

## Resultados

#### Composição dos Grupos

O esforço total em campo foi de 349 h 43 min e o esforço efetivo total, período em que os grupos foram encontrados e acompanhados, de 117 h 22 min. Encontramos cinco grupos durante o período do estudo (Tabela 1). Durante o estudo registramos o nascimento de saguis no Grupo 3, em novembro. Como não observamos os saguis entrando ou saindo da árvore de dormir e não registramos interações entre estes grupos, não podemos garantir que não sejam subgrupos de um grupo maior. Como cada grupo foi encontrado sempre no mesmo trecho, obtivemos segurança para definir o uso como sua área de vida.

#### Área de Vida

Os saguis ocuparam todos os trechos da área estudada do PLRP. Não encontramos saguis no Pq. Ecológico, apesar de termos ouvido suas vocalizações uma vez no local. Não observamos interações nem a co-ocorrência simultânea de grupos em um mesmo trecho. O uso do Trecho A pelos Grupos 1, 4 e 5 ocorreu em períodos diferentes. O grupo que apresentou maior área de vida foi o Grupo

3, com 14.4 ha, enquanto o que apresentou menor área de vida foi o Grupo 5, 0.2 ha (Tabela 2). Apesar da quantidade de pontos coletados para os Grupos 3 e 4 serem semelhantes, para o Grupo 3 o tamanho do trecho e o número de árvores de goma influenciam mais que o número de pontos (Tabela 2). Como esperado o maior esforço (número de pontos;  $R^2 = 0.45$  e  $p = 0.20$ ) e o maior trecho ( $R^2 = 0.44$  e  $p = 0.21$ ) tenderam a uma maior área de vida, embora não significativas. A correlação do tamanho da área com o número de árvores de goma, por outro lado, foi muito significativa ( $R^2 = 0.89$  e  $p = 0.02$ ).

**Tabela 1.** Composição sexo-etária e de morfotipos (Mp = Morfotipo *penicillata*, Mj = Morfotipo *jacchus* e Mm = Morfotipo mista) dos grupos de saguis de janeiro de 2018 a junho de 2019 no Parque Linear do Ribeirão das Pedras, Campinas, São Paulo, Brasil.

Grupo	Período	Composição Sexo-etária e de Morfotipos
1	Jan-Fev 2018	1 macho adulto Mp, 1 macho e 1 fêmea adultos Mj
2	Fev-Mar 2018	1 macho e 1 fêmea adultos Mj
3	Mai 2018-Jun 2019	1 macho adulto Mj, 1 macho e 1 fêmea adultos Mp, 2 infantes
4	Dez 2019-Jan 2019	1 macho adulto Mp e 1 fêmea adulta Mm
5	Mai-Jun 2019	1 fêmea adulta Mj, 1 macho adulto e 1 subadulto Mp

**Tabela 2.** Área de vida, Tamanho (ha) e número de árvores de goma no trecho e número de pontos coletados para cada grupo de saguis no Parque Linear Rio das Pedras, Campinas, São Paulo, Brasil.

Grupo	Área de Vida	Tamanho do Trecho (ha)	Nº de árvores de goma	Nº de pontos
1	0.5	3.49	12	42
2	0.4	13.43	16	31
3	14.4	17.42	61	151
4	4.5	3.49	12	171
5	0.2	3.49	12	95

#### Dieta dos Grupos

A dieta dos grupos de saguis incluiu artrópodes, uma lagartixa e itens de 13 espécies de 11 famílias de plantas (Tabela 3), sendo quatro de árvores gomíferas, duas nativas e duas exóticas, e nove de frutos, três deles exóticos. Também registramos quatro tentativas, sem sucesso, de predação de ovos, duas em ninhos com sabiás e duas em ninhos com pombas. Observamos 162 eventos de alimentação (*feeding bouts*), sendo 38.9% ( $n = 63$ ) de origem animal, em sua maioria de artrópodes, 38.3% ( $n = 62$ ), incluindo a lagartixa, 0.6% ( $n = 1$ ). O restante dos eventos de alimentação foi oriundo de vegetais, 61.1% ( $n = 99$ ), sendo 34% ( $n = 55$ ) de goma e 27.2% ( $n = 44$ ) de frutos, com predomínio da banana, 17.3% ( $n = 28$ ). Já em relação ao consumo de goma, Combretaceae e Euphorbiceae foram as famílias predominantes,

sendo de *Terminalia catappa*, 13.5 % (n = 22), seguida pela *Croton urucurana*, 9.3 % (n = 15). O uso das árvores gomíferas variou entre os grupos, com eventos de alimentação e tempos de exploração da goma diferentes. *T. catappa* esteve presente em todos os trechos (três em A, com apenas uma escarificada, três em B e seis em C, com duas árvores escarificadas em cada um). As árvores de *T. catappa* foram encontradas principalmente

nas bordas e em calçadas. *C. urucurana* foi encontrada nos trechos B e C, 42 (nove escarificadas) e nove (duas escarificadas), respectivamente. *Melia azedarach* formava um agrupamento de oito árvores (duas usadas pelos saguis) em A. No Trecho C havia apenas uma árvore de *M. azedarach*, sem escarificações. *Enterolobium contortisiliquum*, por sua vez, foi encontrada apenas uma árvore em A.

**Tabela 3.** Famílias e espécies vegetais consumidas pelos saguis do Parque Linear do Ribeirão das Pedras (Campinas, São Paulo, Brasil), parte consumida (PC), se nativa ou exótica (N/E), Tempo de *Feeding Bout* e de Consumo, forma de identificação (V/F, sendo V = Visual e F = Fezes), grupo de sagui que usou o recurso (GS), e referências bibliográficas que citam a utilização das espécies ou gêneros das plantas por outros saguis.

Família/Espécie	PC	N/E	Feeding Bout (FB)		Tempo de Consumo		V/F	GS	Ref*
			n	%	min	%			
Caricaceae									
<i>Carica papaya</i>	Fr	E	5	3.1	14	1.9	V/F	4.5	A
Combretaceae									
<i>Terminalia catappa</i>	Go	E	22	13.5	261	34.8	V	3.5	B,C,D,E
Euphorbiaceae									
<i>Croton urucurana</i>	Go	N	15	9.3	78	10.4	V	3	F
Fabaceae									
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Go	N	8	4.9	32	4.3	V	4.3	B,C,G,H,I,J
<i>Inga striata</i>	Fr	N	4	2.5	34	4.5	V	4	A,K,L,M,N
Meliaceae									
<i>Melia azedarach</i>	Go	E	10	6.2	61	8.1	V	1.4	-
Myrtaceae									
<i>Psidium guajava</i>	Fr	N	3	1.8	10	1.4	V	3	O,P,Q
Moraceae									
<i>Morus nigra</i>	Fr	E	3	1.9	20	2.7	V	3	P
Musaceae									
<i>Musa</i> sp.	Fr	E	28	17.3	140	18.7	V	4.5	L,A
Piperaceae									
<i>Piper</i> sp	Fr	N	-	-	-	-	F	4	A
Solanaceae									
Morfoespécie 1	Fr	-	-	-	-	-	F	4	-
Urticaceae									
<i>Cecropia adenopus</i>	Fr	N	-	-	-	-	F	2	C,O
<i>Cecropia pachystachya</i>	Fr	N	1	0.6	2	0.3	V/F	4	J

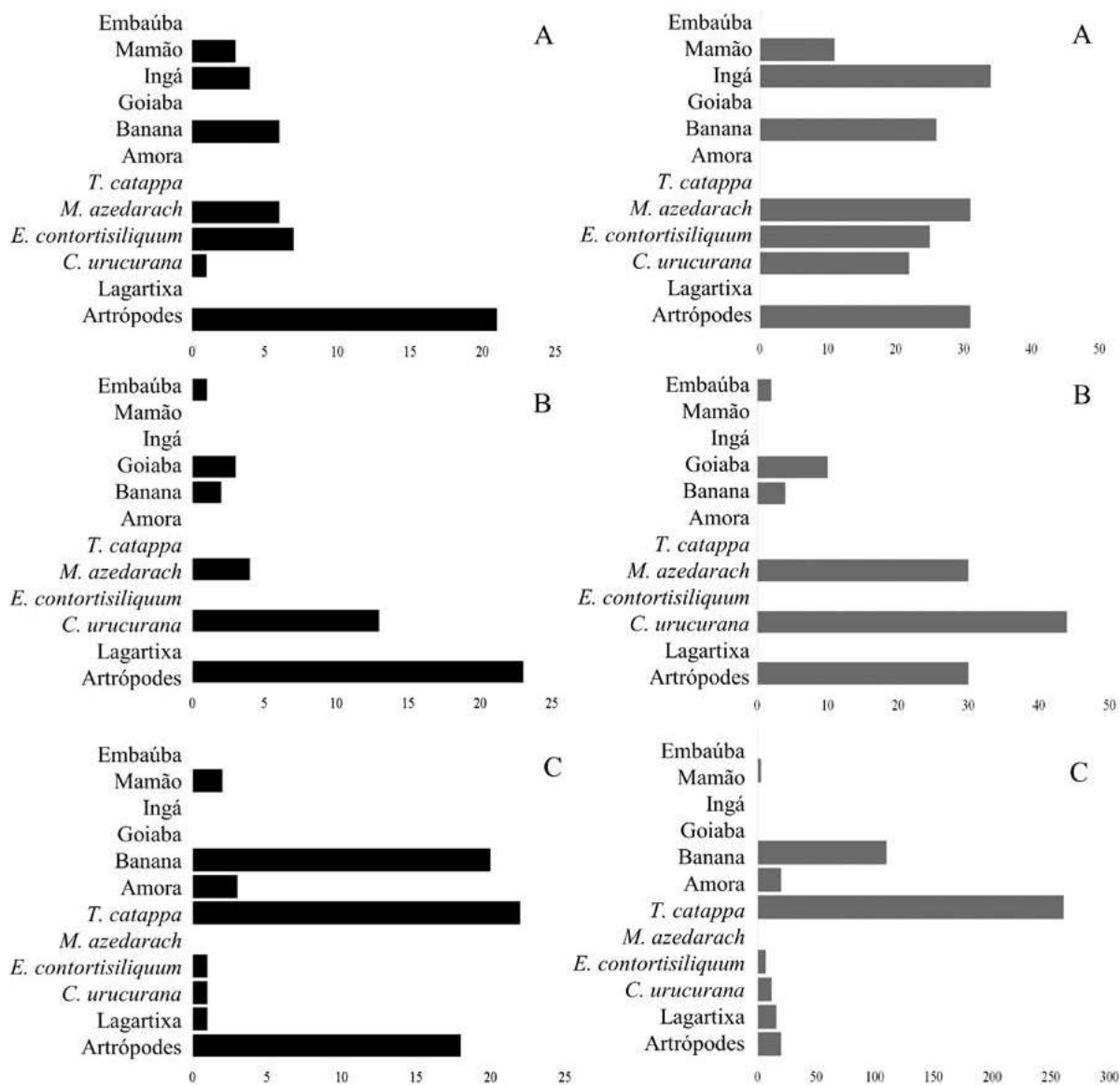
\*Referências: (A) Mendes-Pontes e Soares (2005); (B) Stevenson e Rylands (1988); (C) Castro e Araújo (2006); (D) Vilela e Del-Claro (2011); (E) Albuquerque *et al.* (2012); (F) Lamoglia (2015); (G) Passamani (1996); (H) Vilela e Faria (2002); (I) Thompson *et al.* (2013); (J) Pinheiro e Mendes-Pontes (2015); (K) Hubrecht (1984); (L) Miranda e Faria (2001); (M) Vilela (2007); (N) Silva e Albuquerque (2010); (O) Castro (2003); (P) Zago *et al.* (2013); (Q) Silveira e Castro (2018)

Houve diferenças entre as estações ( $X^2$  total = 428.74; g.l. = 4;  $p < 0.001$ ). Na seca (abril a junho de 2019) houve maior exploração da *T. catappa* ( $X^2$  parcial = 70.89) e as outras gomas foram mais consumidas na estação chuvosa ( $X^2$  parcial = 99.48). No período seco, a banana foi mais consumida ( $X^2$  parcial = 8.32), embora estivesse sempre

disponível no trecho A. O consumo da banana se tornou maior na seca (71.4 %; n = 20), em comparação a chuvosa (28.6 %; n = 8; Fig. 2). Já o consumo de outros frutos foi maior na estação chuvosa ( $X^2$  parcial = 16.64). Separamos *T. catappa* das demais gomas e a banana dos demais frutos para realização do qui-quadrado, uma vez que se

destacaram na dieta dos saguis. Na seca, também ocorreu uma pequena diminuição no número de eventos de

alimentação de artrópodes (seca: 29.0%, n = 18; chuvosa: 71%, n = 44).



**Figura 2.** Itens alimentares explorados pelos saguis do Parque Linear do Ribeirão das Pedras (Campinas, São Paulo, Brasil). As barras em cor mais escura (à esquerda) representam a quantidade de eventos de alimentação, enquanto as barras em cor mais clara (à direita) representam o tempo dispendido na exploração do recurso, em minutos. (A) novembro a dezembro de 2018, (B) janeiro a março de 2019 e (C) abril a junho de 2019. Notar a diferença na escala.

## Discussão

### Composição de Grupos e Área de Vida no PLRP

A área de vida dos saguis dos Grupos 1, 2 e 5 foi inferior à área de vida já registrada com *C. jacchus* no Recife, de 0.72 ha a 1.62 ha (Hubrecht, 1985), porém as áreas de vida do Grupo 3 e 4 foram maiores. Em Pernambuco, registrou-se uma área de vida de 4.11 ha para *C. jacchus* (Mendes-Pontes e Cruz, 1995) e, em Brasília, 8.25 ha a 18.5 ha para *C. penicillata* (Miranda e Faria, 2001), maior do que o encontrado para nossos grupos. Entretanto, essas comparações de dados refletem comparações com

suas áreas originais e os saguis urbanos precisam viver em fragmentos pequenos. Os grupos do PLRP eram pequenos, o que pode estar relacionado ao tamanho do fragmento ou ao ambiente de mata ciliar, cujos grupos se tornam menores, mas numerosos ao longo de todo o trecho, assim como os grupos de *C. penicillata* em Brasília (Miranda e Faria, 2001). Durante o estudo houve a ocupação do Trecho A por grupos diferentes, possivelmente devido à deslocação entre grupos para outras áreas residenciais do bairro ou para a área da Fazenda do Ribeirão das Pedras ou Santa Genebrinha, caso não façam parte de um grupo maior.

A área de vida dos saguis pode estar relacionada com a distribuição de recursos importantes, como a densidade e presença de árvores gomíferas ao longo do trecho, assim como observado em Rio Grande do Norte e Goiás (Castro, 2003; Lamoglia, 2015). Em nosso estudo, houve correlação entre a abundância de árvores gomíferas com o tamanho do trecho e a área de vida. O grupo 3, que apresentou a maior área de vida, ocupou o maior trecho, cuja área possui a maior abundância de *C. urucurana*. O uso de árvores gomíferas com maior abundância possibilita minimizar o gasto energético de procura e concentrar esforços na alimentação em poucas espécies, mas em vários indivíduos (Lamoglia, 2015). A abundância das outras espécies gomíferas foi bem menor, mas *T. catappa*, diferentemente de *C. urucurana*, esteve presente em todos os trechos. Em Minas Gerais, as árvores gomíferas em fragmentos menores que 28.8 ha foram importantes para a persistência de saguis, principalmente em áreas urbanas, onde os alimentos são mais limitados (Secco *et al.*, 2018). A diminuta área de vida dos grupos 4 e 5 do Trecho A pode estar relacionada à oferta das bananas, refletindo a influência humana no uso do espaço pelos saguis. Entretanto, outros fatores não estudados aqui podem influenciar na área de vida dos saguis, como a localização dos recursos, locais de dormir e a defesa territorial (Hubrecht, 1985).

Assim como em Bauru-SP (Valença-Silva *et al.*, 2014), a formação de grupos mistos de saguis no PLRP favorece comportamentos afiliativos, como *Grooming* (catação) – importante pela remoção de parasitas, redução da tensão social e manutenção da coesão do grupo. Em nosso estudo, a maioria dos grupos eram mistos e isso pode ser um fator que favorece a sobrevivência de grupos com mais de um fenótipo de saguis, mesmo em ambiente urbano. Por outro lado, a formação de grupos mistos promove a hibridização e ameaça a integridade das espécies de *Callithrix* (Malukiewicz, 2019).

#### *Dieta dos saguis no PLRP*

Assim como em outros trabalhos sobre dieta de *C. jacchus* ou *C. penicillata* em suas áreas de origem, houve um consumo expressivo de goma (Fonseca e Lacher, 1984; Pinheiro e Mendes-Pontes, 2015; Silveira e Castro, 2018). Estudos com saguis (*C. jacchus* e *C. penicillata*) em fragmentos urbanos do Rio de Janeiro também apresentaram maior consumo de goma (Cunha *et al.*, 2006; Rangel *et al.*, 2011), embora no Parque Nacional da Tijuca tenha sido observada a predominância de frutos (Silva *et al.*, 2017).

Encontramos diferenças entre as famílias de árvores de goma mais consumidas entre os saguis urbanos do nosso estudo e os saguis em sua área de distribuição original. As famílias de árvores gomíferas mais exploradas por *Callithrix* normalmente são Anacardiaceae, Vochysiaceae e Fabaceae (Francisco *et al.*, 2015), das quais registramos apenas Fabaceae. Espécies exóticas de plantas tiveram

papel fundamental para os saguis. Entre as árvores gomíferas exóticas utilizadas pelos saguis estão *T. catappa* e *M. azedarach*, enquanto *C. urucurana* e *E. contortisiliquum* são nativas. Estas espécies também ocorrem em alguns locais na distribuição original destes saguis, de acordo com dados do *Species Link*. Apesar da *T. catappa* ser exótica, tem uma ampla distribuição no Brasil e, em Recife e Rio Grande do Norte, aparece na dieta de *C. jacchus* (Albuquerque *et al.*, 2012; Castro e Araújo, 2006). *C. penicillata*, também consome goma de espécies do gênero *Terminalia* no Cerrado, sendo elas *T. argentea*, também exótica (Vilela e Del-Claro, 2011) e *T. glabrescens*, nativa (Passamani, 1996). *C. urucurana* foi apenas registrada na dieta de *C. penicillata* em Goiás (Lamoglia, 2015). Não encontramos registros na literatura sobre o consumo de *M. azedarach* por saguis. Em contrapartida, alguns dos recursos explorados pelos saguis no nosso estudo, como a árvore de goma *Enterolobium* e os frutos de *Cecropia* sp., *Inga* sp. e *Piper* sp., são registrados em suas distribuições originais (Miranda e Faria, 2001; Mendes-Pontes e Soares, 2005; Pinheiro e Mendes-Pontes, 2015; Silveira e Castro, 2018).

A goma está disponível ao longo do ano, garantindo o suprimento da dieta em períodos de escassez de alimentos (Lacher *et al.*, 1984; Passamani, 1996; Zago *et al.*, 2013). Assim o aumento do consumo de goma de *T. catappa*, como no Recife, ocorreu no início da estação seca (considerada no estudo entre agosto e fevereiro), época de escassez de alimentos (Albuquerque *et al.*, 2012). A goma fornece água, carboidratos e minerais, como cálcio, potássio, magnésio e fósforo (Garber, 1984; Lacher *et al.*, 1984) e garante equilíbrio de cálcio/fósforo nos saguis, em complemento ao consumo de insetos, cuja quantidade de fósforo é maior do que a de cálcio (Garber e Teaford, 1986). O esforço para obter frutos é menor, mas nem sempre estão disponíveis, tanto que em alguns estudos os frutos apresentam valores reduzidos na dieta dos saguis (Zago *et al.*, 2013). O aumento do consumo da banana em nosso estudo pode estar relacionado à facilidade de obtenção durante todo o estudo e à estação seca, sendo tão explorada quanto a *T. catappa*.

O nascimento de saguis no PLRP, indica que os saguis estão conseguindo se manter na região. Alimentar os saguis durante os períodos de escassez reduz o efeito restritivo da sazonalidade sobre a reprodução. Nos primatas, os picos anuais de reprodução e nascimento estão correlacionados com as mudanças sazonais de disponibilidade de alimentos, uma vez que a diminuição da oferta reduz os nascimentos (Goldizen *et al.*, 1988). Com esta suplementação de banana em alguns anos, poderemos observar um aumento das populações de saguis no bairro do PLRP.

#### *Desafios dos saguis no PLRP e perspectivas de novos estudos*

Durante o estudo, o PLRP perdeu uma área de 0.3 ha para uma construção, usada pelos saguis do Grupo 2. A

diminuição de áreas verdes na região favorece a migração dos saguis, submetendo-os a riscos, como eletrocussão ou atropelamentos. No início de agosto de 2020, por exemplo, um sagui foi atropelado no bairro.

Além disso, poucos estudos avaliam o potencial da dispersão de sementes desses animais, principalmente em fragmentos em que não há dispersores de maior tamanho. Apesar de sua dieta predominantemente gomívora, estudos recentes mostram o potencial dos saguis como dispersores de sementes, como no Rio de Janeiro (Silva *et al.*, 2017). As sementes de *Cecropia hololeuca* ofertadas dentro de bananas em plataformas de alimentação foram principalmente consumidas por *C. penicillata* e, depois, germinadas normalmente (Silva *et al.*, 2020). No PLRP os saguis podem auxiliar na recuperação da vegetação da mata ciliar.

Por fim, um trabalho de Educação Ambiental e Gestão pode ser importante para entender as demandas da população e cuidar melhor do PLRP. O PLRP é mais usado como passagem do que para permanência e bem-estar (Lima, 2016). O trabalho de Educação Ambiental pode permitir uma compreensão das pessoas sobre os saguis e o papel do PLRP. Seria importante também ampliar a área de estudo e fazer um acompanhamento a longo prazo para compreender as dinâmicas populacionais dos grupos e as interações ecológicas no ambiente urbano.

## Agradecimentos

Esta pesquisa de Iniciação Científica foi apoiada por uma bolsa PIBIC CNPq. Agradecemos à Sarah Mião Oliveira, à Ingrid Koch e ao José Otávio Venancio Ferreira pela ajuda nas identificações, à Amalia Mabel Sánchez Palacios pela ajuda na análise de dados de área de vida, e aos revisores anônimos que contribuíram para aperfeiçoar o manuscrito.

## Referências

- Albuquerque, J. R., Silva, J. M., Oliveira, M. A. B. e Silva, V. L. 2012. Tamanho e uso da área domiciliar por um grupo silvestre de *Callithrix jacchus* (Primates: Cebidae: Callitrichinae) no Parque Estadual dois Irmãos, Recife-PE. *Rev. Nordestina Zool.* 6(2): 1–18.
- Ayres, M., Ayres Junior, M., Ayres, D. L. e Santos, A. de A. S. 2007. BioEstat - aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. Version 5.0. Belém, Sociedade Civil Mimirauá, MCT - CNPq. 324p.
- Castro, C. S. S. 2003. Tamanho da área de vida e padrão de uso do espaço em grupos de saguis, *Callithrix jacchus* (Linnaeus) (Primates, Callitrichidae). *Rev. Bras. Zool.* 20(1): 91–9.
- Castro, C. S. S. e Araújo, A. 2006. Diet and feeding behavior of Marmoset *Callithrix jacchus*. *Braz. J. Ecol.* 7(10): 14–19.
- Cunha, A. A., Vieira, M. V. e Grelle, C. E. V. 2006. Preliminary observations on habitat, support use and diet in two non-native primates in an urban Atlantic forest fragment: The capuchin monkey (*Cebus* sp.) and the common marmoset (*Callithrix jacchus*) in the Tijuca forest, Rio de Janeiro. *Urban Ecosyst.* 9: 351–359.
- Emmons, L. H., Whitney, B. M. e Ross Jr., D. L. 1997. Sounds of Neotropical rainforest mammals: an audio field guide. New York, Library of Natural Sounds, Cornell Laboratory of Ornithology, Ithaca. 1 CD, digital, stereo.
- Etto, T. L., Longo, R. M., Arruda, D. R. e Invenioni, R. 2013. Ecologia da paisagem de remanescentes florestais na bacia hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Campinas-SP. *Revista Árvore.* 37(6): 1063–1071.
- Fonseca, G. A. B. e Lacher, J. R. 1984. Exudate-feeding by *Callithrix jacchus penicillata* in semideciduous woodland (Cerradão) in central Brazil. *Primates* 25(4): 441–449.
- Francisco, T. M., Silva, I. O. e Boere, V. 2015. Exsudativoria em saguis do gênero *Callithrix*. *Natureza online.* 13(5): 220–228.
- Garber, P. A. e Teaford, M. F. 1986. Body weights in mixed species troops of *Saguinus mystax mystax* and *Saguinus fuscicollis nigrifrons* in Amazonian Peru. *Am. J. Phys. Anthropol.* 71: 331–336.
- Garber, P.A. 1984. Proposed nutritional importance of plant exudates in the diet of the Panamanian tamarin, *Saguinus oedipus geoffroyi*. *Int. J. Primatol.* 5: 1–15.
- Goldizen, A.W., Terborgh, J., Cornejo, F., Porras, D.T. e Evans, R. 1988. Food shortage, weight loss, and the timing of births in Saddle-Back Tamarins (*Saguinus fuscicollis*). *J. Anim. Ecol.* 57(3): 893–901.
- Hershkovitz, P. 1977. *Living New World monkeys (Platyrrhini)*. The University of Chicago, Chicago.
- Hubrecht, R. C. 1985. Home-range size and use and territorial behavior in the Common Marmoset, *Callithrix jacchus jacchus*, at the Tapacura Field Station, Recife, Brazil. *Int. J. Primatol.* 6(5): 533–550.
- Lacher, T. E., Fonseca, G. A. B., Alves, C. e Magalhaes-Castro, B. 1984. Parasitism of tree by marmoset in central Brazilian gallery forest. *Biotropica.* 16(3): 201–209.
- Lamoglia, J. M. 2015. Árvores gomíferas escarificadas por *Callithrix penicillata*, caracterização anatômica dos orifícios e composição química de exsudações de *Tapiroira guianensis* em fragmentos urbanos sob domínio Cerrado. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- Lima, A. D. S. O. 2016. A Legislação Ambiental e o Sistema de Espaços Livres em Campinas: Um estudo sobre as propostas de Parque Lineares da Cidade. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, SP.
- Lima, E. F. 2008. Levantamento e censo de primatas em fragmentos florestais de mata atlântica na região de Sousa e Joaquim Egídio, Campinas, SP – Rio Claro. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP.



- Magle, S. B., Hunt, V. M., Vernon, M. e Crooks, K. R. 2012. Urban wildlife research: Past, present, and future. *Biol. Conserv.* 155: 23–32.
- Malukiewicz, J. 2019. A Review of experimental, natural, and anthropogenic hybridization in *Callithrix* Marmosets. *Int. J. Primatol.* 40: 72–98.
- McKinney, M. L. 2006. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biol. Conserv.* 127: 247–260.
- Mendes-Pontes, A. R. e Cruz, M. A. O. M. 1995. Home range, intergroup transfers, and reproductive status of common marmosets *Callithrix jacchus* in a forest fragment in North-Eastern Brazil. *Primates.* 36: 335–347.
- Mendes-Pontes, A. R. e Soares, M. L. 2005. Sleeping sites of common marmosets (*Callithrix jacchus*) in defaunated urban forest fragments: a strategy to maximize food intake. *J. Zool.* 206(1): 55–63.
- Miranda, G. H. B. e Faria, D. S. 2001. Ecological aspects of black-pincelled Marmoset (*Callithrix penicillata*) in the Cerradão and dense Cerrado of the Brazilian Central Plateau. *Braz. J. Biol.* 61(3): 397–404.
- Passamani, M. 1996. Uso de árvores gomíferas por *Callithrix penicillata* no Parque Nacional da Serra do Cipó, MG. Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão. 4: 25–31.
- Pinheiro, H. L. N. e Mendes-Pontes, A. R. 2015. Home range, diet, and activity patterns of Common Marmosets (*Callithrix jacchus*) in very small and isolated fragments of the Atlantic Forest of Northeastern Brazil. *Int. J. Ecol.* 2015: 1–13.
- Rangel, C. H., Sousa, F. S. F. e Grelle, C. E. V. 2011. Dieta de *Callithrix jacchus* (Linnaeus, 1758) e *Callithrix penicillata* (E. Geoffroy, 1812) (Callitrichidae – Primates) e seus híbridos, alóctones no Jardim Botânico do Rio de Janeiro. A Primatologia no Brasil. *Soc. Bras. Primatol.* 12: 74–83.
- Secco, H., Grilo, C. e Bager, A. 2018. Habitat selection by the black-tufted marmoset *Callithrix penicillata* in human-disturbed landscapes. *J. Trop. Ecol.* 2018: 1–10.
- Setz, E. Z. F. 1991. Métodos de quantificação de comportamento de primatas em estudos de campo. A Primatologia no Brasil. *Soc. Bras. Primatol.* 3: 411–435.
- Silva, M. F., Verona, C. E., Conde, M. e Pires, A. S. 2017. Frugivory and potential seed dispersal by the exotic-invasive marmoset *Callithrix jacchus* (Primates, Callitrichidae) in an urban Atlantic Forest, Rio de Janeiro, Brazil. *Mammalia* 1–7.
- Silva, W. R., Zaniratto, C. P., Ferreira, J. O. V., Rigacci, E. D. B., Oliveira, J. F., Morandi, M. E. F., Killing, J. G., Nemes, L. G. e Abreu, L. B. 2020. Inducing seed dispersal by generalist frugivores: A new technique to overcome dispersal limitation in restoration. *J. Appl. Ecol.* 57: 2340–2348.
- Spilleir, P. D., Longo, R. M. e Falsarella, O. M. 2020. A bacia do Ribeirão das Pedras e o Plano Diretor de 2018: a ameaça da superexpansão de Barão Geraldo-Campinas/SP. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades.* 8(65): 62–75.
- Stevenson, M. F. e Rylands, A. B. 1988. The marmosets, genus *Callithrix*. Em: Ecology and behaviour of Neotropical primates: Volume 2, Mittermeier, R. A.; Rylands, A. B.; Coimbra-Filho, A. F. e Fonseca, G. A. B. (eds.), pp. 131–222. World Wildlife Fund, Washington, D.C.
- Silveira, G. A. F. e Castro, C. S. S. 2018. Comportamento alimentar do *Callithrix jacchus* (Linnaeus, [1758]) (Primates: Callitrichidae) em um fragmento de Floresta Atlântica no nordeste, Brasil. *La primatología en Latinoamérica.* 2: 251–258.
- Teixeira, B., Hirsch, A., Goulart, V. D. L. R., Passos, L. Teixeira, C. P., James, P. e Young, R. 2006. Good neighbours: distribution of black-tufted marmoset (*Callithrix penicillata*) in an urban environment. *Wildl. Res.* 42: 579–589.
- United Nations Population Division, 2018. World urbanization prospects. U.N. Department of Economic and Social Affairs, New York, New York, U.S.A.
- Vilela, A. A. e Del-Claro, K. 2011. Feeding behavior of the Black-Tufted-ear Marmoset (*Callithrix penicillata*) (Primata, Callitrichidae) in a tropical Cerrado savanna. *Sociobiology* 58(2): 1–6.
- Zago, L., Miranda, J. M. D., Neto, C. D., Santos, C. V. e Passos, F. C. 2013. Dieta de *Callithrix penicillata* (E. Geoffroy, 1812) (Primates, Callitrichidae) introduzidos na Ilha de Santa Catarina. *Biotemas.* 26(2): 227–235.

## COMPORTAMENTO ALIMENTAR E INTERAÇÕES INTERGRUPAIS DE *SAGUINUS BICOLOR* (PRIMATES: CALLITRICHIDAE) EM UM FRAGMENTO FLORESTAL URBANO NA CIDADE DE MANAUS, AMAZONAS.

Eulerson Xavier de Oliveira<sup>1</sup>, Luciane Lopes de Souza<sup>2</sup>, Daniella Freitas de Lima<sup>3</sup>  
e Marcilene da Silva e Silva<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Ciências Biológicas, Universidade do Estado do Amazonas, Grupo de Pesquisas em Ecologia de Ecossistemas Amazônicos/Projeto Primatas, Manaus-Brasil. E-mail: <exdo.bio16@uea.edu.br>

<sup>2</sup>Docente do Curso de Ciências Biológicas, Universidade do Estado do Amazonas, Líder do Grupo de Pesquisas em Ecologia de Ecossistemas Amazônicos/Projeto Primatas, Manaus-Brasil. E-mail: <llopes@uea.edu.br>

<sup>3</sup>Graduanda em Ciências Biológicas, Universidade do Estado do Amazonas, Grupo de Pesquisas em Ecologia de Ecossistemas Amazônicos/Projeto Primatas, Manaus-Brasil. E-mail: <dfl.bio18@uea.edu.br>

<sup>4</sup>Graduanda em Ciências Biológicas, Universidade do Estado do Amazonas, Grupo de Pesquisas em Ecologia de Ecossistemas Amazônicos/Projeto Primatas, Manaus-Brasil. E-mail: <mases.bio@uea.edu.br>

### Resumo

*Saguinus bicolor*, popularmente conhecido como sauí-de-coleira, é um primata de pequeno porte endêmico da Amazônia, restrito aos municípios de Manaus, Itacoatiara e Rio Preto da Eva. O presente estudo investigou os padrões comportamentais e interações entre dois grupos de saúis-de-coleira residentes no Parque Municipal do Mindú, em Manaus, Amazonas. Realizou-se a coleta de dados através da técnica de varredura instantânea ou *scan sampling* entre agosto de 2018 e junho de 2019. Os principais recursos alimentares consumidos pelos saúis foram: frutos (88%), flores (7%), goma (3%) e artrópodes (2%). Os grupos de saúis utilizaram em sua dieta 16 espécies vegetais e seis espécies animais (insetos e aranhas). O alto grau de frugivoria, a presença de sementes intactas nas fezes e a distância delas para a planta-mãe, indicam que os saúis são bons dispersores para algumas espécies vegetais do parque. Houve observações de um dos grupos saindo do parque em busca de alimentos. Também foi registrado que os grupos fazem a mesma rota por dias seguidos em horários diferentes, provavelmente para evitar encontros intraespecíficos e consequentemente gasto energético. É fundamental para a conservação de *S. bicolor* neste fragmento urbano a continuidade do monitoramento da ecologia e do comportamento dessa espécie.

**Palavras-Chave:** Dieta, competição intraespecífica, parques urbanos.

### Abstract

*Saguinus bicolor*, popularly known as the pied bare-faced tamarin, is a small primate endemic to the Amazon, restricted to the municipalities of Manaus, Itacoatiara and Rio Preto da Eva. The present study investigated the behavioral patterns and interactions between two groups of pied bare-faced tamarins at the Mindú Municipal Park, in Manaus, Amazonas. Data collection was conducted using the instantaneous scanning or scan sampling technique between August 2018 and June 2019. The main food resources consumed by pied bare-faced tamarins were fruits (88%), flowers (7%), gum (3%) and arthropods (2%). The groups also used 16 plant species and six animal species (insects and spiders) in their diet. The high degree of frugivory, the presence of intact seeds in the feces and the distance from these to the mother plant indicate that the primates may be good seed dispersers for some plant species in the park. There were observations of one of the groups leaving the park in search for food. It was observed that the two groups take the same route on consecutive days at different times, probably to avoid intraspecific encounters and consequently energy expenditure. It is essential for the conservation of *S. bicolor* in this urban fragment that we continue monitoring the ecology and behavior of this species.

**Keywords:** Diet, intraspecific competition, urban parks.

### Introdução

No Brasil são descritas 150 espécies de primatas distribuídas em cinco famílias e 22 gêneros sendo que na floresta amazônica ocorrem 110 espécies e subespécies, o que representa 16% dos primatas do mundo (Jerusalinsky and

Melo, 2018). A espécie *Saguinus bicolor* SPIX (1823), conhecida por sauí-de-coleira ou sauí-de-Manaus, pertence à família Callitrichidae, que inclui primatas caracteristicamente de pequeno porte (Reis *et al.*, 2015). Os grupos podem variar entre dois a 12 indivíduos, onde apenas a fêmea dominante gera os filhotes. Essa fêmea

pode dar à luz duas vezes ao ano e podem nascer gêmeos, que depois de um tempo são cuidados e carregados por todos os membros do grupo (Noronha e Campista, 2015). Sua distribuição geográfica é limitada, uma vez que ocorrem em parte dos municípios de Manaus, Rio Preto da Eva e Itacoatiara (Gordo *et al.*, 2008; Vidal *et al.*, 2018). Esta espécie endêmica do Amazonas procura viver em áreas com menor abertura do dossel, o que indica que os saúns não usam a floresta de maneira aleatória, e sim, desenvolvem suas atividades em áreas selecionadas, dependendo da heterogeneidade produzida por componentes estruturais da floresta (Vidal e Cintra, 2006).

No aspecto da dieta *S. bicolor* se alimenta basicamente de frutos e insetos, porém podem complementar sua alimentação com pequenos vertebrados e até ovos de aves. Eventualmente utilizam néctar e seiva elaborada de algumas plantas (Gordo *et al.*, 2008). Mais recentemente Mosqueiro Jr. e Souza (2020) observaram o consumo de vertebrados (p.ex., lagartos e lagartixas) por saúns-de-coleira do Parque Municipal do Mindú. Egler (1986) observou que durante as diferentes épocas do ano, o local da procura do alimento varia, dependendo do amadurecimento do fruto nas árvores, havendo preferência por frutos pequenos, maduros e suculentos, no entanto, podem forragear a procura de insetos.

As populações em vida livre de *S. bicolor* foram pontualmente estudadas na cidade de Manaus no que diz respeito aos aspectos ecológicos, comportamentais, genéticos, biogeográficos, parasitológicos, e das interações com populações de *S. midas* e com as populações humanas (Egler, 1986; Santos, 2005; Röhe, 2006; Vidal e Cintra, 2006; Gordo *et al.*, 2008; Gordo, 2012; Lima, 2012; Gordo *et al.*, 2013; Oliveira, 2014; Farias *et al.*, 2015; Neto, 2015; Santos *et al.*, 2017; Sobroza *et al.*, 2017, 2021; Mosqueiro Jr. e Souza, 2020). Manaus ao longo dos anos vem reduzindo sua área florestal devido à expansão urbana, restando poucas áreas de floresta, em relação ao que havia originalmente, nas quais este primata encontra-se refugiado (Gordo *et al.*, 2013). Nesta região essa espécie vem sofrendo pressões causadas por vários fatores, dentre eles o desmatamento, expansão urbana e a competição com *S. midas* nos limites de suas distribuições nas cidades de Manaus, Rio Preto da Eva e Itacoatiara (Röhe, 2006; Gordo *et al.*, 2013; Oliveira, 2014; Vidal *et al.*, 2018; Gordo *et al.*, 2019; Sobroza *et al.*, 2021), além da alta mortalidade devido à predação por cães e gatos, doenças e eletrocussão nas linhas de transmissão (Gordo *et al.*, 2019). Nos quintais de residências próximos aos fragmentos urbanos de Manaus, os moradores cultivam frutos que atraem os saúns-de-coleira em épocas de escassez de alimento nessas áreas (Santos *et al.*, 2017). Outros impactos podem ocorrer por interações com humanos, como interferências por infecções patogênicas (Solorio, 2015). Tais motivos colaboram para que este primata seja classificado na categoria “criticamente em perigo” na lista

oficial das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (Gordo *et al.*, 2019).

Desse modo, este primata endêmico está cada vez mais restrito à região de Manaus, sendo que sua área de ocupação é menor que 7,500 km<sup>2</sup>, e área exata é desconhecida (Vidal *et al.*, 2018). Com isso as populações desta espécie sobrevivem no interior dos fragmentos urbanos, porém o tamanho reduzido, a má qualidade da maioria dos fragmentos florestais e a eventual necessidade de dispersão dos indivíduos tem implicações muito negativas para a sobrevivência da maioria das populações (Gordo *et al.*, 2013). Este fato, reforça a importância da manutenção e da formação de corredores utilizando os fragmentos florestais urbanos para a conservação, não só para ampliar o conhecimento científico das populações de *S. bicolor* nestas áreas, como também para campanhas de Educação Ambiental junto aos visitantes dos parques (Santos *et al.* 2017). Dentre os parques urbanos de Manaus que abrigam populações de saúns-de-coleira está o Parque Municipal do Mindú, que tem essa espécie como a sua principal bandeira de conservação (Norte Filho, 2015). Por este motivo, esse estudo objetivou obter informações sobre a ecologia e o comportamento de grupos de *Saguinus bicolor* no Parque do Mindú, a fim de complementar o banco de dados já existente sobre a espécie na região, buscando dados contínuos e em longo prazo, além de contribuir com futuros planos de manejo e conservação deste primata ameaçado.

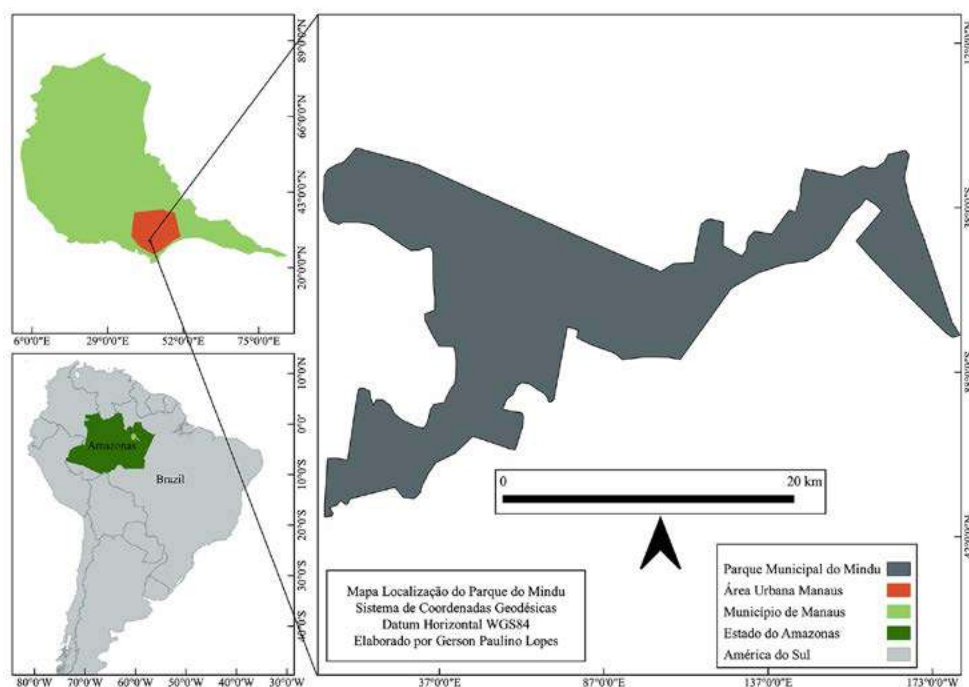
## Material e Métodos

A pesquisa foi executada no Parque Municipal do Mindú (3°4'51.29"S 60°0'12.85"O), que abrange uma área de 40.8 ha, e está localizado no centro geográfico de Manaus e é uma das quatro unidades de conservação, vitrine das espécies de flora, fauna e outros elementos da Amazônia (Fig. 1). Em 1993 o Parque do Mindú passou a integrar o Sistema Municipal de Unidades de Conservação na categoria de Parque Municipal, vinculado à Prefeitura de Manaus, devido aos apelos da população para a proteção do habitat do saúim-de-coleira. O parque é contínuo e integrado ao Corredor Ecológico Urbano do Igarapé do Mindú, tendo uma importância fundamental na conectividade entre fragmentos florestais urbanos (Norte Filho, 2015). O Parque do Mindú já possui um sistema de trilhas que possibilita acesso ao parque inteiro, o que permite a realização de pesquisa de monitoramento dos saúns-de-coleira, a única espécie de primata no parque.

Na primeira etapa da pesquisa foi possível inferir que a população de saúns-de-coleira no parque contava com treze indivíduos, divididos em dois grupos, um contendo oito (G8) e o outro contendo cinco indivíduos (G5). Esta identificação foi possível através de uma parceria com o Projeto Saúim-de-Coleira, da Universidade Federal do Amazonas, que viabilizou a colocação de coleiras de contas coloridas nos indivíduos adultos de ambos os

grupos. O grupo contendo oito indivíduos recebeu coleiras azuis e o grupo contendo cinco indivíduos recebeu coleiras vermelhas, o que facilitou a diferenciação entre eles, como também a observação de possíveis interações

intergrupais. No registro abaixo é possível observar a coleira de contas na cor azul, que denota que este indivíduo pertence ao grupo que contém oito indivíduos (G8) (Fig. 2).



**Figura 1.** Localização geográfica do Parque Municipal do Mindú (Manaus, Amazonas).



**Figura 2.** Um macho adulto do G8 - *Saguinus bicolor* - do Parque Municipal do Mindú (Fonte: Mosqueiro Jr., E. L.).

A coleta de dados ocorreu por 11 meses consecutivos entre agosto de 2018 a junho de 2019. As observações ocorreram durante cinco dias por semana e quatro horas diárias, com início às 08 hs e término às 12 hs e, totalizando 940 horas (235 dias) de observação, sendo 828 horas pela manhã (207 dias) e 112 horas (28 dias) pela tarde. Para o registro do padrão comportamental dos grupos, foi utilizada a metodologia de varredura instantânea (*scan sampling*) com cinco minutos de observação e três minutos de intervalo (Cullen Jr. e Valladares-Padua, 1997; Fortes e Bicca-Marques, 2005). Os comportamentos foram classificados em locomoção (LOC), descanso (DES),

alimentação (ALI), comportamento social (SOC), interações entre indivíduos do mesmo grupo ou de grupos diferentes e forrageio (FOR). Para a descrição dos comportamentos veja a Tabela 1.

No início da manhã as trilhas foram percorridas evitando barulhos, sendo que a procura dos grupos no parque foi realizada seguindo um padrão de busca nas trilhas mais frequentadas pelos primatas. Ao avistar um dos grupos de sauin-de-coleira foram anotadas, sistematicamente, as seguintes informações: hora, trilha, grupo, comportamento, altura do animal em relação ao chão, classe sexo-etária do(s) animal(is) avistado(s), além do tipo de alimento em casos de comportamento alimentar. As árvores de alimentação foram marcadas e georreferenciadas para posterior identificação botânica. Os itens alimentares foram identificados com auxílio de literatura especializada e especialistas da área, bem como no caso das espécies vegetais por meio de consulta ao Herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Carpoteca INPA (INPA-Carpoteca), Coleção de Madeiras - Xiloteca INPA, disponível na rede speciesLink (<http://www.splink.org.br>).

Para analisar os dados obtidos e apresentá-los foram realizados cálculos de porcentagem das categorias comportamentais e dos registros dos itens alimentares utilizados

pelos grupos e nas comparações dos padrões comportamentais entre os grupos de sauíns-de-coleira foi utilizado o teste T de Student para dados independentes para verificar se houve diferenças significativas entre as amostras (Vieira, 2011).

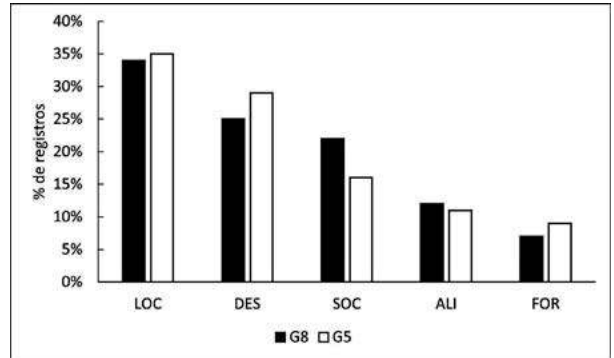
**Tabela 1.** Descrição das categorias comportamentais utilizadas no presente estudo, modificadas a partir de Egler (1986).

Categoria	Código	Descrição
Alimentação	ALI	Lamber, ingerir, mastigar itens alimentares de origem animal (artrópodes ou pequenos vertebrados) ou vegetal (frutos, flores, brotos ou inflorescências).
Locomoção	LOC	Movimentação direcionada, juntos ou espalhados transpondo distâncias de em média dois metros.
Interação Social	SOC	Catação, brincadeiras, cuidados parentais, comportamentos agonísticos, cópulas e tentativas de cópulas.
Descanso	DES	Repouso, parado
Forrageio	FOR	Manuseio de flores, frutos, flores ou insetos, podendo ser manual ou visual. Varredura sistemática do ambiente em busca de itens alimentares; colocar-se lateralmente ao substrato a procura de insetos.

## Resultados

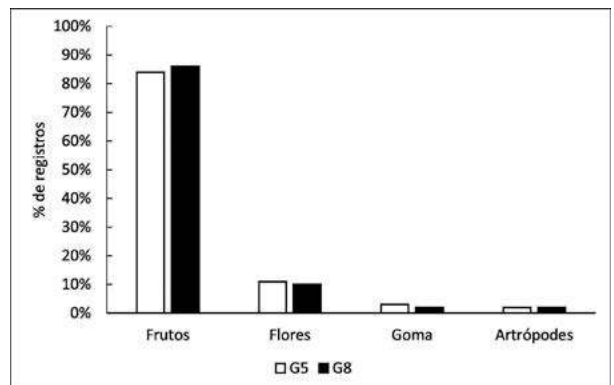
Em 235 dias de coleta de dados no Parque do Mindú, foram registrados 1,142 registros *scans* para o grupo (G5) e 1,502 registros para o grupo (G8). Os padrões comportamentais de ambos os grupos de *S. bicolor* foram estatisticamente similares ( $t=0.78$ ;  $G1=8$ ;  $p=0.05$ ) (Fig. 3). Os grupos dedicaram mais tempo no comportamento de locomoção (35% G5 e 34% G8), em seguida do descanso (29% G5 e 25% G8) e interações sociais (16% G5 e 22% G8). Já para outras atividades dispensaram menos tempo, tais como: alimentação (11% G5 e 12% G8) e forrageio (9% G5 e 7% G8).

De acordo com as informações de funcionários do parque, os sauíns-de-coleira ainda não tinham sido avistados fora do perímetro do parque. Entretanto, neste estudo foi observado que o grupo de cinco indivíduos se deslocou para um fragmento vizinho em busca de alimentação por cinco vezes. Durante os meses de coleta, estes eventos foram monitorados, sendo que em uma ocasião um sauím-de-coleira foi encontrado morto, vítima de colisão com um veículo na rua ao lado do parque, rota que eventualmente o G5 fazia. Não foi registrado durante o período de estudo indivíduos do grupo G8 fora da área do parque.



**Figura 3.** Padrão comportamental exibido pelos grupos G5 e G8 de *Saguinus bicolor* no Parque Municipal do Mindú. LOC=locomoção (n=399 para o G5 e n=511 para o G8); DES= descanso (n=331 para o G5 e n=376 para o G8); SOC= interação social (n=183 para o G5 e n=330 para o G8); ALI= alimentação (n=126 para o G5 e n=180 para o G8); FOR= forrageio (n=103 para o G5 e n=105 para o G8). (N total=1,142 para G5 e N Total=1,502 para G8).

Os grupos de *S. bicolor* do Parque do Mindú mostraram-se predominantemente frugívoros, podendo incluir flores, goma e artrópodes em sua dieta (Fig. 4). Diferenças muito discretas foram observadas no consumo de itens alimentares entre o G5 e o G8. Dos itens vegetais explorados pelos grupos de estudo, destacam-se frutos (84% G5 e 86% G8), e em menor proporção flores (11% G5 e 10% G8) e goma (3% G5 e 2% G8). As espécies botânicas cujas partes foram consumidas pelos grupos estão listadas na Tabela 2.



**Figura 4.** Dieta dos grupos de sauím-de-coleira do Parque Municipal do Mindú. Frutos (n=105 para o G5 e n=154 para o G8); Flores (n=14 para o G5 e n=18 para o G8); Goma (n=4 para o G5 e n=4 para o G8); Artrópodes (n=3 para o G5 e n=4 para o G8). (N Total=126 para o G5; N total=180 para o G8).

O item alimentar flores em todos os registros foi explorado apenas por indivíduos filhotes, no qual houve o consumo de flores de três espécies botânicas: *Theobroma cacao* (cacaueiro), *Inga edulis* (ingazeira) e *Hymenaea courbaril* (jatobazeiro). As espécies vegetais cuja goma foi explorada foram as seguintes: *Spondias mombin* (taperebá), *Inga laurina* (ingá), *Inga macrophylla* (ingá) e *Inga longiflora* (ingá) (Tabela 2).

Os dois grupos de sauíns-de-coleira exploraram 16 espécies botânicas no total, sendo 10 delas foram comuns aos

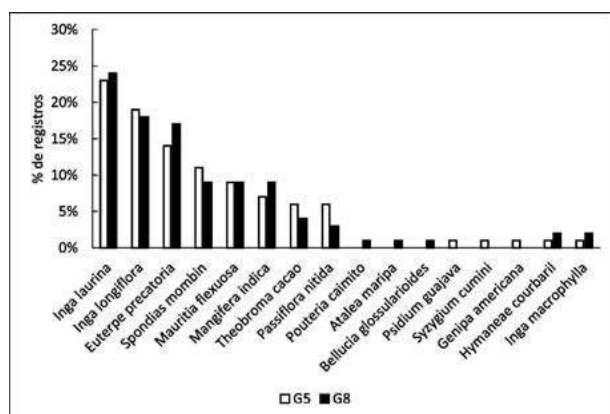


dois grupos (Fig. 5). Dentre as espécies que serviram de alimentos exclusivos de cada grupo, observou-se que o grupo G5 consumiu recursos de *Psidium guajava* (goiaba), *Syzygium cumini* (azeitona preta) e *Genipa americana* (jenipapo), enquanto o G8 explorou os recursos das seguintes espécies: *Bellucia glossularioides* (goiaba de anta), *Pouteria caimito* (abiu) e *Attalea maripa* (inajá). Não foi observado com clareza para a maioria das

espécies vegetais cujos frutos foram explorados, se *S. bicolor*, predava ou engolia as sementes. No entanto, durante o estudo foram observadas fezes dos saúns com sementes intactas e, aproximadamente a 350 metros da planta-mãe, das seguintes espécies: azeitona preta (*S. cumini*) e das ingazeiras (*I. laurina* e *I. longiflora*), indicando potencial dispersor de *S. bicolor* para estas espécies botânicas do parque.

**Tabela 2.** Número de registros e espécies vegetais exploradas pelos grupos de saúim-de-coleira do Parque Municipal do Mindú.

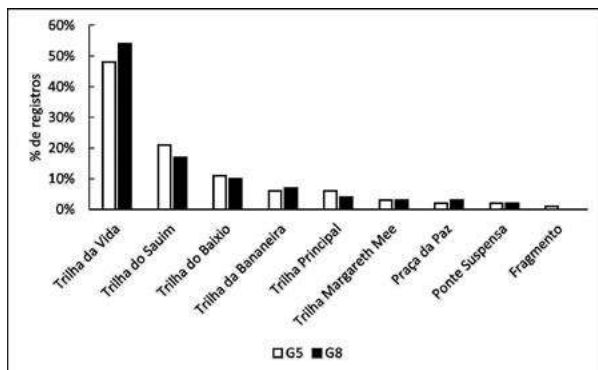
Espécies	Família	Polpa		Goma		Flores		Local
		G5	G8	G5	G8	G5	G8	
<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	09	16					Parque
<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	11	15	01	01			Parque
<i>Euterpe precatoria</i>	Arecaceae	17	29					Parque e Fragmento
<i>Mauritia flexuosa</i>	Arecaceae	11	15					Parque e Fragmento
<i>Inga laurina</i>	Fabaceae	22	31	01	01	07	10	Parque e Fragmento
<i>Inga macrophylla</i>	Fabaceae		03	01	01			Parque
<i>Inga longiflora</i>	Fabaceae	20	32	01	01			Parque
<i>Attalea maripa</i>	Fabaceae		02					Parque
<i>Hymenaea courbaril</i>	Fabaceae					01	04	Parque
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	01						Fragmento
<i>Syzygium cumini</i>	Myrtaceae	01						Parque
<i>Theobroma cacao</i>	Malvaceae	06	02			02	04	Parque e Fragmento
<i>Bellucia glossularioides</i>	Melastomataceae		02					Parque
<i>Passiflora nitida</i>	Passifloraceae	06	05					Parque
<i>Genipa americana</i>	Rubiaceae	01				04		Parque
<i>Pouteria caimito</i>	Sapotaceae		02					Parque



**Figura 5.** Comparação do consumo de espécies vegetais entre os dois grupos de *Saguinus bicolor* no Parque Municipal do Mindú (n = 123 G5; n = 176 G8).

O consumo de itens de origem animal ocorreu em frequência baixa, em apenas 2% dos registros alimentares, sendo todos artrópodes: cigarras (Hemiptera) com três registros, mariposas (Lepidoptera) com dois registros, além de libélulas (Odonata) e aranhas (Araneae) com um registro cada. Nestes eventos os indivíduos adultos foram vistos primeiramente, forrageando de forma visual, seguido de uma captura muito veloz e a ingestão lenta do item capturado. Posteriormente, este indivíduo procurava se afastar do seu grupo. No entanto, os outros indivíduos do grupo foram vistos tentando se aproximar dele, procurando tirar o alimento capturado. Os meses que ocorreram as capturas dos artrópodes foram novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, sendo que os dois grupos foram vistos usando artrópodes como recurso alimentar.

As trilhas utilizadas pelos grupos no Parque do Mindú foram: trilha da vida, trilha do Sauim, trilha do Baixio, trilha da Bananeira, Principal, Margareth Mee, Praça da Paz e a Ponte Suspensa, nas quais estavam localizadas fontes alimentares importantes na dieta dos grupos (Tabela 2), fazendo as mesmas trajetórias por dias seguidos em horários diferentes. Em nossos registros houve total similaridade no uso do espaço pelos dois grupos de sauíms-de-coleira, exceto no fragmento fora do parque que somente o grupo G5 foi visto por cinco vezes (Fig. 6). As interações observadas entre os grupos de sauíms-de-coleira ocorreram somente em seis ocasiões, nas quais houve o encontro dos dois grupos, sendo observados comportamentos agonísticos entre os indivíduos, com vocalizações de brigas e agressões físicas entre os adultos. Observou-se, portanto, ao longo do estudo, que os grupos utilizavam as mesmas trilhas, porém em horários distintos, provavelmente para evitar o gasto energético com a competição intraespecífica.



**Figura 6.** Trilhas do Parque do Mindú utilizadas pelos grupos de *Saguinus bicolor*. (n = 1,142 G5; n = 1,502 G8).

## Discussão

Os sauíms-de-coleira do Parque Municipal do Mindú passam a maior parte do seu tempo em atividades de locomoção, mostrando serem bastante ativos durante o dia, característica típica desses pequenos primatas. Segundo Egler (1992) e Gordo (2012) durante o período de forrageio, os sauíms-de-coleira são bastante ativos, o que torna os comportamentos de locomoção mais frequentes. Obviamente a continuidade deste estudo proporcionará dados mais consistentes sobre tais padrões ecológicos e comportamentais.

Quanto a dieta os resultados apontam padrões similares aos encontrados por Egler (1992) com um maior grau de frugivoria de *S. bicolor*. Egler observou que os sauíms-de-coleira tiveram uma dieta composta, principalmente, por frutos de 21 espécies, flores (1 espécie), exsudatos (4 espécies) e artrópodes (insetos e aranhas), sendo encontrado o consumo intensivo de frutos distintos aos encontrados pelo presente estudo (por exemplo: *Protium aracouchinni*, *Myrcia cf. fallax* e *Couma utilis*), as quais forneciam aos sauíms-de-coleira um suprimento alimentar regular. Como no presente estudo os frutos

consumidos, no geral, eram maduros, pequenos e succulentos, sendo que ao compararmos as duas listas de espécies vegetais exploradas por *S. bicolor*, somente 19% são similares entre os dois estudos. Os dados encontrados para os sauíms-de-coleira neste estudo foram semelhantes aos encontrados para *Saguinus midas niger* na Amazônia oriental, onde Oliveira e Ferrari (2000) verificaram que a dieta dos saguis foi predominantemente frugívora (87.5% dos registros de alimentação, 18 espécies de plantas) em todos os meses, porém incluiu artrópodes e exsudatos de plantas em menores proporções.

Os itens de origem animal consumidos pelos sauíms-de-coleira foram menos variados do que já é descrito na literatura cuja dieta é composta por aranhas, gafanhotos, caramujos, rãs, lagartos, ovos e filhotes de aves (Noronha e Campista, 2015; Reis *et al.*, 2015). Entretanto, em outro estudo no Parque do Mindú, com os mesmos grupos de estudo, Mosqueiro Jr. e Souza (2020) descreveram que a dieta da espécie consistiu em itens vegetais (56% de frutos, 12% exsudatos e 5% flores) e animais, que incluíram gafanhotos, cigarras, formigas, cupins e aranhas, relatando que houve predação de pequenos vertebrados como lagartos arborícolas e lagartixas (2%). Desse modo, a dieta pouco diversificada dos sauíms-de-coleira neste estudo pode ter relação ao esforço de coleta e não a escassez de recursos no parque.

O grau de frugivoria, o encontro de sementes intactas nas fezes dos sauíms-de-coleira e distantes da planta-mãe indicam que esta espécie contribui para a manutenção do fragmento floretal onde vive. Estas informações são reforçadas pelos dados obtidos por Lima (2012), que revelou que as probabilidades de dispersão de sementes por *S. bicolor* para fora das imediações da planta-matriz ultrapassam 80%, além de incluírem distâncias maiores do que 1 km, dispersando as sementes de forma efetiva. Mosqueiro Jr. e Souza (2020) ao realizarem testes de germinação com sementes de plantas consumidas por sauíms-de-coleira também sugerem que este primata possui grande potencial como dispersor de sementes.

Os grupos de sauíms-de-coleira mostraram traçar a mesma rota para forrageio e alimentação no parque. Também se observou que durante as viagens em grupo, os sauíms-de-coleira baseavam-se principalmente nas rotas que conectavam as árvores frutíferas exploradas, com a busca de presas animais ocorrendo durante a viagem, onde procuravam artrópodes nos troncos, galhos e folhas e nos buracos dos troncos. No caso do presente estudo observou-se algo bastante similar, podendo-se presumir que *S. bicolor* no Parque do Mindú busca realizar suas atividades de forrageio, alimentação e social, evitando grandes gastos energéticos. Neto (2015) em seu estudo em fragmentos florestais de Manaus relatou que os grupos de sauíms-de-coleira exploram a área de maneira semelhante, permanecendo maior parte do tempo em locais com maior disponibilidade e diversidade de frutos,

indicando que esse primata tem comportamento conservador no uso do hábitat, investindo tempo em locais com reconhecida agregação de fontes alimentares. Similar ao encontrado para os grupos de sauíns-de-coleira do Mindú, os quais demonstraram evitar o encontro dos grupos, buscando compartilhar os mesmos espaços em horários distintos e seguir as mesmas rotas que passavam pelas fontes de alimento disponíveis.

A saída dos sauíns-de-coleira em busca de alimentos fora do Parque do Mindú evidencia que há uma maior facilidade de conseguir recursos alimentares em quintais de moradores vizinhos em épocas de escassez de recursos em sua área de vida principal, este tipo de interação sauíns/população humana foi estudada por Santos *et al.* (2017) em outros fragmentos de Manaus. Entretanto, é necessário dar continuidade ao monitoramento deste primata para obtenção de dados mais consistentes sobre as causas do uso do fragmento vizinho, os impactos da interação desta espécie com os moradores locais e os riscos que este primata já ameaçado sofre ao sair do parque.

Dentre todas as recomendações propostas por Ayres *et al.*, (1981), para a proteção de *Saguinus bicolor*, acredita-se que as medidas ainda necessárias são as seguintes: a realização de pesquisas em longo prazo e um efetivo programa de educação ambiental para a conservação da espécie. Estas ações são reforçadas por Gordo *et al.* (2013) e Jerusalinsky *et al.* (2017) que relatam a necessidade de mais pesquisas de longo prazo sobre ecologia, genética e comportamento na natureza, associando com ações de educação e monitoramento ambiental, gestão metapopulacional, além do desenvolvimento de políticas públicas adequadas para proteção dos sauíns na matriz urbana de Manaus. Por fim, vale destacar que Farias *et al.* (2015) mencionam sobre a importância de se construir corredores que conectem esses diversos fragmentos urbanos de Manaus como medida de conservação da espécie.

## Conclusão

Os grupos de *Saguinus bicolor* residentes do Parque Municipal do Mindú apresentaram dieta basicamente frugívora, porém flores, goma e insetos complementam sua alimentação, o que reforça os dados da literatura em relação a dieta. Este estudo gerou uma nova lista com espécies vegetais consumidas, algumas espécies distintas dos trabalhos anteriores, mostrando que *S. bicolor* recorre a diferentes fontes alimentares dependendo do local e da época do ano. Um dos grupos foi visto ultrapassando a área do parque para se alimentar em um fragmento vizinho, aumentando o risco de atropelamentos de indivíduos, pois não existe conexão segura entre os fragmentos. A saída de um dos grupos reforça a importância dos corredores ecológicos para conservação da espécie em seu habitat natural. Este estudo

também revela que existe uma rota comum percorrida pelos dois grupos, porém eles evitam utilizar o mesmo espaço nos mesmos horários, provavelmente para evitar encontros intraespecíficos e, conseqüentemente, gasto energético. Recomenda-se a continuidade de estudos ecológicos e comportamentais de *S. bicolor* nos fragmentos remanescentes da cidade de Manaus, por serem fundamentais para a elaboração de estratégias de conservação de longo prazo.

## Agradecimentos

Agradecemos a Universidade do Estado do Amazonas, particularmente a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPEP) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pelo suporte concedido aos projetos de pesquisa. Aos gestores Parque Municipal do Mindú, na pessoa do Sr. José Feitosa, pela autorização e apoio ao projeto. Ao Prof. Dr. Marcelo Gordo (Projeto Sauim-de-Coleira) pela marcação e identificação dos animais. Por fim, agradecemos aos voluntários do Projeto Primatas, pois sem eles o esforço de coleta não seria possível: Iago Lucas Viana, Victor Almeida de Paula e Mateus Vitor Salazar Franco.

## Referências

- Ayres, J. M.; Mittermeier, R. A. e Constable, I. D. 1981. Brazilian tamarins on the way to extinction? *Oryx*, 114–115.
- Cullen Jr., L. e Valladares-Padua, C. 1997. Métodos para Estudos de Ecologia, Manejo e Conservação de Primatas na Natureza. In: *Manejo e Conservação da Vida Silvestre no Brasil*, C. Valladares-Padua, R. E. Bodmer and L. Cullen Jr. (eds.), pp. 239–269. Sociedade Civil Mamirauá, Belém.
- Egler, S. G. 1986. *Estudos Bionômicos de Saguinus bicolor (Spix, 1823) (Callitrichidae: Primates) em mata tropical alterada, Manaus, AM*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo.
- Egler, S. G. 1992. Feeding ecology of *Saguinus bicolor bicolor* (Callitrichidae: Primates) in a relict forest in Manaus, Brazilian Amazonia. *Folia Primatol.* 59: 61–76.
- Farias, I. P., Wancley, G. S., Gordo, M. e Hrbek, T. 2015. Effects of forest fragmentation on genetic diversity of the critically endangered primate. *J. Hered.* 106: 512–521.
- Fortes, V. B e Bicca-Marques, J. C. 2005. Ecologia e Comportamento de Primatas: métodos de estudo de campo. *Caderno La Salle XI*, 2(1): 207–218.
- Gordo, M. 2012. *Ecologia e conservação do sauím-de-coleira, Saguinus bicolor (Primates; Callitrichidae)*. Tese de Doutorado, Museu Paraense Emílio Goeldi/Universidade Federal do Pará, Belém, Pará.
- Gordo, M., Calleia, O. F, Vasconcelos, S. A, Leite, J. J. F. e Ferrari, S. F. 2013. The challenges of survival in a concrete jungle: conservation of the pied tamarin (*Saguinus*

- bicolor*) in the urban landscape of Manaus, Brazil. In: *Primates in fragments: complexity and resilience, developments in primatology: progress and prospects*, L. K. Marsh and C. A. Chapman (eds), pp. 357–370. Springer Science, New York.
- Gordo, M., Rodrigues, L. F., Vidal, M. D. e Spironello, W. R. 2008. Primatas. In: *Reserva Ducke: A Biodiversidade Amazônica Através de uma Grade*, M. L. Oliveira, F. B. Baccaro, R. Braga-Neto and W. E. Magnusson (eds), pp. 39–50. Áttema Design Editorial, Manaus.
- Gordo, M., Jerusalinsky, L., Mittermeier, R. A., Rohe, F., Boubli, J., Subirá, R. e Vidal, M. 2019. *Saguinus bicolor*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T40644A17931870.
- Jerusalinsky, L., Azevedo, R. B. e Gordo, M. 2017. *Plano de Ação Nacional para a Conservação do sauim-de-coleira*. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBIO, Brasília, DF.
- Jerusalinsky, L. e Melo, F. R. 2018. Conservação de Primatas no Brasil: perspectivas e desafios. In: *La Primatologia en Latinoamérica 2 – A Primatologia na América Latina 2. Tomo I Argentina-Colombia*, B. Urbani, M. Kowalenski, R. G. T. Cunha, S. de la Torre and L. Cortés-Ortiz (eds.), pp. 161–186. Ediciones IVIC, Caracas, Venezuela.
- Lima, R. G. F. 2012. *Dispersão de sementes por sauim-de-coleira (Saguinus bicolor SPIX, 1823; Primates: Cebidae): efeitos do padrão de deslocamento na formação de sombras de sementes*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará.
- Mosqueiro Jr., E. L. e Souza, L. L. 2020. Frugivoria e Dispersão de Sementes por *Saguinus bicolor* no Parque Municipal do Mindú (Manaus, Amazonas). In: *Ciências Biológicas – integrando o ensino e a pesquisa na sociedade amazônica*, L.L. Souza, S. R. S. Freitas e R. G. S. Ferreira (eds.), pp. 77–96. Appris, Curitiba.
- Neto, B. D. M. 2015. *Área de uso e dinâmica de uso do espaço em grupos de Saguinus bicolor (Primates: Callitrichidae)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM.
- Noronha, M. e Campista, D. 2015. *Sauim de coleira: a história de uma espécie em extinção*. Camirim Editorial, Manaus.
- Norte Filho, A. F. 2015. *Corredores Ecológicos Urbanos*. 1a edição. Appris, Curitiba.
- Oliveira, A. C. M. e Ferrari, S. F. 2000. Seed dispersal by black-handed tamarins, *Saguinus midas niger* (Callitrichinae, Primates): implications for the regeneration of degraded forest habitats in eastern Amazonia. *J. Trop. Ecol.* 16: 709–716.
- Oliveira, J. B. 2014. *Filogeografia e demografia histórica de Saguinus bicolor (Cebidae: Primates)*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia, Manaus, AM.
- Reis, N. R., Peracchi, A. L., Batista, C. B. e Rosa, G. L. M. 2015. *Primatas do Brasil: guia de campo*. Technical Books, Rio de Janeiro.
- Rodrigues, L. F. e Vidal, M. D. 2011. Densidade e tamanho populacional de primatas em uma área de terra firme na Amazônia Central. *Neotrop. Primates*. 18(1): 9–16.
- Röhe, F. 2006. *Área de contato entre as distribuições geográficas de Saguinus bicolor e Saguinus midas (Callitrichidae-Primates): a importância de interações e fatores ecológicos*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM.
- Santos, W. G. 2005. *Genética das populações do Sauim de Coleira (Saguinus bicolor – Callitrichidae) em fragmentos florestais e floresta contínua: implicações para conservação*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM.
- Santos, L. S., Pereira, H. S. e Gordo, M. 2017. Simpatría entre populações humanas e de sauim-de-coleira (*Saguinus bicolor*) em fragmentos florestais de Manaus, Amazonas. *Neotrop. Primates*. 23(2): 25–30.
- Solorio, M. R. 2015. *Levantamento de agentes infecciosos nas sub-populações de sauim-de-coleira (Saguinus bicolor) na cidade de Manaus, Estado de Amazonas*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- Sobroza, V. T., Cerqueda, L. S., Simões, P. I. e Gordo, M. 2017. Vocal repertoire e its behavioral contexts in the Pied Tamarin, *Saguinus bicolor*. *Int. J. Primatol.*, 38: 642–655.
- Sobroza, V. T., Gordo, M., Barnnet, A. P. A., Boubli, J. P. e Spironello, W. R. Parapatric pied and red-handed tamarin responses to congeneric and conspecific calls. *Acta Oecol.* 103: 1–9.
- Vidal, M. D. e Cintra, R. 2006. Effects of forest structure components on the occurrence, group size and density of groups of bare-face tamarin (*Saguinus bicolor* – Primates: Callitrichinae) in Central Amazonia. *Acta Amazon.* 36(2): 237–248.
- Vidal, M., Gordo, M. e Röhe, F. 2018. *Saguinus bicolor* (Spix, 1823). In: *Livro Vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção – Volume II – Mamíferos*, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/Ministério do Meio Ambiente (eds.), pp. 244–249, Brasília, DF.
- Vieira, S. 2011. Introdução à bioestatística (recurso eletrônico). Editora Sevier, pp. 269–285, Rio de Janeiro, RJ.

## DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E COMPOSIÇÃO SOCIAL DE GRUPOS DE BUGIOS-RUIVOS (*ALOUATTA GUARIBA CLAMITANS*) EM FRAGMENTOS FLORESTAIS NO SUL DO BRASIL

Laura Barbieri Alfaya<sup>1,2</sup>, Júlia Gomes Ilha<sup>1,2</sup>, Mariano Cordeiro Pairet Jr<sup>3</sup>,  
Tatiane Campos Trigo<sup>3</sup> e Márcia Maria de Assis Jardim<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande Sul, Brasil E-mail: <alfayalaura1@gmail.com>

<sup>2</sup> Programa Macacos Urbanos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil

<sup>3</sup> Museu de Ciências Naturais - Departamento de Biodiversidade - Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul

### Resumo

Os bugio-ruivos (*Alouatta guariba clamitans*) são primatas endêmicos da Mata Atlântica que conseguem tolerar grandes alterações no habitat, possibilitando que ocupem pequenos fragmentos de mata próximos a áreas urbanas, como ocorre no extremo sul de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. No entanto, as pressões antrópicas estão se intensificando, especialmente nas áreas não protegidas, colocando em risco o bem-estar desses primatas e a persistência das populações em longo prazo. Com base nesse cenário, foi feita uma análise da distribuição espacial e composição sexo-etária de grupos de bugios, a fim de avaliar a estrutura social e as características da paisagem na qual estes grupos estão inseridos. Foram identificados oito grupos de bugios. Dentre esses, três foram monitorados ao longo de um ano, período no qual foram observadas alterações de composição sexo-etária, incluindo registros de acidentes e mortes. Dos oito grupos mapeados, quatro utilizam fragmentos florestais inseridos numa paisagem com elevado número de elementos de estrutura urbana e baixos índices de cobertura florestal. Os demais grupos utilizam o interior da Reserva Biológica do Lami José Lutzenberger e entorno com matriz predominantemente rural e menor interferência antrópica. As análises permitiram identificar se os grupos estão persistindo no ambiente fragmentado e quais deles estão em situação mais crítica em relação à qualidade do habitat. Esses resultados são importantes para definição de estratégias de conservação que visem minimizar conflitos com bugios, aumentando a persistência dos grupos e diminuindo os impactos da fragmentação de seu habitat.

**Palavras-chave:** Bugio-ruivo, Mata Atlântica, composição sexo-etária, conservação.

### Abstract

Brown howler monkeys (*Alouatta guariba clamitans*) are primates endemic to the Atlantic Forest that can tolerate major changes in habitat, allowing them to occupy small fragments of forest close to urban areas, as found in the extreme south of Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. However, anthropogenic pressures are intensifying, especially in unprotected areas, putting at risk both the well-being of these primates and the long-term persistence of populations. Based on this situation, we analyzed the spatial distribution and sex-age composition of groups of howler monkeys, in order to evaluate the social structure of the groups in comparison to the features of the landscape in which these groups are inserted. Eight groups of howler monkeys were identified. Among these, three were monitored over a year, during which changes in sex-age composition were observed, including records of accidents and deaths. Of the eight groups mapped, four of them used forest fragments inserted in a landscape with a high number of elements of urban structure and low rates of forest cover. The other groups use the interior of the Lami José Lutzenberger Biological Reserve and surroundings with a predominantly rural matrix and less anthropic interference. The analyses allowed us to identify if the groups are persisting in the fragmented environment and which ones are in a more critical situation in relation to the habitat quality. These results help define conservation strategies that aim to minimize conflicts with howler monkeys, increase the persistence of groups and reduce the impacts of forest fragmentation in their habitat.

**Keywords:** Brown howler monkey, Atlantic Forest, sex-age composition, conservation.

### Introdução

O bugio-ruivo (*Alouatta guariba clamitans*) é um primata Neotropical endêmico da Mata Atlântica, ocorrendo, no Brasil, do Espírito Santo até o Rio Grande do Sul (RS) e no nordeste da Argentina (Bicca-Marques *et al.* 2015).

O gênero *Alouatta* é conhecido por uma grande adaptabilidade a mudanças em seu habitat, permitindo que habite fragmentos florestais pequenos e com alta influência antrópica (Bicca-Marques, 2003). No entanto, a fragmentação do habitat pode ter consequências muito prejudiciais e comprometer a persistência das populações de



bugios em longo prazo (Arroyo-Rodríguez e Dias, 2010; Bicca-Marques *et al.*, 2020). De fato, a espécie *A. g. clamitans* é considerada como vulnerável (VU) a extinção no nível nacional, sendo as principais ameaças à espécie a degradação e fragmentação de habitat e a suscetibilidade ao vírus da febre amarela (Bicca-Marques *et al.*, 2015; Buss *et al.*, 2019).

Os bugios são animais que podem viver de 15 a 20 anos e suas populações são organizadas em grupos sociais com tamanho médio de 6 a 7 indivíduos (Fortes *et al.* 2015; Bicca-Marques *et al.* 2015), sendo registrados grupos com até 13 indivíduos (Jardim, 2005). Flutuações no tamanho populacional são comuns, ocorrendo períodos de altas e baixas taxas de crescimento populacional ou períodos de estabilidade das populações (Rudran e Duque, 2003). O tamanho dos grupos e sua organização social são definidos pela dinâmica gerada por nascimentos, mortes, migrações, maturação de indivíduos e fissão-fusão dos grupos (Jardim, 2005; Miranda e Passos, 2005).

Na região sul de Porto Alegre, os bugios habitam fragmentos florestais conectados pela presença de faixas estreitas de mata ciliar ou separados por pequenas distâncias, configurando uma estrutura de metapopulação (Jerusalinsky *et al.*, 2010). As matas ciliares são importantes como corredores ecológicos para garantir a conectividade entre as subpopulações. Entretanto, em áreas mais urbanizadas, as conexões podem ser frágeis e sujeitas a rupturas, podendo ser afetadas pelo grau de antropização e pela influência que o entorno exerce nestes corredores (Alonso, 2010). O grau de permeabilidade da matriz também exerce influência no sucesso de deslocamento dos indivíduos, seja para as atividades diárias ou para dispersão. Ataques por animais domésticos, atropelamentos e choques em fios de rede elétrica são as principais pressões sofridas pelos bugios nas áreas de mosaicos urbanos-rurais da região (Printes, 1999; Lokschin *et al.*, 2007; Buss, 2012; Corrêa *et al.*, 2018).

Diante deste cenário, o objetivo deste trabalho é avaliar as variações de tamanho e composição social de grupos de bugios vivendo em áreas urbanizadas na zona sul de Porto Alegre, RS, além de obter informações acerca da distribuição espacial dos grupos e das características da matriz na paisagem que eles utilizam, procurando identificar as principais pressões que os animais vêm sofrendo neste local. A hipótese é que os grupos que vivem nesta região estão submetidos a diferentes níveis de intensidade de pressão antrópica e que as características da paisagem afetam de forma diferenciada o bem-estar, a dinâmica populacional e as chances de persistência dos grupos.

## Métodos

### Área de Estudo

A pesquisa foi realizada no bairro Lami, zona sul do município Porto Alegre, RS, caracterizado pela presença de

matas de restinga e fragmentos florestais inseridos em uma matriz rural-urbana. Na paisagem destacam-se a Reserva Biológica do Lami José Lutzenberger (RBL) e a Fundação de Proteção ao Ambiente Natural do Lami (FUPALA). A RBL possui uma área de 204.04 ha e grande variedade de ambientes naturais, com uma alta biodiversidade de espécies da fauna e flora silvestre. A vegetação é um mosaico de formações herbáceas, arbustivas e arbóreas, determinadas, sobretudo, por fatores topográficos e pedológicos. São reconhecidas sete tipologias vegetais: campo arenoso; campo seco; campo úmido; floresta; banhado arbustivo; banhado herbáceo e juncal (Mondin e Silva-Filho, 2013). A FUPALA possui cerca de 9 ha e está localizada na beira do Lago Guaíba em meio à urbanização, representando uma importante área natural para o abrigo da fauna local.

### Coleta de Dados

De dezembro de 2018 a junho de 2019 identificamos e mapeamos os grupos pertencentes àquela região, avaliando a estrutura social dos grupos. Posteriormente, foi realizado um monitoramento da composição de alguns destes grupos, levando em conta o grande número de conflitos que os envolvia e consequente vulnerabilidade decorrente da proximidade com o meio urbano. O monitoramento ocorreu de junho de 2019 a junho de 2020. O período total de coleta de dados foi de dezembro de 2018 a junho de 2020, totalizando 25 expedições a campo em intervalos irregulares. As áreas foram percorridas durante o dia, com início pela manhã e estendendo-se até o fim da tarde. O esforço total foi de 140 horas e 40 minutos e o esforço de acompanhamento dos grupos (observação direta dos indivíduos) foi de 91 horas e 10 minutos. As informações registradas em campo foram: data da expedição, horário de início e término, tempo de permanência com o grupo, composição sexo-etária e características específicas dos indivíduos, como cicatrizes, marcas, pelagem, etc. As coordenadas geográficas de cada grupo foram obtidas em campo com auxílio de GPS (GPS Garmin modelo Etrex 30), e posteriormente, os dados foram plotados e mapeados nos programas ArcGIS® e Google Earth Pro®. Também foram coletados dados referentes a acidentes que acometeram os indivíduos dos grupos, como óbitos ou ferimentos causados por possíveis doenças, choques elétricos, ataques por cães ou atropelamentos. Nessa coleta, foram registrados: a coordenada geográfica do local do acidente, o nível e a causa do ferimento do animal, a composição sexo-etária, a destinação e soltura (se houvesse), o informante e a confirmação de coleta para teste de febre amarela.

### Avaliação e monitoramento da composição-social dos grupos

Inicialmente, foi feita uma busca pelos grupos da região, a fim de definir a composição sexo-etária dos indivíduos. Para tal, foi utilizada a seguinte classificação de acordo com Mendes (1989) e Jardim (2005): Infante 1 (I1) - indivíduo carregado ainda no ventre da mãe, permanecendo sempre junto a ela; Infante 2 (I2) - indivíduo carregado já no dorso da mãe na maioria do tempo; Juvenil 1 (J1)

- indivíduo que não é mais carregado pela mãe, com tamanho mais próximo de um infante do que de uma fêmea adulta; Juvenil 2 (J2) - indivíduo com tamanho mais aproximado de uma fêmea adulta do que de um infante; Macho subadulto (MAS) - indivíduo maior que a fêmea adulta, com tamanho próximo ou igual ao de um macho adulto, testículos não cobertos por pelos e facilmente visíveis, podendo apresentar cor mais alaranjada em determinadas partes do corpo; Fêmea adulta (FA) - indivíduo com genitália descoberta, com contorno triangular ou levemente arredondado, dependendo do ângulo, pelagem amarronzada, menos robusta que a do macho adulto e com mandíbula menos expandida; Macho adulto (MA) - indivíduos maiores, com pelagem alaranjada, longa e robusta, apresentando barba mais proeminente e mandíbula muito expandida, com testículos geralmente cobertos por pelos. A razão sexual dos grupos foi calculada considerando a proporção entre fêmeas adultas por machos adultos (Di Fiore e Campbell, 2007). Machos subadultos, juvenis e infantes foram considerados como indivíduos imaturos. Desde julho de 2019, o monitoramento consistiu em verificar a presença e/ou ausência de indivíduos já vistos anteriormente, registrando possíveis alterações como nascimentos, mortes ou eventos de migrações. Durante esse período, também foram registrados acidentes e óbitos com bugios na área de abrangência dos grupos estudados. Os animais resgatados com vida foram encaminhados para o Núcleo de Conservação e Reabilitação de Animais Silvestres da UFRGS (PRESERVAS). Em caso de óbito, os animais foram encaminhados para o setor de patologia do Hospital Veterinário da UFRGS ou, quando possível, as necropsias foram realizadas pela equipe no laboratório do Setor de Mastozoologia do Museu de Ciências Naturais do RS (DBIO - SEMA). Durante as necropsias foram coletadas amostras de tecidos e estas enviadas ao Instituto de Pesquisas Veterinárias Desidério Finamor para investigação de potenciais doenças.

#### *Análise da paisagem*

A partir das coordenadas geográficas de localização dos grupos, foram elaborados polígonos utilizando o método do mínimo polígono convexo (MPC) para obter o ponto central (centroide) das áreas utilizadas por cada grupo. Com base no centroide, foi criado um “buffer” de 300 m (~32 ha) para cada grupo no qual foram efetuadas as análises das variáveis consideradas na paisagem. O tamanho do buffer foi definido de forma a abranger a área de vida de cada grupo e a área de influência do entorno imediato. Para análise da paisagem no interior dos buffers, foram estimadas as seguintes variáveis: número de casas, número e tipo de estradas (pavimentada e não pavimentada), comprimento linear das estradas e índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI). As estimativas foram realizadas no programa Google Earth Pro®, onde foi feita a contagem manual das casas e estradas dentro de cada buffer, e também realizada a medição do comprimento das estradas usando a ferramenta “régua”. As

estimativas de NDVI foram realizadas no programa ArcGIS® com base em uma imagem satélite Landsat-8 do dia 24/03/2019, com resolução espacial de 30 m, fornecida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Nesse índice, os valores variam entre -1 e 1, com as áreas construídas ou cobertas por água apresentando os valores mais baixos e a cobertura arbórea os mais altos. Valores de NDVI abaixo de zero não foram considerados por serem atribuídos a corpos d'água e, portanto, não serem utilizados pelos bugios. Adicionalmente, foram quantificados os tipos de cobertura do solo no interior de cada buffer com base no mapa de cobertura e uso do solo do MapBiomas do ano de 2018 (Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil - MapBiomas - coleção 4) (<https://mapbiomas.org/>).

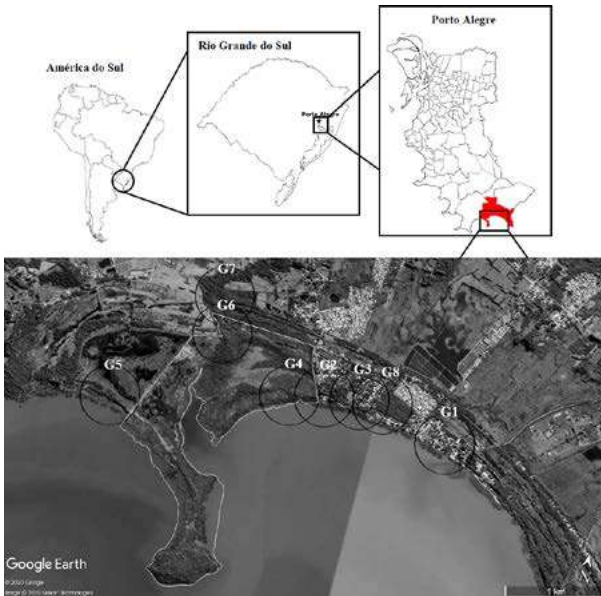
## Resultados

### *Composição sexo-etária e monitoramento dos grupos*

Foram identificados oito grupos de bugios (G1 a G8) no interior e entorno da RBL (Fig. 1). Devido às dificuldades de acesso a algumas áreas e ao comportamento arredio dos animais em relação à presença humana, a composição social completa dos grupos G6, G7 e G8 não foi observada. A média do número de indivíduos dos grupos observados com composição completa (G1 a G5) foi 6.8 (6-9, n=5). Em relação às classes sexo-etárias, a média foi: 1.4 machos adultos; 0.4 machos subadultos; 2.2 fêmeas adultas; 0.8 juvenis 2; 1.6 juvenis 1 e 0.4 infantes 2 (Tabela 1). A razão sexual média dos grupos foi de 1.7 (1-2, n=5), enquanto que a proporção média de imaturos em relação a fêmeas adultas foi de 1.47 (1.33-1.5, n=5). Três grupos (G1, G2 e G3) foram monitorados continuamente e avaliados quanto às alterações na composição sexo-etária (Fig. 2).

O G1 foi o que sofreu maior alteração na composição social ao longo do monitoramento. Inicialmente, o grupo apresentava um total de 6 indivíduos, porém, devido a diversos acidentes, restaram apenas 2 indivíduos machos. No entanto, no último monitoramento, realizado em fevereiro de 2020, foi constatada a presença de um novo indivíduo jovem de sexo não identificado, provavelmente decorrente de uma imigração. Além da redução do número de indivíduos, os bugios que permaneceram no G1 apresentaram comportamentos inesperados, como a aproximação frequente a casas e a uma escola nas proximidades. Os animais foram vistos também sobre automóveis, janelas de casas, varandas e telhados. Com relação aos indivíduos que morreram, dois deles, uma fêmea adulta e um infante, foram levados com vida para o PRESERVAS e posteriormente foram a óbito. O laudo da fêmea (óbito em abril de 2019) determinou pneumonia como causa da morte. Já para o infante (óbito em junho de 2019), foi constatada a ocorrência de múltiplas fraturas e reação positiva para toxoplasmose. Os relatos dos moradores indicam que o indivíduo infante teria caído de uma árvore e não resistiu aos ferimentos. Nos outros indivíduos

encontrados mortos (uma fêmea adulta e uma fêmea juvenil) não foram identificadas lesões externas ou internas que pudessem indicar a causa da morte. As amostras de tecido analisadas destes indivíduos apresentaram resultado negativo para os patógenos avaliados (toxoplasmose, raiva e herpes).



**Figura 1.** Disposição espacial de oito grupos de *Alouatta guariba clamitans* na zona sul do município de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. Os círculos em preto representam os buffers de 300 m para cada grupo. O polígono cinza corresponde ao limite da RBL.

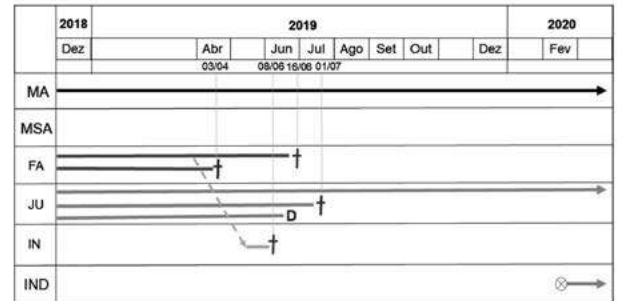
**Tabela 1.** Composição sexo-etária dos grupos registrados no interior da RBL e entorno no período de dezembro de 2018 a junho de 2019. (\*) - Número mínimo de indivíduos amostrados.

	MA	MAS	FA	J2	J1	I2	I1	Total
G1	1	0	2	1	2	0	0	6
G2	1	1	2	0	2	0	0	6
G3	1	0	2	1	2	0	0	6
G4	2	1	2	0	1	1	0	7
G5	2	0	3	2	1	1	0	9
G6	2	-	1	-	-	-	-	>3*
G7	1	-	1	-	-	-	-	>4*
G8	1	-	3	-	-	-	1	>5*

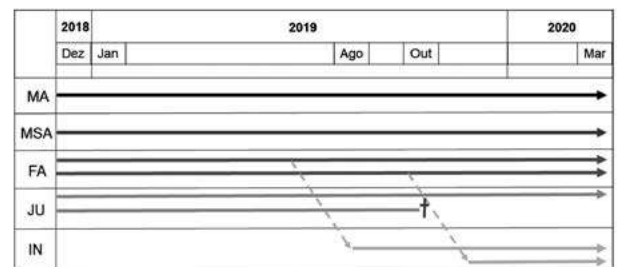
Os grupos G2 e G3 mantiveram maior estabilidade no número de indivíduos durante o monitoramento (Fig. 2). No grupo G2, houve o nascimento de dois filhotes, demonstrando um crescimento do grupo e sucesso reprodutivo das fêmeas. No entanto, houve o registro da morte de um indivíduo jovem, cuja necropsia foi inconclusiva em relação à causa do óbito. Já no G3, se percebeu uma maior dinâmica em relação ao G2. Apesar de o número de indivíduos não reduzir drasticamente, como em G1, foi identificada a morte de dois

infantes, o que constitui um fator preocupante para a persistência do grupo em longo prazo. Além disso, o grupo registrou um caso de acidente com choque elétrico em uma fêmea adulta, resultando em ferimento leve, mas que pode gerar complicações futuras e resultar na morte do indivíduo, prejudicando ainda mais as possibilidades de reprodução do grupo. Acompanhou-se também o amadurecimento de um indivíduo jovem macho, que se tornou subadulto.

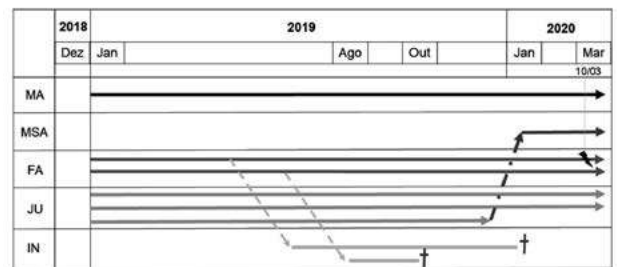
### Grupo 1



### Grupo 2



### Grupo 3



**Figura 2.** Esquema da dinâmica dos grupos monitorados ao longo do estudo. Setas tracejadas indicam o período da gravidez ao nascimento. Setas com pontos significam a troca de categoria etária do animal. Linhas terminadas em cruz significam morte. O símbolo de raio representa acidente de choque elétrico com ferimento leve. Linhas terminadas em D significam desaparecimento. Círculo com X significa provável imigração. MA – Macho adulto; MSA – Macho Subadulto; FA – Fêmea adulta; JU – Juvenil; IN – Infante. Os meses indicados foi quando houve monitoramento do grupo.

### Disposição espacial dos grupos e análise da paisagem

A área de cada um dos grupos possuía características da paisagem bem distintas. Os grupos G1, G2, G3 e G8 foram observados em áreas inseridas na paisagem da vila urbanizada, apresentando maiores quantidades de elementos urbanos e pouca vegetação florestal na sua área de buffer. Já os grupos G4, G5, G6 e G7 foram observados

no interior da RBL e em áreas rurais adjacentes, ocupando locais com maior cobertura vegetal arbórea e menor interferência antrópica (Fig. 1, Tabela 2).

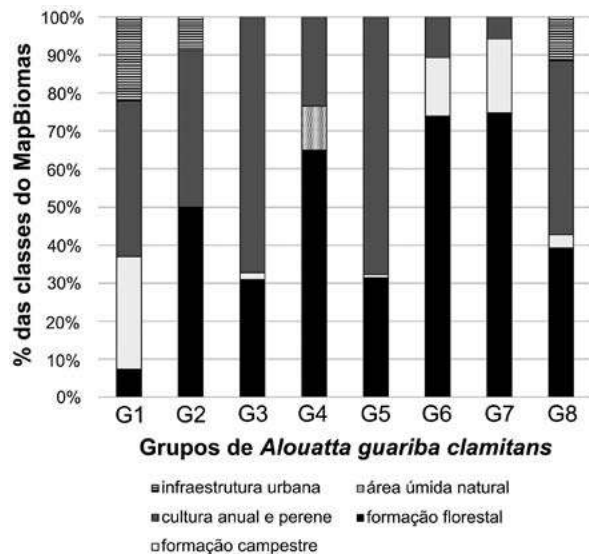
**Tabela 2.** Características da paisagem avaliadas no interior do buffer para cada grupo de estudo. NDVI=Índice de vegetação por Diferença Normalizada. ENP= Estradas não pavimentadas. EP= Estradas pavimentadas.

Grupo	NDVI (mediana)	Nº Casas	ENP	EP	Σ do comprimento (m) ENP	Σ do comprimento (m) EP
G1	0.3240	188	7	5	846.54	1,080.67
G2	0.3668	109	7	1	1,004.23	385.46
G3	0.3507	172	4	2	1,272.13	880.92
G4	0.4141	1	1	0	156.01	0
G5	0.3769	0	0	0	0	0
G6	0.4058	0	0	0	0	0
G7	0.3975	1	0	0	0	0
G8	0.3621	220	6	2	1,171.96	1,057.24

As áreas com os maiores índices NDVI foram identificadas para os grupos G4, G6 e G7, e com menores para G1, G3 e G8, sendo valores intermediários identificados nas áreas de G2 e G5. Este padrão se manteve em parte para as análises do MapBiomas, revelando G4, G6 e G7 como os grupos com maiores porcentagens de formação florestal e ausência de infraestrutura urbana, considerando que nos dois primeiros a maior parte das áreas dos buffers estão inseridas dentro da RBL (Fig. 3). Enquanto isso, as áreas dos grupos G1 e G3 revelaram as menores porcentagens de formação florestal. O grupo G1, em ambas as análises, foi o que apresentou piores condições de habitat, com o menor índice de cobertura vegetal, menor porcentagem de formação florestal e maior área de urbanização e elementos urbanos associados. O grupo G3 foi um dos três grupos identificados com maior quantidade de elementos urbanos na sua área de buffer (Tabela 2), a qual também contava com a presença de múltiplas árvores entremeando as casas, as quais o grupo utilizava para deslocamento e alimentação.

## Discussão

No monitoramento inicial, a despeito da presença dos bugios em fragmentos de mata muito pequenos e inseridos em um contexto urbano, os grupos estudados apresentaram tamanho médio e composição social similar ao encontrado para a espécie em ambientes mais preservados (Jardim, 2005; Miranda e Passos, 2005; Bicca-Marques *et al.*, 2015; Fortes *et al.* 2015). Da mesma forma, considerando os resultados obtidos para os



**Figura 3.** Porcentagem de cobertura de uso do solo na área do buffer de acordo com as classes estabelecidas pelo MapBiomas relativas a cada grupo de estudo.

cinco grupos, os parâmetros populacionais relacionados à razão sexual dos grupos e proporção de imaturos em relação a fêmeas adultas estão dentro dos valores observados para a espécie em outras localidades (Jardim, 2005; Miranda e Passos, 2005; Di Fiore e Campbell, 2007). Entretanto, o monitoramento posterior de alguns grupos evidenciou uma intensa dinâmica populacional e um alto risco de alguns grupos não persistirem em longo prazo. Dos três grupos monitorados, G1 foi identificado como sendo o de maior preocupação, considerando seu habitat profundamente precário, a ausência de fêmeas na sua composição ao final do estudo e os recorrentes acidentes que acometeram indivíduos do grupo em um curto período de tempo. A ausência de fêmeas é uma variável preocupante para a continuidade do grupo, pois impede a procriação. Dessa forma, é necessário que ocorra algum evento de imigração para que o grupo prospere novamente. Ainda que os grupos G2 e G3 tenham apresentado uma certa estabilidade no número de indivíduos, foram relatados acidentes para ambos, com a perda de três indivíduos e o ferimento de uma fêmea adulta. Considerando os três grupos monitorados, houve pelo menos seis conflitos envolvendo bugios causados devido ao contexto antrópico, sendo que cinco deles levaram o animal a óbito. Mesmo que os animais sobrevivam aos acidentes e a população persista, seu bem-estar é recorrentemente comprometido pelos ferimentos graves e/ou encaminhamento a cativeiros. De forma geral, a ocorrência dos bugios na região sul de Porto Alegre está associada a fragmentos grandes, com maior conectividade e situados em áreas de encosta de morros em paisagens mais rurais (Alonso, 2010; Printes *et al.*, 2010, Lokschin, 2012). A presença dos animais em fragmentos pequenos e mais urbanizados pode ser explicada pela proximidade com áreas mais preservadas e pela manutenção de grupos relictuais, que configuram uma dinâmica de

metapopulação, contexto que pode facilitar eventos de dispersão e recolonização entre fragmentos (Lokschin, 2012). É importante ressaltar que pequenos fragmentos de mata ou mesmo árvores isoladas podem atuar como trampolins ecológicos e contribuir significativamente para a conectividade da matriz, auxiliando na dispersão e servindo como fonte alternativa de alimento para estes animais (Mandujano *et al.*, 2006; Arroyo-Rodríguez, 2010). Este cenário parece ser o caso da área de estudo, na qual os grupos observados em áreas urbanizadas são vizinhos de grupos que vivem em fragmentos florestais mais preservados e com menor influência antrópica. As análises da paisagem nos permitiram identificar que os grupos G1 e G3 estavam em situação mais crítica quanto às características gerais da matriz. Adicionalmente, as expedições em campo também evidenciaram que esses grupos estavam sujeitos a uma alta propensão a conflitos antrópicos. Deve-se levar em conta que outras características da paisagem como a estrutura e composição da vegetação, a disposição de elementos urbanos como fiação elétrica e presença de cães e a receptividade dos moradores também podem influenciar na qualidade de habitat para estes grupos (Corrêa *et al.*, 2018) e consequentemente, nas chances de sobrevivência nestes locais. Estes resultados demonstram a importância de medidas mitigatórias para a manutenção de populações de animais silvestres inseridos numa matriz urbano-rural. A confecção, instalação e manejo de travessias de fauna para animais arborícolas e o encapamento da fiação elétrica são exemplos de medidas que vêm sendo implementadas pelo Programa Macacos Urbanos (PMU) e devem ser mantidas e ampliadas em longo prazo (Lokschin *et al.*, 2007; Teixeira, *et al.*, 2013). Atualmente, existem 10 travessias distribuídas na região do estudo, sendo que para a área dos grupos G1, G2, G3 e G8 há pelo menos duas para cada grupo. Na maior parte destas áreas há o isolamento da fiação elétrica. Isto foi possível decorrente de esforços do PMU através de um inquérito civil junto ao Ministério Público que responsabiliza a Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE) pelo isolamento da fiação elétrica nas áreas mais críticas utilizadas pelos bugios (Lokschin *et al.*, 2007; Printes *et al.*, 2010). Entretanto, acidentes na fiação ainda são recorrentes por falta de revisão e manutenção do isolamento dos fios e nos locais onde o isolamento não foi efetuado pela companhia elétrica. A articulação e troca de informações entre os órgãos que participam do resgate dos bugios em casos de acidentes é fundamental para o rápido atendimento aos animais e para identificar os locais mais críticos para implementar as medidas mitigatórias. Além disso, a educação para conservação, juntamente com a comunidade local, é de extrema importância para que os próprios moradores ajudem no monitoramento dos acidentes, entendam a importância dos bugios como parte daquele ambiente e valorizem os benefícios dos serviços ambientais decorrentes da manutenção e restauração de fragmentos florestais (Mandujano *et al.*, 2006). O envolvimento da

população às causas conservacionistas é decisivo para determinar seu sucesso ou fracasso (Jacobson *et al.*, 2006; Teixeira *et al.*, 2011). Neste sentido, Buss (2012) destaca também a importância de programas de educação ambiental voltados a comunidades vizinhas às Unidades de Conservação para manutenção dessas áreas.

### Agradecimentos

Agradecemos a toda equipe da RBL, em especial a gestora Maria Carmen e ao funcionário Osmar Oliveira, pelo acesso a RBL e colaboração para implantação de medidas mitigatórias, manejo dos animais e articulação com a comunidade, aos colegas do Setor de Mastozoologia do Museu de Ciências Naturais do RS (DBIO - SEMA) e do Programa Macacos Urbanos, pelo auxílio nas atividades de campo e em laboratório, aos médicos veterinários Juliane Cabral e José Reck, que nos auxiliaram nas necropsias, ao proprietário da FUPALA, Sr. Nilton Brucker, e a gerente Solange pelo acesso a área, aos moradores da região pela receptividade e troca de informações e ao CNPq pelas bolsas de iniciação científica que permitiram a realização do trabalho.

### Referências

- Alonso, A. C. 2010. Delineamento e avaliação de corredores lineares multi-habitat: estudo de caso do bugio-ruivo (*Alouatta clamitans*) em mosaico rural-urbano. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.
- Arroyo-Rodríguez, V. e Dias, P.A.D. 2010. Effects of habitat fragmentation and disturbance on howler monkeys: a review. *Am. J. Primatol.* 72: 1–16.
- Bicca-Marques, J. C. 2003. How do howler monkeys cope with habitat fragmentation? In: *Primates in Fragments: Ecology and Conservation*, L.K. Marsh (ed.), pp. 283–303. Kluwer Academic Plenum Publishers, Nova York.
- Bicca-Marques, J. C. Alves, S. L. Ingberman, B. Buss, G. Fries, B. G. Alonso, A. Cunha, R. G. T. Miranda, J. M. D. 2015. Avaliação do Risco de Extinção de *Alouatta guariba clamitans* Cabrera, 1940 no Brasil. Processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira. ICMBio. Website: <https://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/estado-de-conservacao/7179-mamiferos-alouatta-guariba-clamitans-guariba-ruivo>. Acesso em 01 de fevereiro de 2021.
- Bicca-Marques, J. C., Chaves, Ó. M., Hass, G. P. 2020. Howler monkey tolerance to habitat shrinking: Lifetime warranty or death sentence? *Am. J. Primatol.* 82(4), e23089.
- Buss, G. 2012. Conservação do bugio-ruivo (*Alouatta guariba clamitans*) (Primates –Atelidae) no entorno do Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.
- Buss, G., Oklander, L. I., Bicca-Marques, J. C., Hirano, Z. B., Chaves, Ó. M., Mendes, S. L., Neves, L. G., Melo,



- F. R., Rylands, A. B. e Jerusalinsky, L. 2019. Brown Howler Monkey. In: *Primates in Peril: The World's 25 Most Endangered Primates 2018–2020*, C. Schwitzer, et al. (eds.), pp. 95–97. Washington, DC.
- Corrêa, F. M., Chaves, O. M., Printes, R. C. e Romanowski, H. P. 2018. Surviving in the urban–rural interface: Feeding and ranging behavior of brown howlers (*Alouatta guariba clamitans*) in an urban fragment in southern Brazil. *Am. J. Primatol.* 80 (6), e22865.
- Di Fiore, A. e Campbell, C. J. 2007. The atelines: variation in ecology, behavior, and social organization. Em: *Primates in Perspective*. C. Campbell, A. Fuentes, K. C. MacKinnon, M. Panger and S. Bearder (eds.), pp. 155–185. Oxford University Press, Oxford.
- Fortes, V. B., Bicca-Marques, J. C., Urbani, B., Fernandez, V. A. e Pereira, T. S. 2015. Ranging behavior and spatial cognition of howler monkeys. Em: M. M. Kowalewski, P. A. Garber, L. Cortes-Ortiz, B. Urbani and D. Youlatos (eds), *Howler Monkeys: Behavior, Ecology, and Conservation*, pp. 57–84. New York.
- Jacobson, S. K., McDuff, M. D. e Monroe, M. C. 2006. *Conservation Education and Outreach Techniques*. Oxford University Press, Oxford.
- Jardim, M. M. A. 2005. Ecologia populacional de bugios-ruivos (*Alouatta guariba*) nos municípios de Porto Alegre e Viamão. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil.
- Jerusalinsky, L., Teixeira, F. Z., Lokschin, L. X., Alonso, A., Jardim, M. M. A., Cabral, J. H., Printes, R. C. e Buss, G. 2010. Primatology in southern Brazil: a transdisciplinary approach to the conservation of the brown-howler-monkey *Alouatta guariba clamitans* (Primates, Atelidae). *Iheringia, Sér. Zool.* 100(4): 403–412.
- Lokschin, L., Printes, R., Cabral, J. e Buss, G. 2007. Power lines and howler conservation in Porto Alegre, RS, Brazil. *Neotrop. Primates.* 14: 76–80.
- Lokschin, L. X. 2012. A distribuição espaço-temporal do bugio ruivo (*Alouatta clamitans*) em gradiente urbano-rural no sul do Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, SP, Brasil.
- Mandujano, S., Escobedo-Morales, L. A., Palacios-Silva, R., Arroyo-Rodríguez, V. e Rodríguez-Toledo, E. M. 2006. A metapopulation approach to conserving the howler monkey in a highly fragmented landscape in Los Tuxtlas, Mexico. Em: *New Perspectives in the Study of Mesoamerican Primates: Distribution, Ecology, Behavior and Conservation*, Garber, P., Estrada, A., Pavelka, M., and Luecke, L. (eds.), pp. 513–538. Springer, New York.
- Mendes, S. L. 1989. Estudo ecológico de *Alouatta fusca* (Primates, Cebidae) na Estação Ecológica de Caratinga, MG. *Ver. Nordestina Biol.* 6 (2): 71–104.
- Miranda, J. M. D. e Passos, F. C. 2005. Composição e dinâmica de grupos de *Alouatta guariba clamitans* Cabrera (Primates, Atelidae) em Floresta Ombrófila Mista no Estado do Paraná, Brasil. *Ver. Bras. Zool.* 22(1): 96–106.
- Mondin, C. A.; Silva Filho, P. J. S. 2013. Vegetação e Flora Vascular. Em: *Fauna e Flora da Reserva Biológica Lami José Lutzenberger*. P.B.R. Witt (coord.), pp. 253–281. Secretaria Municipal do Meio Ambiente, Porto Alegre.
- Printes, R. C. 1999. The Lami Biological Reserve, Rio Grande do Sul, Brasil and the danger of power lines to howlers in urban reserves. *Neotrop. Primates* 4(7): 135–136.
- Printes, R. C., Buss, G., Jardim, M. M. A., Fialho, M. S., Dornelles, S. S., Perotto, M., Brutto, L. F. G., Girardi, E., Jerusalinsky, L., Liesenfeld, M. V., Lokschin, L. X. e Romanowski, H. P. 2010. The Urban Monkeys Program: a survey of *Alouatta clamitans* in the South of Porto Alegre and its influence on land use policy between 1997 and 2007. *Primate Conserv.* 25: 11–19.
- Rudran, R., Fernandez-Duque, E. 2003. Demographic changes over thirty years in a red howler population in Venezuela. *Int. J. Primatol.*, 24 (5): 925–947.
- Teixeira, F., Nascimento, L., Setubal, R., Lopes, M., Junqueira, H. 2011. Educação para conservação do bugio-ruivo (*Alouatta guariba clamitans*) em Porto Alegre, RS. Em: *A Primatologia no Brasil*, vol. 11, F.R. Melo, I. Mourthé (eds.) pp. 187–210. Sociedade Brasileira de Primatologia, Belo Horizonte
- Teixeira, F. Z., Printes, R. C., Fagundes, J. C. G., Alonso, A. C. e Kindel, A. 2013. Canopy bridges as road overpasses for wildlife in urban fragment landscapes. *Biota Neotrop.* 13(1): 1–7.

## CONHECIMENTO POPULAR, AÇÕES EDUCATIVAS E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO DOS BUGIOS-RUIVOS, *ALOUATTA GUARIBA CLAMITANS*, EM SANTA MARIA, SUL DO BRASIL

Ana Paula V. Coelho<sup>1</sup>, Caroline C. Scheuer<sup>1</sup>, Bruna M. Candaten<sup>1</sup>, Liliana B. Fontana<sup>2</sup>  
e Vanessa B. Fortes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

E-mail: <carolc.scheuer@gmail.com>

<sup>2</sup>Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Maria, Palmeira das Missões, RS.

E-mail: <lilianabfontana7@gmail.com>

<sup>3</sup>Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Maria, Palmeira das Missões, RS.

E-mail: <vanessa-barbisan.fortes@ufsm.br>

### Resumo

O bugio-ruivo (*Alouatta guariba clamitans*) é um primata que habita a Floresta Atlântica, ameaçado de extinção principalmente por destruição de seus habitats e mortes por febre amarela nas últimas décadas. No município de Santa Maria, RS, a espécie ocupa áreas florestais na zona rural e em anos recentes tem sido observada também em bairros periféricos da cidade. As percepções e as atitudes da população local em relação aos bugios podem ser decisivas para a persistência da espécie nessas áreas. Neste estudo avaliamos os saberes, as percepções e as atitudes dos sujeitos em relação aos bugios, bem como o impacto de atividades educativas. Para tal utilizamos entrevistas (moradores dos bairros), palestras, atividades lúdicas e questionários (público escolar). Os moradores dos bairros consideraram importante a presença dos bugios, mas também demonstraram preocupação com sua suposta agressividade e com a transmissão da febre amarela. Os estudantes demonstraram bom conhecimento sobre aspectos ecológicos dos bugios, mas menos informações corretas sobre o ciclo da febre amarela, porém, as ações educativas modificaram positivamente seus saberes prévios. A visão positiva da população sobre os bugios, a ausência de relatos de conflitos e a baixa frequência de conhecimentos incorretos e atitudes inadequadas mostram um cenário favorável à conservação dos bugios no município.

**Palavras-chave:** Atelidae, Etnoprimatologia, fauna urbana, febre amarela.

### Abstract

The Southern Brown Howler Monkey (*Alouatta guariba clamitans*) is a primate that inhabits the Atlantic Forest. It is threatened with extinction, mainly from habitat destruction and outbreaks of yellow fever in recent decades. In the municipality of Santa Maria, Rio Grande do Sul, this species primarily occupies forest remnants in rural areas but in recent years has been seen also in suburban neighborhoods. The local residents' perceptions and attitudes toward howler monkeys can be decisive for the species' persistence in these periurban areas. In this study we evaluated the knowledge, perceptions and attitudes of study subjects relating to howler monkeys, as well as the impact of certain educational activities. We used interviews with neighborhood residents, lectures, play activities, and questionnaires at schools. The neighborhood residents felt it important to have howler monkeys in their neighborhoods, but also expressed concerns about their supposed aggressiveness and transmission of yellow fever. The students showed good knowledge of ecological aspects of howler monkeys but were unfamiliar with the yellow-fever transmission cycle. The educational activities improved their knowledge. People's positive opinions of howler monkeys, the lack of conflict reports, and the low frequency of both incorrect knowledge and inappropriate attitudes indicate a favorable outlook for the conservation of brown howler monkeys in this municipality.

**Keywords:** Atelidae, Ethnoprimatology, urban wildlife, yellow fever.

### Introdução

Os primatas não-humanos (daqui em diante referidos como primatas) vêm enfrentando declínios populacionais preocupantes decorrentes, especialmente, da perda de habitat e fatores associados, e que já alcançam 75% das espécies (Estrada *et al.*, 2017, 2020). A conversão de

áreas silvestres em cidades, por exemplo, faz com que a maioria das espécies de primatas seja eliminada. São raras aquelas cuja plasticidade ecológica lhes permite persistir e, mais raramente, aumentar em números em tais ambientes (p.ex., *Macaca fascicularis* na Índia; Gumert, 2011). As poucas espécies que conseguem sobreviver em áreas urbanizadas enfrentam muitos riscos e exibem

mudanças em sua ecologia e seu comportamento, como utilizar alimento descartado ou ofertado pelos humanos (Sol *et al.*, 2013; Back *et al.*, 2019), gerando ou intensificando conflitos (Goulart *et al.*, 2010). No Brasil os relatos mais frequentes de primatas em ambientes urbanos referem-se aos gêneros *Callithrix* (Rodrigues e Martinez, 2014; Teixeira *et al.*, 2015) e *Sapajus* (Back *et al.*, 2019), nativos ou introduzidos, com reconhecida adaptabilidade (Fragaszy *et al.*, 2004; Hannibal, 2019). No entanto, mesmo espécies com menor resiliência ou plasticidade ecológica podem se ver confinadas em remanescentes florestais urbanos ou periurbanos, como é o caso de *Saguinus bicolor* em Manaus, Amazonas (Gordo *et al.*, 2013).

No município de Porto Alegre (RS), bugios-ruivos (*Alouatta guariba clamitans*) convivem com a população urbana há várias décadas, relação que vem sendo estudada e monitorada pelo Programa Macacos Urbanos desde 1997 (Printes *et al.*, 2010). No bairro Lami, por exemplo, grupos de bugios têm suas áreas domiciliares abrangendo os quintais das residências, alimentam-se e pernoitam nestes locais, e utilizam elementos do ambiente antrópico como telhados, muros e cabos da rede elétrica em seus deslocamentos (Corrêa *et al.*, 2018). O hábito alimentar folívoro da espécie, que lhe possibilita sobreviver em pequenos fragmentos florestais (Bicca-Marques, 2003), também pode favorecer sua persistência no meio urbano, o que, no entanto, tem custos.

Nas cidades, além das restrições de habitat e das alterações comportamentais (Corrêa *et al.*, 2018), aumentam os riscos de acidentes, como atropelamentos, ataques de animais domésticos e eletrocussão (Lokschin *et al.*, 2007; Buss *et al.*, 2015; Silva e Voltolini, 2017), além da perseguição por pessoas para servirem como pets (Santos *et al.*, 2017) ou por medo da transmissão de doenças. Durante o surto de febre amarela silvestre que ocorreu no Rio Grande do Sul em 2008 e 2009 a desinformação e o medo de contrair a doença levaram moradores de áreas próximas a florestas a perseguir e matar bugios (Bicca-Marques e Freitas, 2010; Bicca-Marques *et al.*, 2017). Nesse contexto, a percepção e as atitudes das pessoas em relação aos primatas podem ser decisivas para uma convivência harmoniosa e para a garantia da sobrevivência dos primatas nestas áreas (Hill e Weber, 2010; Rocha e Fortes, 2015). Por sua vez, o aumento da biodiversidade em ecossistemas urbanos pode ter impacto positivo sobre a qualidade de vida e a conscientização de moradores das cidades e, assim, aumentar sua predisposição para a preservação dos ecossistemas naturais (Savard *et al.*, 2000).

O bugio-ruivo (*Alouatta guariba clamitans*) é um táxon ameaçado de extinção, categorizado como Vulnerável em nível nacional (Portaria MMA nº 444, 2014) e no estado do Rio Grande do Sul (Decreto Estadual nº 51.797, 2014), devido principalmente à eliminação e descaracterização de seus habitats e às mortes por febre amarela (Almeida

*et al.*, 2012; Bicca-Marques *et al.*, 2018). No município de Santa Maria, na região central do estado, a espécie ocupa áreas da Floresta Estacional Decidual que cobre as escarpas da Serra Geral e os morros testemunhos e forma fragmentos na zona de transição com o bioma Pampa, áreas que se encontram em variados estágios de sucessão ecológica em decorrência do uso agrícola e do desenvolvimento urbano (Longhi *et al.*, 2000).

No Campo de Instrução de Santa Maria, uma área de vegetação nativa com 5,876 ha situada no limite entre as zonas urbana e rural do município, as populações de bugios-ruivos reduziram-se em cerca de 80% após o surto de febre amarela em 2008/2009 (Veiga, 2014) e eles desapareceram de 53% dos fragmentos florestais que habitavam (V.B.F., dados não publicados). Por outro lado, bugios (geralmente solitários) vêm sendo registrados em bairros periféricos da cidade pelo menos desde 2015 (V.B.F., informação pessoal). Em 2018 tais episódios adquiriram certa gravidade após um bugio macho adulto, provavelmente procedente do Parque Natural Municipal dos Morros, no bairro Caturrita, ter mordido duas crianças (Gonçalves, 2018).

A equipe do Projeto Sentinela (programa permanente de extensão do Laboratório de Primatologia da Universidade Federal de Santa Maria) monitora as populações de bugios (*Alouatta guariba clamitans*) no município e desenvolve ações educativas voltadas para a proteção dos mesmos. Os projetos realizados entre 2017 e 2019 tiveram como objetivos: (1) investigar a presença de bugios em bairros periféricos de Santa Maria, bem como as percepções e atitudes dos moradores em relação à presença da espécie; (2) investigar o conhecimento de estudantes da Educação Básica de Santa Maria sobre os bugios e seu papel no ciclo da febre amarela, com foco em escolas situadas em áreas com ocorrência de bugios. Compreender o modo como a população do município vem convivendo com os bugios nos últimos anos permitirá identificar oportunidades e fragilidades a serem trabalhadas em prol da conservação da espécie neste município e na região central do estado. Neste trabalho relatamos os primeiros resultados destas ações, as quais possuem caráter permanente.

## Material e Métodos

O município de Santa Maria tem 10 distritos e 41 bairros em 1.788,129 km<sup>2</sup>, aproximadamente 261 mil habitantes e está situado na região de transição entre o Planalto Meridional Brasileiro e a Depressão Central do Rio Grande do Sul, no extremo sul do Brasil [coordenadas geográficas: 29°41'02"S, 53°48'25"O; altitude média 113 m (41-485) a.n.m.] (ADESM, 2021). Abrange áreas de Floresta Estacional Decidual, Campos (Pampa) e áreas de transição entre estas fitofisionomias (Longhi *et al.*, 2000). As áreas protegidas do município incluem a Reserva Biológica do Ibicuí-Mirim, com 575 ha (Decreto M

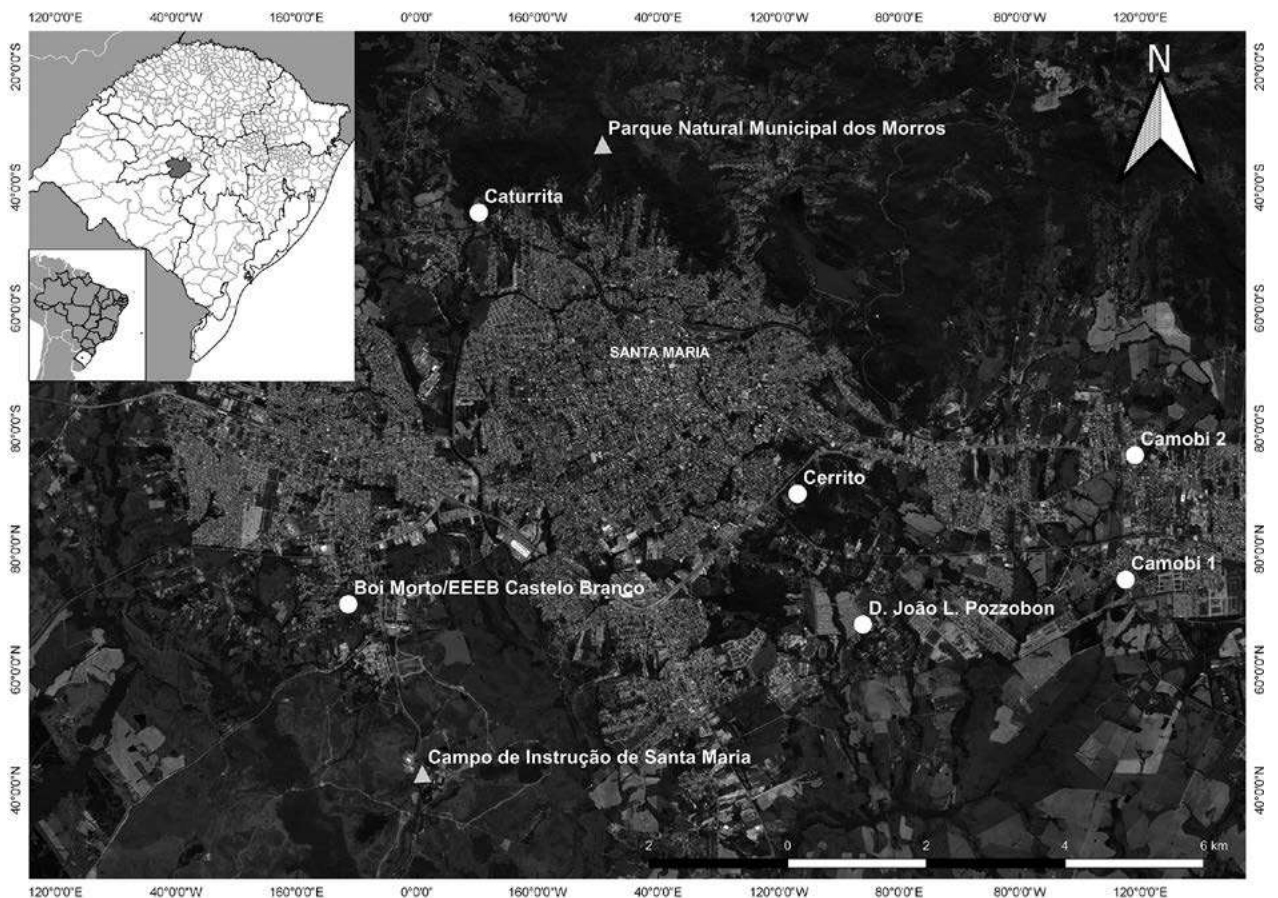
unicipal n° 30.930, de 12/11/1982), oito Áreas de Conservação Natural (ACNs) e seis Áreas Especiais Naturais de Preservação Permanente (APPs; Lei Complementar Municipal n° 072, de 04/11/2009). Entre estas, as ACNs dos Arroios Cadena e Cancela, da Zona dos Morros e de Camobi, além da APP do Morro Cerrito são abrangidas por este estudo. Este estudo foi composto por uma etapa realizada em bairros periféricos do município e outra em uma Escola Estadual com alunos de Ensino Fundamental, tendo como objetivos analisar os conhecimentos dos indivíduos sobre os bugios.

#### *Conhecimento dos residentes de bairros periféricos*

De agosto a outubro de 2018 foram aplicadas entrevistas semiestruturadas, de acordo com Ditt *et al.* (2006), a 50 moradores em cinco bairros periféricos da cidade de Santa Maria. Os bairros Boi Morto, Camobi, Caturrita, Cerrito e Diácono João Luiz Pozzobon (Fig.1) foram selecionados pelo critério da existência de relatos prévios de aparecimento de bugios. Por contar com dois registros o bairro Camobi foi dividido em duas áreas de amostragem. Foram sorteadas 10 residências por bairro e entrevistado um morador maior de 18 anos por residência, documentando-se sua idade, escolaridade, ocupação

profissional e faixa de renda (informações utilizadas em análise qualitativa das respostas).

O roteiro das entrevistas incluiu os seguintes grupos de perguntas: (1) se o entrevistado conhecia os bugios e se já os havia visto em seu bairro, ou se sabia de algum vizinho que já os tivesse visto; (2) em que local(is) os bugios foram avistados, se estavam sós ou em bandos e qual era o comportamento deles no momento em que foram avistados; (4) qual foi a reação do entrevistado (sentimento e/ou atitudes) ao ver os bugios; (5) se sabia dos riscos de tentar aproximar-se ou tocar este ou outro animal silvestre; (6) se considera os bugios importantes para a natureza e por quê; (7) se considera importante a presença dos bugios em seu bairro e por quê, e quais aspectos considera essenciais para que haja um convívio harmonioso entre humanos e bugios. As respostas foram categorizadas *a posteriori* e tabuladas, seguindo a técnica de análise de conteúdos do discurso para agrupar respostas similares (Gomes, 2004). O conteúdo das respostas sobre a importância dos bugios foi categorizado como antropocêntrico, se estava centrado em vantagens ou benefícios para o ser humano, ou holístico, se estava centrado na integração dos bugios com outros elementos da natureza, em um contexto ecológico.



**Figura 1.** Localização das áreas de estudo (círculos) e de áreas protegidas com ocorrência de bugios (triângulos) (Elaboração: Thiago Bastiani).

### *Conhecimento dos estudantes da Educação Básica*

As atividades foram desenvolvidas de agosto a novembro de 2018 com estudantes de duas turmas de 6º (n=42) e duas turmas de 7º (n=49) anos da Escola Estadual de Educação Básica Marechal Humberto de Alencar Castelo Branco, no Bairro Boi Morto (Fig. 1), tendo como tema os bugios e a febre amarela. A escola foi escolhida por situar-se em um bairro vizinho ao Campo de Instrução de Santa Maria, onde ocorrem populações naturais de bugios-ruivos. Aplicamos um pré-teste aos estudantes, seguido da realização de uma palestra, e um pós-teste (o mesmo questionário) trinta dias depois para verificação da aprendizagem. O questionário incluiu questões objetivas sobre: (1) quem é o causador e quem é o transmissor da febre amarela; (2) como o ser humano “pega” a febre amarela e quais são as formas de evitá-la; (3) onde vivem os bugios, como é sua organização social e o que comem. Também incluiu questões abertas (discursivas) sobre (1) o papel dos bugios na natureza e (2) a importância de proteger os bugios. Na semana seguinte à palestra realizou-se um jogo-desafio no pátio da escola, onde turmas do mesmo ano competiram entre si com objetivo de completar um painel ilustrado com o ciclo da febre amarela. Cada turma recebeu o mesmo número de fichas contendo perguntas sobre o tema e a cada resposta correspondia uma figura. A turma deveria selecionar a figura adequada (entre uma série de figuras que incluíam também respostas incorretas) e posicioná-la adequadamente no painel. Caso uma turma não soubesse a resposta a chance passava para a turma desafiante e ao final do jogo vencia a turma com maior número de acertos. No mês seguinte a estas atividades aplicou-se o mesmo questionário a todas as turmas para verificar o aprendizado. As respostas foram tabuladas e quantificadas e a diferença nos percentuais de acertos entre pré-testes e pós-testes foram verificadas através do teste t para amostras pareadas, no programa Bioestat 5.0 (<https://www.mamiraua.org.br/downloads/programas/>).

A partir dos resultados obtidos em cada uma destas abordagens, bem como de observações *in loco* nos bairros e nas escolas, identificamos as principais fragilidades e as oportunidades existentes para futuras ações voltadas à conservação dos bugios na cidade de Santa Maria.

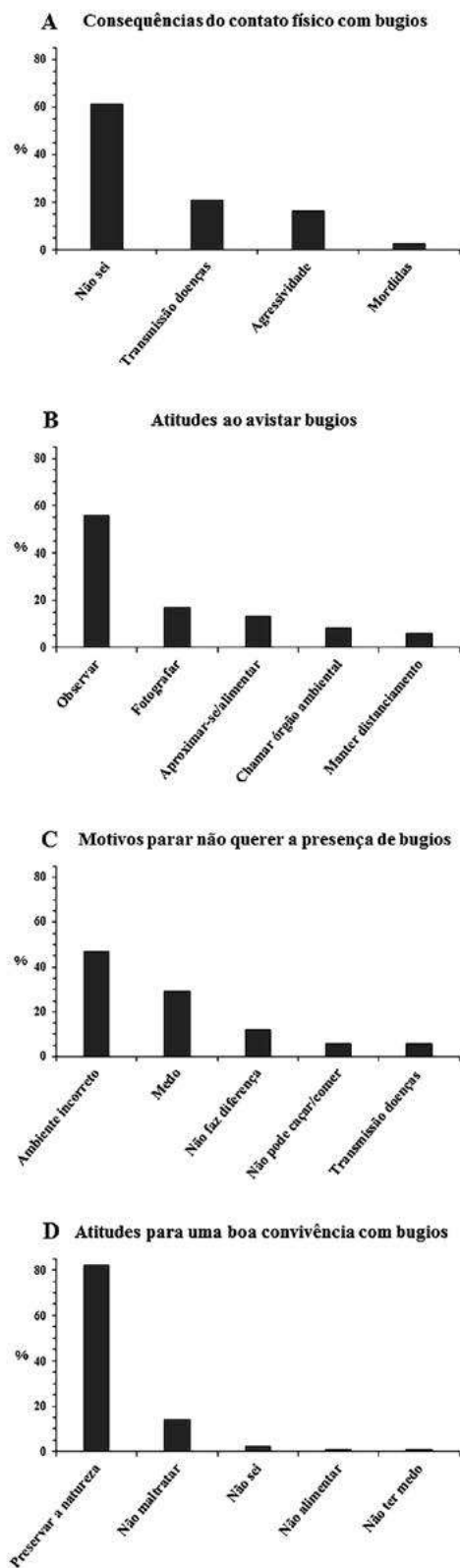
## **Resultados**

### *Conhecimento dos residentes de bairros periféricos*

A maioria dos entrevistados tinha idade entre 26 e 59 anos (62%) e escolaridade entre ensino fundamental (36%) e médio (36%). As profissões dos entrevistados foram diversas, mas apenas cinco trabalhavam na área da Saúde (Enfermeiros e Técnicos de Enfermagem),

um na área das Ciências Naturais (Arqueólogo) e um na área da Educação (Professor). Dez por cento dos entrevistados não possuíam educação formal. Grande parcela dos entrevistados já havia visto (37%) ou conhecia algum vizinho que viu (53%) bugios no próprio bairro; 42% afirmaram já ter ouvido seu ronco. A maioria (93%) não teve contato físico com os animais, no entanto, dois entrevistados (7%) mencionaram ter tocado no bugio. Ao serem questionados sobre possíveis riscos advindos do contato físico com bugios, 61% afirmaram desconhecer os e 21% mencionaram a transmissão de doenças (Fig. 2). Os entrevistados observaram principalmente (44%) bugios solitários e com menor frequência (36%) bugios em bandos. No bairro Cerrito, situado em área amplamente florestada, os bugios frequentam normalmente os quintais das casas. Nos demais bairros foram vistos nas áreas verdes remanescentes (Boi Morto, Caturrita) ou apareceram acidentalmente, afugentados de áreas próximas que estavam sendo desmatadas (Camobi, Diácono João Luiz Pozzobon). Os entrevistados informaram que no momento dos avistamentos os bugios se mostraram, na maior parte das vezes (53%), indiferentes à presença humana, classificando seu comportamento com termos como “normal”, “calmo”, “amigável”, “sem se importar” e “observando”. Para 13% dos entrevistados, os bugios ficaram “assustados” ou “agitados” com a presença dos humanos e de cães.

As principais atitudes dos entrevistados em relação aos bugios foram observar (56%), tirar fotos (17%) ou chamar algum órgão ou entidade ligado à área ambiental (8%) (Fig. 2). A maioria (64%) considera importante a presença de bugios nas proximidades de seu bairro, seja por motivos holísticos (61%; ex.: “têm o direito de viver em seu habitat”, “estão ameaçados de extinção”, “são importantes para o equilíbrio do ecossistema”, “fazem parte da cadeia alimentar”) ou antropocêntricos (39%; ex.: “são sentinelas de doenças”, “não incomodam os humanos”, “são bonitos de se ver”, “para mostrar para as crianças”). Independente do enfoque, identificamos em tais respostas uma oportunidade para o desenvolvimento de ações locais voltadas para a conservação dos bugios (Tabela 1). Para aqueles que não consideraram importante a presença de bugios nas proximidades de seu bairro (30%) os motivos principais são considerar que “a cidade não é ambiente próprio para eles”, oferecendo muitos perigos (47%), ou porque consideraram que eles “são agressivos” e “invadem as casas” (29%) (Fig. 2). Para assegurar um convívio harmonioso dos humanos com os bugios a maioria dos entrevistados (82%) considera importante preservar e respeitar a natureza e manter os animais em seu espaço (“não se misturar”, “não mexer com eles”, “não prendê-los”) (Fig. 2).



**Figura 2.** Análises das entrevistas. (A) Pergunta sobre consequências do contato físico com bugios. (B) Pergunta sobre atitudes que tiveram ao avistar bugios. (C) Pergunta sobre os motivos por não querer a presença de bugios por perto/na vizinhança. (D) Pergunta sobre quais atitudes deve-se ter para ter uma boa convivência com animais silvestres.

**Tabela 1.** Fragilidades e oportunidades para a conservação do bugio-ruivo no longo prazo no município de Santa Maria, RS.

Fragilidades	Oportunidades
<b>Bairros</b>	
Medo dos bugios (agressividade, transmissão de doenças)	Maioria já viu bugios, no bairro ou em outro local
Desconhecimento do papel ecológico dos bugios (alguns bairros)	Bom conhecimento do papel ecológico dos bugios (alguns bairros)
Desmatamento, redução e falta de conectividade do habitat dos bugios	Reconhecem que os bugios têm direito ao seu espaço
Pessoas recorrem aos órgãos ambientais para “resgatarem” os bugios	Reconhecem que não é adequado tocar/capturar/domesticar os bugios
Ausência de políticas públicas de proteção aos bugios	Gostam de observar e fotografar os bugios
	Não há consumo de recursos em comum nem danos econômicos
Bugio atacou crianças	Não há relatos de acidentes com cães, veículos ou rede elétrica
	Riqueza de relatos de vivências positivas com bugios
<b>Escolas</b>	
Dificuldade dos estudantes em descrever o ciclo da febre amarela	Bom nível de saberes prévios sobre o papel ecológico dos bugios
Resistência dos adolescentes em participar de algumas atividades	Unanimidade em apontar que os bugios devem ser protegidos/preservados
	Motivação e participação dos estudantes nas palestras, jogos e questionários
Restrição de tempo para a realização de atividades	Disposição em participar de atividades lúdicas e ao ar livre
	Riqueza de relatos de vivências positivas com bugios

Respostas consideradas desfavoráveis à conservação dos bugios ocorreram especialmente nos bairros onde os entrevistados têm menor escolaridade, e algumas delas entre aqueles que se imaginava terem maior acesso ao conhecimento desta natureza. Um profissional da área da Saúde, por exemplo, relatou ter receio de que o bugio mordesse seus cães e transmitisse doenças a eles, citando a febre amarela, e uma professora aposentada mencionou que “se os bugios não servem [para ela] em nenhum aspecto prático, então [ela] os considera sem importância”. A mesma tendência se verifica em relação à adoção de



atitudes inadequadas (alimentar os bugios, tentar domesticá-los e forçar o contato físico). Estas são algumas das fragilidades identificadas nos bairros estudados (Tabela 1), que podem dificultar a adoção de medidas conservacionistas em âmbito local.

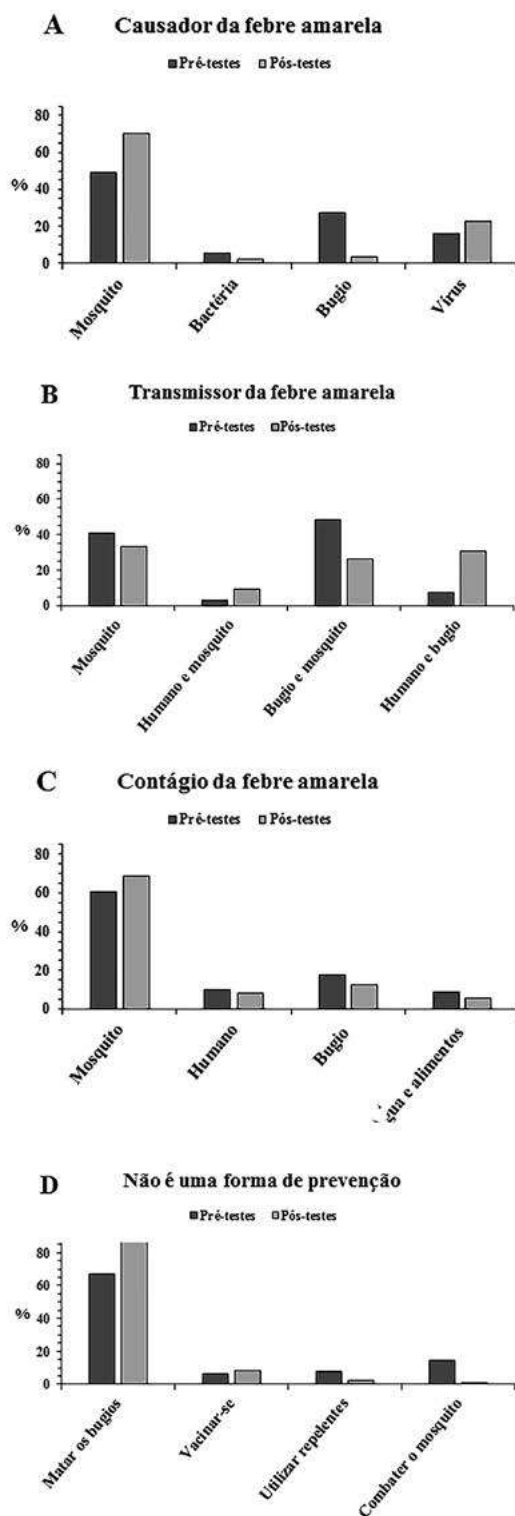
#### Conhecimento dos estudantes da Educação Básica

A maior parte dos estudantes indicou o mosquito como causador da febre amarela (49% nos pré-testes e 70% nos pós-testes; Fig. 3), no entanto, o percentual de respostas corretas a essa questão (i. e., vírus) aumentou dos pré-testes (16%) para os pós-testes (23%). Também para a maioria (pré-testes = 53%, pós-testes = 77%) os mosquitos do gênero *Aedes* podem ser responsáveis por transmitir a febre amarela no meio urbano, enquanto 30% (pré-testes) e 38% (pós-testes) indicaram os mosquitos dos gêneros *Sabethes* e *Haemagogus* como os transmissores da doença no meio silvestre. Na pergunta sobre quem transmite a febre amarela 48% responderam “bugios e mosquitos” nos pré-testes e 26% nos pós-testes (Fig. 3). Aumentou de 8% para 31% o percentual que acredita que os transmissores da doença sejam “ser humano e bugio”. A resposta correta (i.e., apenas os mosquitos), caiu de 41% para 33%. A resposta correta para a pergunta “como o ser humano pega febre amarela” (i.e., sendo picado por um mosquito infectado) foi assinalada por 60% dos respondentes nos pré-testes e 69% nos pós-testes (Fig. 3).

Nas perguntas acerca da ecologia dos bugios houve os maiores percentuais de respostas corretas. Os estudantes responderam que os bugios vivem em florestas (pré-testes = 77%, pós-testes = 85%) e que vivem em grupos contendo machos, fêmeas e filhotes (pré-testes = 74%, pós-testes = 77%). Matar os bugios não é uma opção para se proteger da febre amarela para 67% e 86% dos respondentes nos pré- e pós-testes, respectivamente (Fig. 3). A maior parte dos estudantes considera que os bugios são importantes para a natureza (pré-testes = 60%; pós-testes = 83%) e que é importante proteger os bugios (pré-testes = 70%; pós-testes = 85%). Os motivos apontados incluem o fato de serem sentinelas para a presença da febre amarela, estarem ameaçados de extinção e dispersarem sementes. Também foram mencionados “porque são animais como todos os outros”, “porque é uma espécie que também vive conosco no planeta” e “porque não machucam o ser humano, só se o humano maltratar o bugio”. De modo geral houve aumento nos percentuais de respostas corretas e/ou favoráveis à conservação dos bugios, exceto nas perguntas sobre os agentes causador e transmissor da febre amarela. A média dos percentuais de acertos aumentou significativamente  $t = -3.5$ ;  $g.l. = 9$ ;  $p = 0.007$  de 54.8% ( $Sn = 20.0$ ) para 65.6% ( $Sn = 24.4$ ).

O bom nível dos saberes prévios demonstrados pelos estudantes sobre os bugios e seu papel na natureza está entre as oportunidades que podem ser exploradas em futuros trabalhos de educação ambiental nas escolas. Já as fragilidades identificadas no âmbito escolar dizem

respeito às dificuldades em obter o envolvimento e a concentração de alguns adolescentes, na faixa dos 12 aos 16 anos, para participarem das atividades, ou ainda à limitação do tempo das atividades a uma hora-aula (50 minutos) ou pouco mais (Tabela 1).



**Figura 3.** Análises dos pré e pós-testes. (A) Pergunta sobre o causador da febre amarela. (B) Pergunta sobre o transmissor da febre amarela. (C) Pergunta sobre como se dá o contágio da febre amarela. (D) Pergunta sobre qual das opções não é uma forma de prevenção da febre amarela.

## Discussão

O elevado percentual de avistamento de bugios nos bairros mais periféricos está relacionado à proximidade de áreas com floresta nativa, especialmente as áreas de preservação permanente, enquanto que em áreas mais urbanizadas os avistamentos ocorreram em episódios eventuais, possivelmente ligados ao desmatamento de áreas próximas para construção de condomínios e outros empreendimentos urbanísticos. O predomínio de florestas nativas na zona de transição entre os meios urbano e rural do município favorece a permanência dos bugios na ou próximo da cidade (Lee e Priston, 2005; Lee, 2010).

Os resultados deste estudo apontam para uma afinidade dos humanos com a presença dos bugios, preocupação com o bem-estar destes e atitudes favoráveis à sua permanência naqueles locais, corroborando estudos anteriores com a espécie (Buss *et al.*, 2015; Chaves e Bicca-Marques, 2017; Silva e Voltolini, 2017). Para a maioria dos entrevistados as atitudes que favorecem a coexistência entre humanos e bugios em seu bairro envolvem o reconhecimento de que os animais silvestres devem permanecer em seu habitat, de que devemos preservar as áreas verdes propícias à sobrevivência deles e de que não é adequado capturá-los ou perturbá-los. Essa visão positiva favorece que humanos e outros primatas vivam de forma integrada, compartilhando espaços ecológicos e sociais (Fuentes, 2012).

A atitude pacífica dos bugios face à aproximação dos humanos pode explicar esta percepção positiva, diferente do que ocorre com saguis (*Callithrix penicillata*: Nakamura, 2009) e macacos-prego (*Sapajus* sp.: Suzin *et al.*, 2017). Tampouco existem relatos de danos econômicos causados por bugios e, mesmo em propriedades onde costumam alimentar-se de frutíferas, os agricultores demonstram apreciá-los por seu caráter “engraçado” e “amigável” (Chaves e Bicca-Marques, 2017). A percepção dos primatas como praga tem grande impacto negativo nas atitudes dos humanos em relação a eles e isto ocorre principalmente quando há competição pelo uso de recursos em comum (cultivos de subsistência) ou quando os primatas utilizam recursos relevantes para os humanos no contexto das economias de mercado (Burton e Carroll, 2005; Lee e Priston, 2005).

Apesar de certo receio da transmissão da febre amarela, manifestado por alguns dos entrevistados, maior predisposição para conviver com os bugios e cooperar com ações voltadas à sua conservação local foi identificada no bairro onde estes primatas frequentam regularmente os quintais das residências (Cerrito). Essa maior tolerância pode advir da observação diária dos grupos de bugios, de aspectos peculiares de seu comportamento e de sua dinâmica social, como o nascimento de filhotes, criando uma espécie de vínculo afetivo (Alexander, 2000). Por

outro lado, o ataque ocorrido em 2018 no bairro Caturrita, que culminou com a remoção do “animal problema”, pode explicar a menor predisposição ao convívio com estes animais. As entrevistas realizadas neste bairro revelaram que os moradores estavam alimentando o bugio que apareceu na floresta próxima e atraindo-o para perto das casas, tentando tocá-lo e tirando *selfies* com ele, motivo pelo qual houve o incidente. Situações como esta normalmente decorrem do comportamento inadequado de ambas as partes (Woodrofe *et al.*, 2005), sendo assim, as pessoas precisam ser urgentemente alertadas sobre a conduta correta em relação aos bugios ou outros animais silvestres.

Em alguns bairros os moradores que demonstraram preocupação com o bemestar do bugio acreditavam que o mesmo devesse ser capturado e levado para uma área mais distante ou para o cativeiro, onde estaria mais protegido. Além disso, uma parcela dos entrevistados relatou ter medo dos bugios, considerá-los desimportantes e ser contrária à sua presença. O desconhecimento acerca desses animais, as ideias incorretas sobre o ciclo da febre amarela e formas de transmissão da doença, e as atitudes impróprias da população, como as tentativas de aproximação e contato físico, ou mesmo a crença de que a captura e a manutenção em um criadouro representem uma forma de “salvar” estes animais podem ser empecilhos à conservação dos bugios no município. Situações como estas ressaltam a necessidade de esclarecer a população.

Uma abordagem possível seria eleger o bugio-ruivo como espécie-bandeira para a conservação local (ver Buss *et al.*, 2007) e engajar a população no seu monitoramento por meio de “ciência cidadã” (Cooper *et al.*, 2007). A motivação de muitos estudantes e moradores que participaram deste estudo em relatar suas vivências envolvendo bugios e a grande riqueza de conteúdos presente nestas histórias revela uma excelente oportunidade para este tipo de abordagem conservacionista. No processo de planejamento de ações educativas e conservacionistas é importante considerar as características de cada bairro quanto a trabalho/emprego, habitação, saúde e segurança que podem afetar a atenção dos moradores (Santos e Souza, 2015). Além disso, moradores que convivem mais frequentemente com bugios, podem ter melhor conhecimento sobre seus aspectos ecológicos (Torres Júnior *et al.*, 2016) e, mais facilmente, sensibilizarem-se sobre a necessidade de sua proteção.

As atividades realizadas na escola obtiveram um bom engajamento da comunidade escolar nas palestras, jogos e aplicação dos questionários, e resultaram em incremento do conhecimento dos estudantes. Mesmo antes da realização das atividades educativas os estudantes já demonstravam uma percepção fortemente positiva acerca dos bugios, que foi reforçada pelas ações do Projeto Sentinela. Tradicionalmente, o ensino de conteúdos na escola se dá pela transmissão/memorização,

no entanto, o aprender requer prazer e afetividade, que direcionam o indivíduo para a ação consciente (Reigada e Tozoni-Reis, 2004) e, nesse sentido, acredita-se que a realização das atividades lúdicas associadas às palestras teve um papel fundamental em modificar os saberes prévios de muitos estudantes. Destaca-se este resultado como outra importante oportunidade de ação para a preservação dos bugios no município, tendo em vista que as crianças e jovens são geralmente menos refratários à mudança de atitudes e à incorporação de novos conhecimentos, desde que estes tenham significado no contexto de suas vidas cotidianas (Pelizzari *et al.*, 2002). Além disso, se forem estimulados podem atuar como agentes multiplicadores do conhecimento em sua casa e na comunidade, contribuindo também para mudar percepções e atitudes incompatíveis com a conservação dos bugios que foram identificadas nos bairros.

Em suma, existe um excelente potencial para a conservação do bugio-ruivo no município e, em especial, na cidade de Santa Maria. Este depende, no entanto, do envolvimento e do esclarecimento da população frente ao tema, despertando na mesma o sentimento de pertencimento e compromisso em relação a seu ambiente e obtendo assim seu engajamento na proteção desta espécie.

### Agradecimentos

À Escola Estadual de Ensino Fundamental Marechal Humberto de Alencar Castelo Branco, na pessoa da Coordenadora Pedagógica, Profa. Leila Chaves, pela permissão e apoio para a realização de parte dessa pesquisa.

### Referências

- ADESM. 2020. ADESM - Agência de Desenvolvimento de Santa Maria. *Santa Maria em Dados*. Website: <http://santamariaemdados.com.br>. Acessado em 20 de setembro de 2020.
- Alexander, S. E. 2000. Resident attitudes towards conservation and black howler monkeys in Belize: the Community Baboon Sanctuary. *Envir. Cons.* 27(4): 341–350.
- Almeida, M. A. B., dos Santos, E., Cardoso, J. C.; Fonseca, D. F., Noll, C. A., Silveira, V. R., Maeda, A. Y., de Souza, R. P., Kanamura, C. e Brasil, R. A. 2012. Yellow fever outbreak affecting *Alouatta* populations in southern Brazil (Rio Grande do Sul state), 2008–2009. *Am. J. Primatol.* 74: 68–76.
- Back, J. P., Suzin, A. e Aguiar, L. M. 2019. Activity budget and social behavior of urban capuchin monkeys, *Sapajus* sp. (Primates: Cebidae). *Zool.* 36: e30845.
- Bicca-Marques, J. C. 2003. How do howler monkeys cope with habitat fragmentation? In: *Primates in fragments: ecology and conservation*, L. Marsh (ed.), pp. 283–303. Kluwer Academic/Plenum, New York, NY.
- Bicca-Marques, J. C. e Freitas, D. S. 2010. The role of monkeys, mosquitoes, and humans in the occurrence of a yellow fever outbreak in a fragmented landscape in south Brazil: protecting howler monkeys is a matter of public health. *Trop. Cons. Sci.* 3(1): 78–89.
- Bicca-Marques, J. C., Alves, S. L., Ingberman, B., Buss, G., Fries, B. G., Alonso, A., Cunha, R. G. T. e Miranda, J. M. D. 2018. *Alouatta guariba clamitans* Cabrera, 1940. In: *Livro Vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção, volume II – Mamíferos*, 1. ed., pp. 155–161. IBAMA/IMBio, Brasília, DF.
- Bicca-Marques, J. C., Calegari-Marques, C., Rylands, A. B. *et al.* 2017. Yellow fever threatens Atlantic Forest primates. *Sci. Adv.* 3(1): e1600946/tab-e-letters.
- Burton, F. e Carroll, A. 2005. By-product mutualism: conservation implications among monkeys, figs, humans, and their domesticants in Honduras. In: *Commensalism and conflict: the human-primate interface*, J. D. Patterson e J. Wallis (eds.), Special Topics in Primatology 4, pp. 24–39. The American Society of Primatologists, Norman, OK.
- Buss, G., Lokschin, L. X., Setubal, R. B. e Teixeira, F. Z. 2007. A abordagem de espécie-bandeira na educação ambiental: estudo de caso do bugio-ruivo (*Alouatta guariba*) e o Programa Macacos Urbanos. In: *Direitos Humanos, Educação e Meio Ambiente*, C. Górczewski, (org.), pp. 165–186. Evangraf, Porto Alegre, RS.
- Buss, G.; Romanowski, H. P. e Becker, F. G. 2015. O bugio que habita a mata e a mente dos moradores de Itapuã - Uma análise de percepção ambiental no entorno do Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS. *Rev. Biociências* 21: 14–28.
- Chaves, O. M. e Bicca-Marques, J. C. 2017. Crop feeding by brown howlers (*Alouatta guariba clamitans*) in forest fragments: The conservation value of cultivated species. *Int. J. Primatol.* 38(2): 263–281.
- Cooper, C. B., Dickinson, J., Philips, T. e Bonney, R. 2007. Citizen science as a tool for conservation in residential ecosystems. *Ecol. & Soc.* 12(2): 11. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss2/art11/>.
- Corrêa, F. M., Chaves, O. M., Printes, R. C. e Romanowski, H. P. 2018. Surviving in the urban-rural interface: feeding and ranging behavior of brown howler monkeys (*Alouatta guariba clamitans*) in an urban fragment in southern Brazil. *Am. J. Primatol.* 80(6): e22865.
- Ditt, E. H., Mantovani, W., Valadares-Pádua, C. e Bassi, C. 2006. Entrevistas e aplicação de questionários em trabalhos de conservação. In: *Métodos de estudos em Biologia da Conservação e manejo da vida Silvestre*, Cullen Jr., L.; Rudran, R. e Valadares-Pádua, C. (orgs.), 2. ed., pp. 617–632. Ed. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.
- Estrada, A., Garber, P. A. e Chaudhary, A. 2020. Current and future trends in socio-economic, demographic and governance factors affecting global primate conservation. *PeerJ* 8: e9816.
- Estrada, A., Garber, P. A., Rylands, A. B. *et al.* 2017. Impending extinction crisis of the world's primates: why primates matter. *Sci. Adv.* 3: e160094.

- Fuentes, A. 2012. Ethnoprimatology and the anthropology of the human-primate interface. *Annu. Rev. Anthropol.* 46: 101–117.
- Gonçalves, C. 2018. Bugio será capturado no bairro Caturrita. *Diário*, Santa Maria, RS. Website: <https://diariosm.com.br/not%C3%ADcias/geral/bugio-ser%C3%A1-capturado-no-bairro-caturrita-1.2046671>. Acessado em 12 de setembro de 2020.
- Gordo, M., Calleia, F. O., Vasconcelos, S. A., Leite, J. J. F. e Ferrari, S. F. 2013. The challenges of survival in a concrete jungle: conservation of the pied tamarin (*Saguinus bicolor*) in the urban landscape of Manaus, Brazil. In: *Primates in fragments: complexity and resilience*, L. K. Marsh e C. A. Chapman (eds.), cap. 23, pp. 357–370. Springer, New York, NY.
- Goulart, V. D. L. R., Teixeira, C. P. e Young, R. J. 2010. Analysis of callouts made in relation to wild urban marmosets (*Callithrix penicillata*) and their implications for urban species management. *Eur. J. Wildl. Res.* 56: 641–649.
- Gumert, M. D. 2011. The common monkey of Southeast Asia: long-tailed macaque populations, ethnophoresy, and their occurrence in human environments. In: *Monkeys on the edge: ecology and management of long-tailed macaques and their interface with humans*, M. D. Gumert, L. Jones-Engel e A. Fuentes (orgs.), Cambridge Studies in Biological and Evolutionary Anthropology, cap. 1, pp. 3–44. Cambridge University, Cambridge.
- Hill, C. e Weber, A. 2010. Perceptions of Nonhuman Primates in Human–Wildlife Conflict Scenarios. *Am. J. Primatol.* 72(10): 919–924.
- Lee, P. C. 2010. Sharing space: can Ethnoprimatology contribute to the survival of nonhuman primates in human-dominated globalized landscapes? *Am. J. Primatol.* 72(10): 925–931.
- Lee, P. C. e Priston, N. E. C. 2005. Human attitudes to primates: perceptions of pests, conflict and consequences for primate conservation. In: *Commensalism and conflict: the human-primate interface*, J. D. Patterson e J. Wallis (eds.), Special Topics in Primatology, vol. 4, pp. 1–23. The American Society of Primatologists, Norman, UK.
- Lokschin, L. X., Printes, R. C., Cabral, J. N. H. e Buss, G. 2007. Power lines and howler monkey conservation in Porto Alegre, RS, Brazil. *Neotrop. Prim.* 14(2): 76–80.
- Longhi, J. S., Araújo, M. M., Kelling, M. B., Hoppe, J. M., Müller, I. e Borsoi, G. A. 2000. Aspectos fitossociológicos de um fragmento de Floresta Estacional Decidual, Santa Maria, RS. *Ci. Flor.* 10(2): 59–74.
- Nakamura, E. M. 2009. Convívio entre os saguis e pessoas: experiências no Parque Ecológico do Córrego Grande e entorno, Florianópolis – SC. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
- Pelizzari, A., Kriegl, M. L., Baron, M. P., Finck, N. T. L. e Dorocinski, S. I. 2002. Teoria da aprendizagem significativa segundo Auzubel. *Rev. PEC* 2(1): 37–42.
- Printes, R. C., Buss, G., Jardim, M. M. de A., Fialho, M. de S., Dornelles, S. da S., Perotto, M., Brutto, L. F. G., Girardi, E., Jerusalinski, L., Liesenfeld, M. V., Lokschin, L. X. e Romanowsky, H. P. 2010. The Urban Monkeys Program: a survey of *Alouatta clamitans* in the south of Porto Alegre and its influence on land use policy between 1997 and 2007. *Prim. Cons.* 25: 11–19.
- Reigada, C. e Tozoni-Reis, M. F. C. 2004. Educação ambiental para crianças no ambiente urbano: uma proposta de pesquisa-ação. *Ciência & Educação* 10(2): 149–159.
- Rocha, L. C. e Fortes, V. B. 2015. Perceptions and attitudes of rural residents towards capuchin monkeys, in the area of influence of the Dona Francisca Hydroelectric Power Plant, south Brazil. *Ambiente e Sociedade* 4: 19–34.
- Rodrigues, N. N. e Martinez, R. A. 2014. Wildlife in our backyard: interactions between Wied's marmoset *Callithrix kuhlii* (Primates: Callithrichidae) and residents of Ilhéus, Bahia, Brazil. *Wildl. Biol.* 20(2): 91–96.
- Santos, F. P. e Souza, L. B. 2015. Estudo da percepção da qualidade ambiental por meio do método fenomenológico. *Mercator* 14(2): 57–74.
- Santos, L. S., Pereira, H. S. e Gordo, M. 2017. Interações entre população humana e sauím-de-coleira (*Saguinus bicolor*) em fragmentos florestais urbanos de Manaus, Amazonas - Brasil. In: *Olhares cruzados sobre as relações entre seres humanos e animais silvestres na Amazônia (Brasil, Guiana Francesa)*, G. Marchand e F. V. Velden (orgs.), vol. 1, pp. 85–101. EDUA, Manaus.
- Savard, J. P. L., Clergeau, P. e Mennechez, G. 2000. Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning* 48: 131–142.
- Silva, A. S. A. e Voltolini, J. C. 2017. Percepção ambiental dos moradores do entorno da Mata do Bugio sobre bugios-ruivos *Alouatta guariba clamitans* Cabrera, 1940, em Taubaté, SP. *Rev. Biociências* 23(2): 54–64.
- Sol, D., Lapiedra, O. e González-Lagos, C. 2013. Behavioral adjustments for a life in the city. *Anim. Behav.* 85: 1101–1112.
- Suzin, A., Back, J. P., Garey, M. V. e Aguiar, L. M. 2017. The relationship between humans and capuchins (*Sapajus* sp.) in an urban green area in Brazil. *Int. J. Primatol.* 38: 1058–1071.
- Teixeira, B., Hirsch, A., Goulart, V. D. L. R., Figueiredo Passos, L., Teixeira, C. P., James, P. e Young, R. 2015. Good neighbours: distribution of black-tufted marmoset (*Callithrix penicillata*) in an urban environment. *Wildl. Res.*, 42(7): 579–589.
- Torres Júnior, E. U., Valença-Montenegro, M. M. e de Castro, C. S. S. 2016. Local ecological knowledge about endangered primates in a rural community in Paraíba, Brazil. *Fol. Primatol.* 87: 262–277.
- Veiga, J. B. 2014. Tamanho e densidade das populações de *Alouatta guariba clamitans* Cabrera, 1940 (Primates, Atelidae) no Campo de Instrução de Santa Maria e áreas vizinhas. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.

Woodrofe, R., Thirgood, S. e Rabinowitz, A. 2005. The future of coexistence: resolving human-wildlife conflicts in a changing world. In: *People and wildlife: conflict*

*or coexistence?* R. Woodroffe, S. Thirgood. e A. Rabinowitz, A. (eds.), pp. 388-405. Cambridge University, Cambridge.

## PRE-CAPTURE MONITORING FOR A PLANNED TRANSLOCATION OF A NORTHERN MURIQUI (*BRACHYTELES HYPOXANTHUS*) FEMALE FROM A FOREST FRAGMENT SURROUNDING CAPARAÓ NATIONAL PARK, BRAZIL

Aryanne Clyvia<sup>1\*</sup>, Daniel da Silva Ferraz<sup>1</sup>, Claudio L. Novaes<sup>1</sup>, Viviane Sodre Moura<sup>2</sup>, Izamara Aparecida Lacerda<sup>3</sup>, Madson Teixeira Alves<sup>3</sup>, Fabiano Rodrigues de Melo<sup>4</sup> and Mariane da Cruz Kaizer<sup>1,5\*</sup>

<sup>1</sup>Rede Eco-Diversa para Conservação da Biodiversidade, Brasil.

E-mail: <aryanneclyvia@yahoo.com.br> <ferrazds@yahoo.com.br> <cnleite@hotmail.com> <biovivi@hotmail.com>

<sup>3</sup>Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil. E-mail: <izamarabio@outlook.com> <materialglm@gmail.com>

<sup>4</sup>Universidade Federal de Viçosa, Brasil. E-mail: <frmelo@ufv.br>

<sup>5</sup>University of Salford-Manchester, UK. E-mail: <marikaizer@gmail.com>

### Abstract

Conservation translocation may play an important and necessary role in primate conservation as several species are facing an impending extinction risk and population decline. However, translocations are a high-cost endeavor. Therefore, pre-capturing monitoring can be an essential component in the success of primate translocation. In this study, we report the first confirmed sighting of a female Northern Muriqui (*Brachyteles hypoxanthus*) stranded alone in a small fragment of Brazilian Atlantic Forest, and her pre-capture monitoring for a future planned translocation. Monitoring was realized from June 2018 to July 2019, and included data collection through direct observational and arboreal camera trap methods, and non-invasive collection of faecal samples for additional genetic studies. Our results showed that the female used the total area of the 1-ha forest fragment with an average daily displacement of  $59.6 \text{ m} \pm 76.2$ . The female spent most of the time 'Resting', followed by 'Travelling' and 'Feeding', which did not vary significantly between seasons. Intraspecific activity pattern variations may be related to the amount and quality of the feeding resources available in the forest fragments. No stereotyped behavior or advertising signals were reported during the monitoring. Our study provides insights on solitary primates living in marginal habitats and highlight the importance of pre-capture monitoring to provide important information on the general behavior of the target individuals, on the regular movements and overall home ranges, and to help to guide future translocations.

**Keywords:** Dispersal, management, conservation.

### Resumo

Translocação para conservação pode desempenhar um papel importante e necessário na conservação de primatas, uma vez que muitas espécies estão enfrentando um risco iminente de extinção e declínio populacional. No entanto, as translocações são um empreendimento de alto custo. Portanto, o monitoramento de pré-captura pode ser um componente essencial para o sucesso da translocação de primatas. Neste estudo, relatamos o primeiro registro confirmado de uma fêmea de muriqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*) vivendo sozinha em um pequeno fragmento florestal na Mata Atlântica brasileira, e seu monitoramento pré-captura para uma futura translocação planejada. O monitoramento foi realizado de junho de 2018 a julho de 2019 e incluiu coleta de dados por meio de métodos observacionais diretos e armadilhas fotográficas arbóreas, e coleta não invasiva de amostras fecais para estudos genéticos adicionais. Nossos resultados mostraram que a fêmea utilizou a área total do fragmento florestal de 1-ha com um deslocamento médio diário de  $59.6 \text{ m} \pm 76.2$ . A fêmea passou a maior parte do tempo 'Descansando', seguida por 'Descolando' e 'Alimentando', os quais não variaram significativamente entre as estações. Variações no padrão de atividade intraespecífica podem estar relacionadas à quantidade e qualidade dos recursos alimentares disponíveis nos fragmentos florestais. Nenhum comportamento estereotipado ou sinais de alerta foram relatados durante o monitoramento. Nosso estudo fornece insights sobre primatas solitários vivendo em habitats marginais e destaca a importância do monitoramento pré-captura para fornecer informações importantes sobre o comportamento geral dos indivíduos-alvo, sobre os movimentos regulares e áreas de vida gerais, e para ajudar a orientar futuras translocações.

**Palavras-chave:** Dispersão, manejo, conservação.



## Introduction

The northern mureiqui (*Brachyteles hypoxanthus* Wied, 1820) is endemic to the Atlantic Forest Biome of Brazil. Long-term deforestation has resulted in the fragmentation of ~88% of this biome (Ribeiro *et al.*, 2009), leading northern mureiquis (henceforth 'mureiquis') to live in small and isolated forest remnants. With less than 1,000 individuals distributed in 15 isolated remnant populations (Strier *et al.*, 2017), management actions are crucial. Most remaining populations are very small and below the minimum viable population size (Strier *et al.*, 2017), thus probably not viable in the long term, or only viable with population management such as the reintroduction or translocation of individuals (Mendes *et al.*, 2005; Jerusalinsky *et al.*, 2011). Mureiquis have large body size, slow life history, and delayed weaning age (Strier, 1999). Further, mureiquis live in social groups characterized by male philopatry and female dispersal from their natal group at puberty (Printes and Strier, 1999; Strier and Ziegler, 2000). Due to fragmentation, mureiqui females sometimes remain solitary for extended periods of time in isolated and small forest patches (Tabacow *et al.*, 2009; Oliveira *et al.* 2007; Pereira *et al.* 2013), and may remain solitary even in fragments that include groups of mureiquis (Mendes *et al.*, 2005). Translocation of isolated females is a crucial management action for the conservation of this critically endangered species (Mendes and Chiarello, 1993; Mendes *et al.*, 2007; Oliveira *et al.*, 2007; Barros *et al.*, 2011; Jerusalinsky *et al.*, 2011).

Translocation is characterized by capturing wild animals from one site within the species range and moving them into a new site, and a successful translocation will depend on several factors, including trained personnel and knowledge of the animals (Strum and Southwick, 1986). Thus, prior assessment and monitoring of the individuals to be translocated are essential to increase success and reduce the uncertainties and multiple risks inherent in the translocation process (Mendes and Chiarello, 1993; Strier, 1993; Beck, 2016). Monitoring the activity budget is important to verify if the individual exhibits typical species behaviors (Fortes and Bicca-Marques, 2005).

Here we report the first confirmed sighting of a female northern mureiqui in a forest fragment surrounding Caparaó National Park (PNC), southeastern Brazil, and subsequent behavioral ecology observations of that individual, as pre-translocation monitoring. The study is in line with Brazil's National Action Plan for mureiqui conservation (Jerusalinsky *et al.*, 2011), that requires careful monitoring of individuals or populations to be managed.

## Methods

Nearly 300 mureiquis, representing approximately one third of all living individuals, are distributed in seven known social groups in the Caparaó National Park

(Kaizer *et al.*, 2016, 2017), a federal conservation unit of 31,853-ha located on the border of the states of Minas Gerais and Espírito Santo. On the 3rd of May, 2018, a solitary adult female northern mureiqui was encountered during a routine survey conducted by the park managers in a small and isolated forest fragment surrounding the Caparaó National Park (W.P. Lopes, pers. comm.). With only about 1-ha of secondary forest (20°33'21.0"S, 41°48'04.0"W), at 1,169 m altitude, the fragment is 1 km from the border of the PNC and ~1 km away from the urban center of Pedra Menina village, municipality of Dores do Rio Pedro, State of Espírito Santo (Fig. 1A). Average annual rainfall ranges from 1,000-1,500 mm and the annual average temperature is between 16-22°C (ICMBio, 2015). Rainy season is from October to March and dry season from April to September (Massini, 2017). The forest fragment is isolated and separated from the PNC by coffee and eucalyptus plantations, grasslands, and local roads. The nearest mureiqui groups inhabiting the PNC are in the valleys of Fação de Pedra and Rio Preto, respectively 3-4 km and 7-8 km away (Kaizer *et al.*, 2017).

According to the landowner, the solitary female, known as Bonita, has been stranded in this forest fragment for at least 12 years. Based on this information and our own assessment of the female's appearance, we estimate that Bonita was an adult of 18 years of age at the beginning of the study (Fig. 2A-B). Monitoring was conducted from June 2018 to July 2019, including the collection of both observational and arboreal camera trap data. We also collected fecal samples as part of a larger study on conservation genetics of mureiquis to better inform management and decision-makers (see Kaizer, 2019).

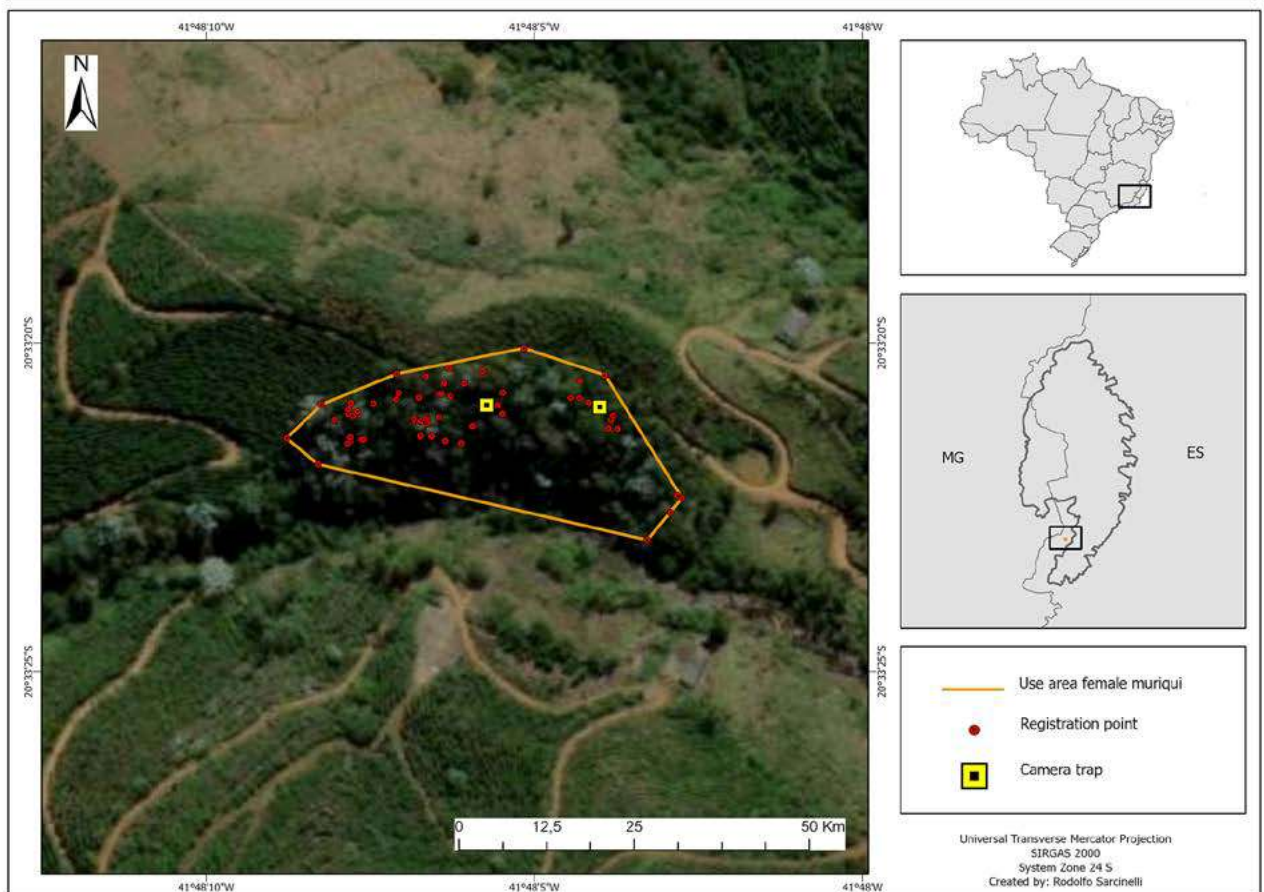
Direct systematic observation was conducted twice a week with GPS device during nine months, from July 2018 to March 2019. Habitat use was estimated based on animal location collected with a GPS device (Garmin GPSmap76 – maximum precision of 8 m) every 30 min interval. Behavioral and activity pattern data were obtained during focal animal follows (Altmann, 1974), which included systematic recording of animal activity during on-the-minute instantaneous samples of 10 min duration. A minimum interval of 10 min separated sampling bouts. Data collection was between 7 a.m. and 5 p.m. with the same sampling effort throughout days and months, and it was only paused or ended when the animal was not visible or not found. The activities scored were based on previous studies on northern mureiquis (Strier *et al.* 1987): traveling, feeding, resting, which was divided in long rest (e. g. animal sitting or lying down) and short rest (e. g. animal standing or suspended), and other (e. g. drinking water, self-grooming). Only focal sessions of > 8 min of observations were included in the analyses (Strier *et al.*, 2002), with a total of 48 hr 19 m of systematic observation ( $N=24$  focal days). To control for differences in observation time across hours of the day

and season, we calculated the means of the proportion of time engaged in each activity across hours of observation for each month of sampling (Strier, 1987). Additionally, two infrared camera traps (Bushnell trophy Cam; #119774C) were deployed from June 2018 through July 2019 to monitor the presence of the female in the forest fragment, totaling 178 trap-days. Camera traps were placed at two systematic locations in the forest canopy (Fig. 1B), targeting a feasible pathway where the monkey could move in the canopy (Kaizer, 2019; Kaizer *et al.* 2021), at a mean height of 15 m from the ground. Cameras were programmed to take two pictures followed by a 30-sec video every trigger event, set to high sensitivity, and active 24 hr/day. Camera trap photographs were analyzed in the WILD.ID software v0.9.28 (TEAM Network, [www.wildlifeinsights.org/team-network](http://www.wildlifeinsights.org/team-network)), and EXIF and metadata (e. g. date, hour) were automatically extracted

and exported to a *csv* format. Camera trap videos were analyzed manually in the Windows Media Player to extract behavioral data from video footage. Statistical analyses were performed in Minitab 17.1.

## Results and Discussion

According to the observational data, the total area used by the solitary female was 1-ha as estimated by the MPC method (Fig. 1B), with an average day-range length of the female of  $59.6 \text{ m} \pm 76.2$  (ranging from 15-244 m). This result was expected considering the small size of the fragment and the suitable habitat available. The use of the entire forest fragment by the individual was also found for another solitary female miquiqui living in a 3-ha forest remnant in Simonésia, Minas Gerais (Pereira *et al.*, 2013).



**Figure 1.** A: Location map of study area; B: Area used by the solitary female by Minimum Convex Polygon.

The solitary female spent most of the time: ‘Resting’ (Long Rest: 46.6%; Short Rest: 22.9%) followed by ‘Travelling’ (19.32%), and ‘Feeding’ (11.11%) (Table 1). The daylight activity budget did not differ significantly across dry and rainy seasons (Kruskall Wallis one-way analysis of variance,  $H = 0.57$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.45$ ).

The large amount of time spent resting conforms to the activity pattern described for *Brachyteles* species (Strier, 1987; Milton, 1984). However, if we combine

the categories of ‘long rest’ and ‘short rest’ into a single category of ‘resting’, the proportion of time devoted to this activity is much higher than that found by Strier (1987) for a group of 26 miquiquis at a semideciduous forest of 800-ha. The proportion of time spent on traveling and feeding activities also differed from other studies (Table 2). Less time spent feeding than traveling was similar to the pattern spent by three miquiquis that inhabited a 42-ha at Rio Casca-MG (now extirpated population; Melo *et al.*, 2005), but differs from the

pattern found for a solitary female that resided in a 3-ha forest in Simonésia-MG, that spent more time feeding than traveling (Pereira *et al.*, 2013). The less time spent feeding may be related to the amount and quality of the feeding resources available in the small fragment, and should be investigated further in future studies. No stereotyped behavior or advertising signals (e.g. alarm calls, displays) was observed during the monitoring.

**Table 1.** Monthly and overall activity budget for a solitary northern murreti female.

Month	Season	Long Rest	Short Rest	Travel	Feed	Other
Jul	Dry	43.9	13.6	19.7	22.7	0.0
Aug	Dry	61.5	12.8	16.7	9.0	0.0
Sep	Dry	32.2	29.9	19.5	18.4	0.0
Oct	Rain	17.5	32.5	37.5	12.5	0.0
Nov	Rain	0.0	47.9	35.4	16.7	0.0
Dec	Rain	59.6	19.3	19.3	1.8	0.0
Jan	Rain	40.1	29.9	15.8	14.1	0.0
Feb	Rain	87.5	7.7	4.8	0.0	0.0
Mar	Rain	76.9	13.0	5.2	4.9	0.0
Overall (Mean ± SE)		46.6 ± 9.3	22.9 ± 4.3	19.3 ± 3.7	11.11 ± 2.6	0.0

We obtained a total of 50 photographs and 25 videos of the solitary female through arboreal camera trapping. All pictures and videos were recorded between 05:40hr and 17:10hr, with peaks of activity inferred from the hourly numbers of camera trap data recorded around 07:00 and 16:00, when 10 and 14 events were obtained respectively (Fig. 3). Most of the records (92%) were obtained from only one of the cameras (Cam 1, Fig. 1B), thus indicating the preferred route by the solitary female. Key behaviors observed in the camera trap videos were the female travelling (80%), feeding/foraging (16%) and short resting (4%).

**Table 2.** Variation in activity pattern of *Brachyteles hypoxanthus*.

Study	Site	Area Size (ha)	Group size	Rest (%)	Travel (%)	Feed (%)
Strier (1987)	RPPN-FMA	800-ha	26 ind.	49.3	29.4	18.8
Melo <i>et al.</i> (2005)	Fazenda Esmeralda	42-ha	3 ind.	60	23	17
Pereira <i>et al.</i> (2013)	Private Fragment	3-ha	1 female	56.6	13.8	27.4
<i>This study</i>	Private Fragment	1-ha	1 female	69.5	19.3	11.1

The behavioral ecology of primates living in marginal habitats and in social isolation is poorly understood (Wich and Marshal, 2016). The findings presented here reveal the importance of monitoring to increase our understanding of solitary females murreti living in such conditions and serve for comparison to evaluate future translocation follow-up monitoring. Further, our findings emphasize the importance of pre-capture monitoring to help to guide evidence-based decision-making and to increase success in translocation procedures.

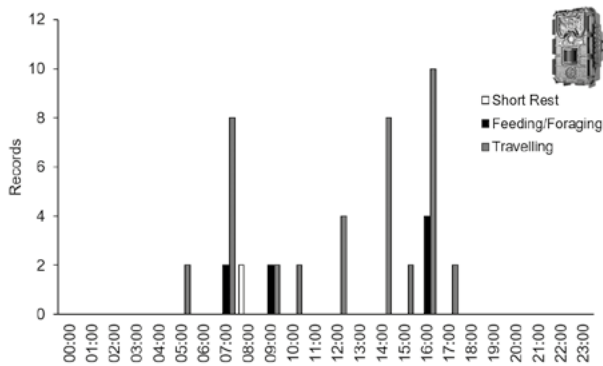
As part of the ongoing effort to manage this female, genetic studies confirmed that the solitary female shares haplotype with two different groups from the murreti population at PNC, one group located in the west side of Park approximately 8.2-km apart from the forest fragment, and another group in the east side of the Park apart 12-km (Kaizer, 2019). From the 26 haplotypes found for the entire murreti population studied by Kaizer (2019), this haplotype is unique to the northern murreti population inhabiting the Caparaó region (for more details, see Table 1 and S1 Table in Chapter IV File in Kaizer, 2019). Thus, the protection and management of this solitary female is of high importance to conservation genetics of the northern murreti (Kaizer, 2019).

Following the protocols from the Brazil's National Action Plan for murreti conservation, murreti experts decided to move the solitary female as an attempt to save and restore the murreti population in the region of Ibitipoca, in the state of Minas Gerais, approximately 250 km from the Caparaó National Park. Early November 2020, the first attempt to capture the murreti Bonita was conducted, but it was unsuccessful because the female moved to an adjacent forest that is linked to the Caparaó National Park. The area where the female was observed remains under monitoring, and at the date of this publication there is no second capture campaign planned yet due to restrictions of COVID-19.

The occurrence of a solitary female murreti in a fragment near the PNC reveals that even in a large protected area with several murreti groups, females murreti might find barriers to dispersal.



**Figure 2.** A: Solitary female of northern miqui registered by arboreal camera trap; B: Female's genitalia showing adult age (Photo: Madson Alves).



**Figure 3.** Activity pattern inferred from arboreal camera trap for a solitary miqui female from June 2018 to July 2019.

### Acknowledgements

We gratefully thank the managers and staff from the Caparaó National Park, and Villa Januária (Cecília Nakao) for logistical support. We thank Miquis of Minas Conservation Program (Fund. Grupo Boticário, Project number: PROG\_0017\_2016) for the financial support this study, Brazilian Ministry of Education/CAPES (BEX 1 298/2015-01) for PhD studentship of MCK, Idea Wild and Conquista Montanhismo for equipment grants, and Conservation Leadership Programme for funding to Caparaó Miquis Project. We also thank F H Gabriel, T Gomide, R R Nunes and P R Silva for fieldwork assistance. Non-invasive data collection meets the legal requirements of the Brazilian Institute for the Environment and Renewable Natural Resources (IBAMA) and was carried out with the permission of the Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation (ICMBio/SISBIO: 49062). We are grateful for the correction of anonymous reviewers and J Lynch for her comments on this manuscript.

### References

- Altmann, J. 1974. Observation study of behavior sampling methods. *Behavior*. 49: 227–265.
- Barros, J. B. G., Vilela, D. A. R. and Melo, F. R. 2011. Parâmetros fisiológicos, hematológicos e morfométricos de exemplar de Miqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*) submetido à captura e contenção química para fins de translocação em Minas Gerais. In: *A Primatologia no Brasil 11*, F. R. Melo and I. de Mourthé (eds.), pp.175–186. Sociedade Brasileira de Primatologia, Belo Horizonte, MG.
- Beck, B. B. 2016. The role of translocation in primate conservation. In: *An Introduction to Primate Conservation*, S.A. Wich e A.J. Marshall. (eds), pp. 241-252. Oxford University Press, New York.
- Fortes, V. B. and Bicca-Marques, J. C. 2005. Ecologia e comportamento de primatas: métodos de estudo em campo. *Caderno La Salle XI*. 2(1): 207-218.
- Fagundes, V. 2005. Conservation Genetics of the Miqui: Past, Present and Future. *Neotropical Primates*. 13 (Supl): 85–92.
- ICMBio, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – MMA, Ministério do Meio Ambiente. 2015. *Plano de Manejo para o Parque Nacional do Caparaó*. Brasília, DF.
- Jerusalinsky, L., Talebi, M. G. and Melo, F. R. (org.). 2011. *Plano de ação nacional para a conservação dos miquis*. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília.
- Kaizer, M. C. 2019. Non-invasive monitoring for population assessments of a critically endangered Neotropical primate. Doctoral thesis, University of Salford-Manchester, Salford, UK. Available in: <http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/56242>
- Kaizer, M. C., Coli, A. Z. and Clyvia, A. 2017. 02224115 Population Viability of Northern Miqui at Caparaó National Park, Brazil. Final Report. Conservation Leadership Programme. Available in: <https://www.conservationleadershipprogramme.org/project/population-viability-of-northern-miqui-at-caparao-national-park-brazil/>
- Kaizer, M. D. C., Coli, A. Z., Clyvia, A. and Ferraz, D. S. 2016. New northern miqui group discovered in Brazil's Caparaó National Park. *Oryx*. 50: 201–201.
- Kaizer, M. C., Alvim, T. G. H., Novaes, C. L., McDevitt, A. D., Young, R. J. 2021. Snapshot of the Atlantic Forest canopy: surveying arboreal mammals in a biodiversity hotspot. *bioRxiv* 2021.03.08.434374.
- Massini, V. S. 2017. A cobertura natural, o potencial paisagístico e o turismo no Parque Nacional do Caparaó (ES-MG) segundo a hierarquia de paisagens de Georges Bertrand (1972). MSc thesis, Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil.
- Melo, F. R., Cosenza, B. A. P., Ferraz, D. S., Souza, S. L. F., Nery, M. S., Rocha, M. J. R. 2005. The Near Extinction of a Population of Northern Miquis (*Brachyteles*

- hypoxanthus*) in Minas Gerais. Brazil. *Neotrop. Primates*. 13(1): 10–14.
- Mendes, C. L. S., Oliveira, Á. F., Ferraz, D. S., Barros, J. B. G., Vilela, D. A. R. and Melo, F. R. 2007. Monitoramento de uma fêmea jovem de muriqui (*Brachyteles hypoxanthus*) translocada para a Reserva Particular do Patrimônio Natural Mata do Sossego, Simonésia, MG. In: *XII Congresso Brasileiro de Primatologia, Belo Horizonte*. Programa de Resumos.
- Mendes, S. L. and Chiarello, A. G. 1993. A proposal for the conservation of the muriqui in the state of Espírito Santo, Southeastern Brazil. *Neotrop. Primates*. 1(2): 2–4.
- Mendes, S. L., Melo, F. R., Boubli, J. P., Dias, L. G., Strier, K. B., Pinto, L. P. S., Fagundes, V., Cosenza, B. and De Marco, P. 2005. Directives for the conservation of the northern muriqui, *Brachyteles hypoxanthus* (Primates, Atelidae). *Neotrop. Primates*. 13 (suppl): 7–18.
- Milton, K. 1984. Habitat, diet, and activity patterns of free-ranging woolly spider monkeys (*Brachyteles arachnoides* E. Geoffroy 1806). *Int. J. Primatol.* 5(5): 491–514.
- Oliveira, Á. F., Ferraz, D. S., Barros, J. B. G., Vilela, D. A. R. and Melo, F. R. 2007. A translocação de uma fêmea isolada de muriqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*) como ferramenta de manejo para a conservação da espécie. In: *XII Congresso Brasileiro de Primatologia, Belo Horizonte*. Programa de Resumos.
- Pereira, A. P., Souza, S. R., Santos, R. A., Mendes, C. L. S., Tabacow, F. P., Melo, F. R. and Silva, D.D. 2013. Padrão de atividade de uma fêmea jovem de muriqui (*Brachyteles hypoxanthus*) que vive isolada na mata Três Barras, Simonésia-MG. In: *Anais do II Congresso Latino Americano & XV Congresso Brasileiro De Primatologia*. SBPr.
- Printes, R. C. and Strier, K. B. 1999. Behavioral correlates of dispersal in female muriqui (*Brachyteles arachnoides*). *Int. J. Primatol.* 20: 941–960.
- Ribeiro, M. C., Metzger, J. P., Martensen, A. C., Ponzoni, E. J. and Hirota, M. M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biol. Conserv.* 142: 1141–1153.
- Strier, K. B. 1987. Activity budgets of woolly spider monkeys, or muriquis (*Brachyteles arachnoides*). *Am. J. Primatol.* 13 (4): 385–395.
- Strier, K.B. 1993. Conservation of the muriqui in the state of Espírito Santo, Southeastern Brazil. *Neotrop. Primates*. 1(3): 1–2.
- Strier, K. B. 1999. *Faces in the forest: the endangered muriqui monkeys of Brazil*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Strier, K. B., Dib, L. R. T. and Figueira, J. E. C. 2002. Social dynamics of males muriquis (*Brachyteles arachnoides hypoxanthus*). *Behavior*. 139: 315–333.
- Strier, K. B., Possamai, C. B., Tabacow, F. P., Pissinatti, A., Lanna, A. M., Melo, F. R., Moreira, L., Talebi, M., Breves, P., Mendes, S. L. and Jerusalinsky, L. 2017. Demographic monitoring of wild muriqui populations: Criteria for defining priority areas and monitoring intensity. *PLoS One*. 12(12): e0188922.
- Strier, K. B. and Ziegler, T. E. 2000. Lack of pubertal influences on female dispersal in muriqui monkeys, *Brachyteles arachnoides*. *Animal Behavior*. 59: 849–860.
- Strum, S. C. and Southwick, C. H. 1986. Translocation of Primates. In: *Primates, Proceedings in Life Sciences*, Benirschke K. (eds), pp. 949–957. Springer, New York, NY.
- Tabacow, F. P., Possamai, C. B., Melo, F. R., Mendes, S. L. and Strier, K. B. 2009. New Sightings of Northern Muriqui (*Brachyteles hypoxanthus*) Females in Forest Fragments Surrounding the Estação Biológica de Caratinga-RPPN Feliciano Miguel Abdala, Minas Gerais, Brazil. *Neotrop. Primates*. 16(2): 67–69.
- Wich, S. A. and Marshall, A. J. 2016. *An introduction to primate conservation*. Oxford University Press, Oxford.



## RELATO DE CASO ENVOLVENDO A TRANSLOCAÇÃO DE UMA FÊMEA DE *BRACHYTELES HYPOXANTHUS* (PRIMATES, ATELIDAE) PARA UM RECINTO SEMI-NATURAL, COMO ESTRATÉGIA DE CONSERVAÇÃO DA ESPÉCIE EM MINAS GERAIS, BRASIL

Priscila do Carmo de Oliveira<sup>1</sup>, Fernanda Pedreira Tabacow<sup>2</sup>, Vinicius Peron de Oliveira Gasparotto<sup>3</sup>, Erika Procópio Tostes Teixeira<sup>4</sup>, Mikaelly Frasson Testa<sup>5</sup>, Danilo Simonini Teixeira<sup>6</sup>, Anderson Israel Gomes Ferreira<sup>2</sup>, Thiago Pereira Barros<sup>2</sup>, Leandro Santana Moreira<sup>2</sup>, Priscila Maria Pereira<sup>2</sup>, Fabiano Rodrigues de Melo<sup>2,7</sup> e Fabiana Cristina Silveira Alves de Melo<sup>8</sup>

<sup>1</sup> Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, E-mail: <coliveira.pri@gmail.com>.

<sup>2</sup> Muriqui Instituto de Biodiversidade (MIB), Caratinga, MG.

<sup>3</sup> Instituto Brasileiro para Medicina da Conservação (Triade), Curitiba, PR.

<sup>4</sup> Instituto Estadual de Florestas (IEF), Belo Horizonte, MG.

<sup>5</sup> Centro Universitário Newton Paiva, Belo Horizonte, MG.

<sup>6</sup> Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA.

<sup>7</sup> Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

<sup>8</sup> Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

### Resumo

A translocação de primatas ameaçados de extinção é uma ferramenta de manejo que envolve o resgate de grupos ou de indivíduos isolados e/ou o reforço de populações em declínio, visando a conservação das espécies. O muriqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*) se encontra criticamente em perigo de extinção com uma população total estimada de aproximadamente 1,000 indivíduos. A ausência de conectividade entre as áreas de sua ocorrência leva ao isolamento de populações e, conseqüentemente, de fêmeas que migram em busca de um novo grupo. Nós apresentamos dados sobre os procedimentos da translocação de uma fêmea adulta de muriqui-do-norte que estava solitária e isolada em um fragmento de Mata Atlântica localizada no município de Simonésia, MG e liberada em um recinto seminatural localizado na Comuna do Ibitipoca, Lima Duarte, MG. A captura ocorreu por contenção química utilizando um rifle Dan-Inject (modelo JM Standard), e o dardo Dan-Inject de 1.5 ml com a associação de Tiletamina/Zolazepam (Zoletil®) 5 mg/kg + Xilazina 2% - 2 mg/kg, e reaplicação com Cetamina 0.5 ml + Xilazina 10% 0,1 ml. Foram realizados monitoramentos dos parâmetros vitais, exames físicos, coleta de biometria, material biológico e implante de microchip para identificação. A fêmea não apresentou intercorrências em relação à captura nem aos protocolos anestésicos utilizados. Os valores hematológicos e fisiológicos apresentaram alterações, entretanto, estavam dentro do esperado para o processo de captura e se assemelham aos valores observados em outros muriqui-do-norte translocados. Nossos dados contribuem com conhecimento sobre a captura e contenção química de primatas neotropicais de grande porte e com o desenvolvimento de protocolos de manejo específicos para muriqui-do-norte, assim como a estruturação de um parâmetro morfo-fisiológico para a espécie.

**Palavras-chave:** manejo in situ, manejo ex situ, translocação, morfofisiologia, Muriqui-do-norte, espécie criticamente ameaçada de extinção.

### Abstract

The translocation of threatened primate species is an alternative that involves the rescue of isolated groups or individuals, and/or the strengthening of declining populations, with the aim of species conservation. The northern muriqui (*Brachyteles hypoxanthus*) is a critically endangered primate with a total population estimated at fewer than 1,000 individuals. The lack of connectivity among areas where the northern muriqui occurs promotes the isolation of populations and consequently hinders the migration of females in their search for a new group. Here, we present data about the translocation of an adult female, who was solitary and isolated in an Atlantic Forest fragment in Simonésia city, in Minas Gerais state, Brazil. This female was translocated to a semi-natural enclosure located in Comuna do Ibitipoca, Lima Duarte, MG. The capture occurred by chemical restraint using a Dan-Inject rifle (JM Standard model) with a Dan-Inject dart containing 1.5 mL of combination of Tiletamine/Zolazepam (Zoletil®) 5 mg/kg + Xylazine 2% - 2 mg/kg, with reinforcement of Ketamine 0.5 mL + Xylazine 10% 0.1 mL. The animal was monitored for vital signs, with a physical examination, collection of biometrics and biological samples, and a microchip inserted for animal recognition. Capture and anesthesia occurred without complications. Hematological and physiological parameters showed changes, as expected for the capture process, and similar to the parameters found in other translocated individuals of northern muriqui. Our



data contributes to knowledge about capture and chemical restraint of large-bodied Neotropical primates, including the development of a specific management protocol for the northern mureiqui, as well as providing morphophysiological parameters for the species.

**Keywords:** in situ management, ex situ management, translocation, morphophysiology, northern Mureiqui, critically endangered species.

## Introdução

A translocação é uma técnica de manejo que consiste na movimentação de animais selvagens (IUCN/SSC, 2013). Nos primatas ameaçados, a translocação tem o objetivo de manter a variabilidade genética das espécies (Konstant e Mittermeier, 1982; Kierulff *et al.*, 2007; IUCN/SSC, 2013), sendo utilizada para o reforço de populações em declínio ou o resgate de grupos ou indivíduos isolados (*e.g.*, *Leontopithecus rosalia*: Kierulff e Rylands 2003; *Leontopithecus chrysopygus*: Rezende, 2016; *Brachyteles hypoxanthus*: Mangini *et al.*, 2006, Teixeira *et al.*, 2018; Nery, 2018).

Endêmico da Mata Atlântica, o mureiqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*) se encontra criticamente em perigo (Ferraz *et al.*, 2019) com uma população total estimada de aproximadamente 1,000 indivíduos (Strier *et al.*, 2017). As principais ameaças, são o desmatamento e a fragmentação do seu habitat que levam à ausência de conectividade entre as áreas de ocorrência da espécie (Jerusalinsky *et al.*, 2011; Strier *et al.*, 2017), e faz com que as fêmeas que dispersam (Printes e Strier, 1999) fiquem solitárias em fragmentos isolados (Tabacow *et al.*, 2009; Lanna, 2015). Diante do exposto, ações envolvendo a translocação de fêmeas isoladas se tornam essenciais para conservação de mureiqui-do-norte, uma vez que esse tipo de manejo visa o aproveitamento do potencial reprodutivo das fêmeas solitárias e o incremento das populações consideradas inviáveis e/ou em declínio (Mendes *et al.*, 2005; Mangini *et al.*, 2006; Barros *et al.*, 2011; Lanna, 2015; Teixeira *et al.*, 2018; Teixeira *et al.*, 2019; Tabacow *et al.*, 2021).

Aqui, relatamos os processos de captura e avaliamos a translocação de uma fêmea de mureiqui-do-norte solitária que estava em um fragmento isolado de mata, no município de Simonésia, Minas Gerais e que foi translocada e liberada em um recinto seminatural localizado em Lima Duarte, Minas Gerais. Nossas avaliações quanto aos riscos recorrentes da translocação consideraram os protocolos de anestesia e as recomendações estabelecidas pelo Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Mureiquis/PAN-Mureiquis (Jerusalinsky *et al.*, 2011), mostrando que os mesmos foram efetivos e seguros dentro do avaliado. Adicionalmente, os dados biológicos e fisiológicos coletados contribuíram para o aumento do conhecimento sobre o mureiqui-do-norte, o que subsidiará os programas de manejo executados para a espécie.

## Materiais e Métodos

### Local da captura

A fêmea estava em um fragmento de Mata Atlântica, com cerca de 5.6 hectares localizado em uma comunidade rural no município de Simonésia, Minas Gerais, entre as coordenadas geográficas: 20°01'14"S e 42°07'28"O. A área é circundada por cultivo de café e eucalipto e está inserida ao redor da Mata do Sossego, que consiste em uma floresta nativa protegida. A vegetação da região é classificada como Floresta Estacional Semidecidual Montana (Veloso *et al.*, 1991). A topografia da região apresenta relevos de declividades com altitude que varia de 1,200 a 1,600 metros. O clima local predominante segue a caracterização de Köppen-Geiger, com estações bem delimitadas pela precipitação, de verão chuvoso e inverno seco (Fundação Biodiversitas, 2014).

### Local da liberação: Mureiqui's house

A liberação foi realizada em um recinto seminatural denominado *Mureiqui's house*, que se encontra nas coordenadas geográficas 21°44'51,96"S e 43°52'10,21"O, na propriedade privada Comuna do Ibitipoca, situada entre os municípios de Lima Duarte, Bias Fortes e Santa Rita do Ibitipoca, Minas Gerais. A área é circundada pelo Parque Estadual do Ibitipoca e a vegetação local é de Floresta Estacional Semidecidual em diferentes estágios de regeneração (Biosfera, 2011). A classificação climática da região é tropical de altitude mesotérmica bem delimitada, sendo o clima subtropical de altitude (Cwb) mesotérmico úmido com verões amenos e invernos secos pela categoria de Köppen-Geiger (Rodela e Tarifa, 2002; Biosfera, 2011).

O *Mureiqui's house* tem uma área de aproximadamente três hectares protegido por uma cerca elétrica e um aceiro. É constituído de uma área de 1.5 hectares de floresta nativa, circundada por uma área de pasto em regeneração (Fig. 1A).

Dentro desta área, existe uma gaiola de aclimação com as dimensões de 20 m de comprimento, 8 m de altura e 8 m de profundidade, seguido a Instrução Normativa 07 de 30 de abril de 2015 (BRASIL/IBAMA, 2015). O espaço físico menor é protegido por uma tela de alumínio de malha de 10 × 10 cm, coberto por sombrites e telhas de acrílico contra chuva, vento e sol. É composto interiormente por espécies de plantas nativas, dois poços e duas bicas com água natural corrente, quatro plataformas de madeiras e troncos dispostos diagonalmente de forma aleatória, permitindo repouso e amplo repertório



**Figura 1.** A. Vista geral da área do recinto seminatural *Muriqui's House*, mostrando a área de floresta nativa, o pasto em regeneração e as delimitações da cerca de proteção. B. Detalhes da gaiola de aclimação. Créditos: Priscila Oliveira e Fabiano R. Melo.

locomotor dos animais (Fig. 1B). Para realizar o manejo e a manutenção da limpeza e alimentação, o recinto possui uma divisória com uma janela e uma porta que o separa em duas alas distintas. Além disso, possui uma área de cambejamento em cada uma destas alas. Isso permite o manejo e o isolamento dos indivíduos em um dos acessos, garantindo a proteção e segurança dos animais e profissionais envolvidos.

#### *Fêmea translocada*

Trata-se de uma fêmea adulta (Fig. 2), conhecida desde seu nascimento por meio dos estudos de longo prazo do Projeto Muriquis do Sossego, na Mata do Sossego em Simonésia, Minas Gerais. Nomeada de Ecológica, a fêmea tem idade estimada de sete anos e é habituada à presença humana (Tabacow *et al.*, 2021).



**Figura 2.** Foto da fêmea de muriqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*) translocada, tirada em 2019 nos arredores da Mata do Sossego, Simonésia - MG, antes dos procedimentos de captura. Créditos: Thiago Barros.

#### *Procedimentos de captura*

Previamente à translocação, foi realizado um acompanhamento diário do animal durante uma semana para identificar seus hábitos e definir as estratégias para a captura. A captura deu-se por contenção química por meio de projetor de dardos anestésicos (Lemos de Sá e Glander, 1993). Foi utilizado o projetor tipo rifle Dan-Inject (modelo JM Standard), com o dardo Dan-Inject de 1.5ml contendo a associação de Tiletamina/Zolazepam (Zoletil®) 5 mg/kg + Xilazina 2% - 2 mg/kg. O cálculo da dosagem do fármaco foi realizado por meio de uma estimativa do peso da fêmea em 10 kg. Foi necessário aplicar reforço com Cetamina 10% 5 mg/kg + Xilazina 10% 1 mg/kg, para manter o plano anestésico necessário para o procedimento de ascensão ao dossel da árvore e posterior descida do indivíduo. Para retirada do animal da árvore, um escalador experiente esteve apostado durante as aplicações dos dardos anestésicos, juntamente com uma equipe de 6 pessoas com uma rede de amparo em solo para resguarda do animal. O manejo possui as devidas licenças do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) N° 64438-1 e da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) N° 32/2019.

#### *Triagem e coleta de material biológico*

Para realização dos procedimentos, o animal foi posicionado em decúbito lateral em um colchão térmico e teve suas vias auditivas e visuais tampadas. Foi realizado um monitoramento dos parâmetros vitais e as respostas fisiológicas em relação ao fármaco. Para tanto, foi feita a medição quanto à saturação de oxigênio, frequência cardíaca e temperatura retal utilizando oxímetro, estetoscópio e termômetro digital, respectivamente, além da avaliação física completa com palpação, avaliação dos linfonodos, cavidade oral, unhas e mucosas (Feitosa, 2008). A coleta de dados biométricos deu-se com auxílio de uma fita métrica seguindo os padrões de coleta: 1) corpo: da protuberância occipital até a inserção da cauda; 2) cauda: da base até a ponta; 3) perímetro torácico: obtido na altura da região axilar; 4) mão e pé: da base proximal do tarso/carpo até a falange distal mais longa (Moura *et al.*, 2010). Também foi mensurado o peso por meio de uma pesola, o escore corporal foi classificado em uma escala de 1 a 5 (adaptada de Clingerman e Summers, 2005), e feita a coleta de material biológico de sangue, fezes e pelos. A coleta de sangue ocorreu por meio de punção da veia femoral com seringa agulhada calibre 25 × 7 mm, com pressão digital após a coleta sobre o local da punção por três minutos. A amostra foi homogeneizada por 30 segundos de maneira sutil e armazenada em tubo contendo anticoagulante EDTA para hemograma completo com sangue total e um frasco com ativador de coágulo para análises bioquímicas. Os pelos foram retirados com bulbo e armazenados em pote de polipropileno, e as fezes (5-10 g) colhidas diretamente do reto e acondicionadas em um pote coletor de fezes com líquido conservante (Merthiolate-Iodo-Formol). As amostras

foram identificadas e armazenadas em um isopor com a refrigeração necessária até seu processamento. Após a triagem foi realizado o implante de microchip de identificação no tecido sub-cutâneo entre as escápulas do animal.

Todas as coletas, a destinação do material biológico e os procedimentos de manejo seguiram os protocolos do PAN Muriquis (Jerusalinsky *et al.*, 2011). Os valores da avaliação física, biométricos, fisiológicos e hematológicos obtidos no trabalho foram avaliados e tiveram como parâmetro, os anteriormente observados em muriquis-do-norte (Ruschi, 1964; Aguirre, 1971; Napier, 1976; Lemos de Sá e Glander, 1993; Mangini *et al.*, 2006; Barros *et al.*, 2011; Teixeira *et al.*, 2019a).

#### *Análise do material biológico*

A análise do material biológico coletado foi realizada pelo Laboratório TECSA - Tecnologia em Sanidade Animal, em Belo Horizonte - MG. Os métodos utilizados pelo laboratório foram a impedância para determinar o número de hemácias e leucócitos, cálculo automático no aparelho para contagem do hematócrito baseando-se nos índices eritrocitários como contagem de glóbulos vermelhos (RBC). Fotometria para dosagem de hemoglobina e estimativa em lâmina para contagem de plaquetas. O diferencial de leucócitos foi determinado pela contagem em lâmina e os índices hematimétricos (VCM, HCM E CHCM) pelos valores encontrados na série vermelha. A sorologia para o *Herpesvirus simplex* (HSV) tipo 1 e tipo 2 por meio da pesquisa de anticorpos IgM e IgG. As amostras fecais foram examinadas pelo método de flutuação e sedimentação com coprocultura e antibiograma em relação à presença de ovos ou larvas de helmintos e protozoários.

#### *Recuperação anestésica, transporte e liberação*

Após os procedimentos veterinários foi instituído o antagonista de um dos fármacos anestésicos, Iloperidol 0.1 mg/kg, para que a fêmea retornasse do plano anestésico em segurança e de forma assistida. Ela foi alojada em uma caixa transportadora de animais N° 6 (altura: 66 cm, largura: 64 cm e comprimento: 92 cm), para acompanhamento de sua recuperação anestésica e para viagem de oito horas de carro até o local da liberação. Para garantir o bem-estar do animal o transporte ocorreu em um horário sem incidência de sol e trânsito de tráfego intenso ou com ruídos, como recomenda Mangini e Nicôla (2012). Durante a translocação, avaliações quanto à integridade e bem-estar do animal foram realizadas pelos médicos veterinários por conferência visual.

No recinto, a caixa de transporte foi alocada no interior do viveiro de aclimação e teve sua porta aberta para que o animal saísse espontaneamente. Nós utilizamos dados de comportamento coletados de acordo com Strier (1987) utilizando o método de amostragem animal focal

(Altmann, 1974) com duração de 20 minutos e intervalos de 40 minutos, entre os meses de maio até agosto de 2019 para verificar sua adaptação e sobrevivência com relação à translocação. Para a análise dos dados foram consideradas todas as amostras que tinham no mínimo 16 minutos de registros. O percentual de cada atividade observada foi calculado a partir da frequência de cada categoria de comportamento (alimentação, descanso, locomoção e outros), dividido cada valor pelo número total de registros das atividades.

Nós consideramos o sucesso da translocação avaliando a segurança dos procedimentos e das técnicas de captura e contenção adotadas, bem como, a sobrevivência e adaptação da fêmea na área de liberação.

## **Resultados**

O primeiro tiro com dardo anestésico ocorreu às 17:01 H do dia 28 de março de 2019 e atingiu o animal na região coxo-femoral, entre musculatura do membro posterior e perineo, resultando assim na aplicação dos fármacos. Ao receber o dardo, a fêmea vocalizou com gritos agonísticos constantes, aparentando dor. O tempo de indução foi de aproximadamente seis minutos e ela não atingiu o plano anestésico desejado. Suspeita-se que o fármaco tenha sido aplicado na via subcutânea. Após 32 minutos foi necessária a aplicação de uma dose reforço com um segundo tiro que atingiu de forma precisa o músculo femoral.

A fêmea se prendeu na copa de uma das árvores com altura de aproximadamente 10 metros. Apesar do miorrelaxamento causado pela ação dos fármacos ser suficiente para derrubar o animal da árvore, o que o manteve preso no dossel foi um nó feito pela cauda travada com o próprio peso do animal. Dessa maneira, foi necessário a retirada da fêmea por um escalador de árvores, que ao alcançar o animal, soltou para cair na rede de amparo estendida pela equipe de apoio em solo.

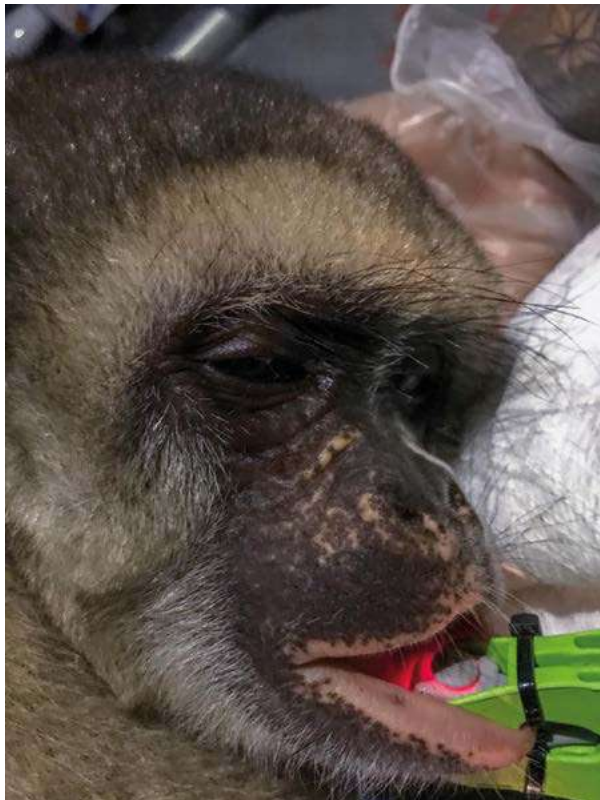
A triagem com exame físico, coleta de materiais biológicos e biometria durou cerca de 35 minutos (Fig. 3). Registrou-se uma pequena depressão cardiopulmonar, mas, sem nenhuma outra intercorrência. Não foi apresentada anormalidade no exame físico, relacionadas com palpação, hidratação, alterações nas mucosas ou no sistema linfático. A dentição apresentou-se em boas condições e de acordo com o esperado para a idade do animal. O escore corporal foi igual a três da escala, classificado como ideal. Os valores de peso e biometria estão dispostos na Tabela 1.

Não foram encontrados ectoparasitas no pelo e nem endoparasitas na amostra fecal. As análises hematológicas e bioquímicas não apresentaram alterações dignas de nota, exceto pela presença de macroplaquetas e eosinopenia. Os valores estão dispostos na tabela 2.

**Tabela 1.** Dados biológicos e biométricos da fêmea de mureiqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*) capturada para translocação.

Parâmetros	Resultados
Peso corporal	9,500 g
Frequência cardíaca (FC)	93 bpm
Frequência respiratória (FR)	35 mrpm
Comprimento da cabeça e corpo	123 cm
Comprimento do corpo	46 cm
Comprimento da cauda	77 cm
Comprimento da mão*	16 cm
Comprimento do pé*	18 cm
Comprimento da orelha*	3 cm
Perímetro peitoral	48 cm
Circunferência do pescoço	30 cm

\*Medição realizada no lado direito do animal



**Figura 3.** Avaliação dos parâmetros vitais durante a triagem de uma fêmea de mureiqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*) capturada nos arredores da Mata do Sossego, Simonésia – MG, para translocação. Créditos: Erika P. Teixeira.

O antagonista foi ministrado por via intramuscular ao final da triagem, com 75 minutos após o tiro inicial e a fêmea deu apresentou sinais de recuperação anestésica após 4 minutos, não sendo possível precisar o momento do exato do retorno anestésico total, pois ela foi alocada na caixa de transporte. A fêmea se manteve em boas condições, quieta e sem investidas contra a caixa,

**Tabela 2.** Valores hematológicos e bioquímicos de uma fêmea de mureiqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*) capturada para translocação.

Hemograma	Valores
Hemácias (106/ $\mu\ell$ )	5.05
Hemoglobina (g/dl)	14.00
Hematócrito (%)	42.40
VCM ( $u^3$ )	83.96
HCM ( $uu^3$ )	27.72
CHCM (%)	33.01
Leucócitos (103/ $\mu\ell$ )	6,000
Neutrófilos bastonetes (%)	0.00
Neutrófilos segmentados (%)	37.00
Linfócitos (%)	56.00
Monócitos (%)	4.00
Eosinófilos (%)	3.00
Basófilos (%)	0.00
Metamielócitos (%)	0.00
Plaquetas (103/ $\mu\ell$ )	378,000
Sorologia	Resultado
Uréia (mg/dl)	28.00
Creatinina (mg/dl)	0.29
Fosfatase alcalina (U/L)	24.00
TGO (UI/L)	135.00
TGP (UI/L)	62.00
Proteínas totais (g/dL)	7.20
Albumina (g/dL)	5.10
Globulinas (g/dL)	2.10
Relação Albumina/Globulina	2.42
Herpesvírus 1 e 2	Negativo

expressando apenas vocalizações em algumas das experiências visuais. A liberação no recinto de aclimatação do *Muriqui's house* deu-se no início da tarde e a fêmea se mostrou curiosa, mas, não foi observado comportamentos exploratórios. Ao contrário disso, a ela passou o resto do dia em atividades de descanso e observação. Apesar de ter sido ofertado alimentos, a fêmea só foi vista se alimentando a partir do dia seguinte. Com aproximadamente 184 horas de registros de comportamento em 554 amostras de focal, foi possível verificar que a fêmea passou 5,67 % do seu tempo engajada em atividade de alimentação; 70,43 % descansando; 22,70 % locomovendo e; 1,20 % em outros comportamentos que incluem beber água, interações sociais e esfregação em galhos.



## Discussão

O alvejamento de primatas arborícolas em vida livre por meio de dardos anestésicos pode ser dificultado pela distância entre o atirador e o animal, pois vegetações com copas altas afetam a visibilidade e a precisão do tiro (Abreu *et al.*, 2019). A fêmea translocada, por ser habituada à presença humana, possibilitou a aproximação do atirador o que facilitou os processos de captura, como reforçam Lemos de Sá *et al.* (1990) para outros muriquis capturados. Como o animal não demonstrou excitação antes do alvejamento anestésico, sugere-se que a habituação minimizou os níveis de estresse gerados pelos procedimentos da captura que antecedem ao tiro como perseguição e fuga (Fahlman, 2008).

Os locais do corpo onde ocorreram os alvejamientos não colocaram em risco a vida do animal pela distância de órgãos vitais e crânio, e, portanto, são indicados como pontos preferenciais e seguros para alvo (Isaza, 2007). O tempo de indução anestésica seguiu o padrão observado em capturas de outras fêmeas de muriqui-do-norte com o tempo médio registrado de cinco minutos para o protocolo anestésico envolvendo o uso de Tiletamina/Zolazepam (Lemos de Sá e Glander, 1993; Mangini *et al.*, 2006; Barros *et al.*, 2011; Teixeira *et al.*, 2018; Teixeira *et al.*, 2019a).

A queda na frequência cardíaca (FC) e respiratória (FR) estão de acordo com os valores médios registrado para outros indivíduos de muriquis-do-norte anteriormente capturados (Mangini *et al.*, 2006; Barros *et al.*, 2011; Teixeira *et al.*, 2019a) sendo a FC 106.25 bpm e para FR 51.33 mrpm. Essa alteração pode ser justificada pelo uso da Xilazina na associação anestésica, pois a mesma produz uma depressão cardiorrespiratória nos animais (Hall *et al.*, 2001; Massone, 2008). Desse modo, as alterações observadas na fêmea capturada eram esperadas pelo uso do fármaco relacionado, e estavam dentro dos parâmetros estáveis sendo monitorado pelos médicos veterinários e não apresentando riscos a vida do animal.

As medidas biométricas seguiram a média observada para a espécie, onde o valor médio do comprimento do corpo é de 53 cm, da cauda é de 74 cm, da mão é 15 cm, o pé 17 cm e fêmur de 45 cm (Ruschi, 1964; Aguirre, 1971; Napier, 1976; Lemos de Sá e Glander, 1993; Mangini *et al.*, 2006; Barros *et al.*, 2011). Entretanto, o peso corporal registrado foi o mais alto já relatado para fêmeas de muriqui-do-norte, onde Lemos de Sá e Glander (1993) registraram um peso que varia de 6.9 – 8.8 kg para fêmeas adultas e 9.3 kg para uma fêmea grávida, justificado pela soma do peso do filhote. Além de uma gestação, outros fatores podem alterar o peso de fêmeas como o tempo de migração, a idade, a capacidade suporte do habitat e questões sanitárias.

As alterações dos valores de macroplaquetas e eosinopenia estão associadas a casos de estresse agudo ou crônico (Dhabhar, 2002). Portanto, é provável que estes resultados estejam associados ao pico de estresse pós alvejamento, conforme observado em outros trabalhos (Fahlman, 2008). Ademais, nossos resultados são semelhantes aos encontrados em cinco indivíduos de muriqui-do-norte capturados (Teixeira *et al.*, 2019b), sendo os valores da série eritrocitária de 5.0 milhões/mm<sup>3</sup>; hemoglobina: 14.00 g%; hematócrito: 42.40%; V.C.M: 83.96 u<sup>3</sup>; H.C.M: 27.72 uu<sup>3</sup>; C.H.C.M: 33.01%; plaquetas: 378,000 (× 103/μℓ). Para a série leucocitária as médias foram: leucócitos: 6.000/mm<sup>3</sup>; segmentado: 37.0; eosinófilo: 3.0; linfócito: 56.0; monócito: 4.0; e 0.0 para metamielócito, bastonete e basófilo (Teixeira *et al.*, 2019b). Os dados hematológicos e biométricos obtidos neste trabalho são importantes pois, contribuem para o estabelecimento de parâmetros morfo-fisiológicos para a espécie.

Ao ser liberada no recinto a fêmea não apresentou desorientação ou tentativas de fuga, ao contrário do observado por Kierulff *et al.* (2007) para soltura repentina de outras espécies de primatas translocados (e. g., *Leontopithecus rosalia*, *Leontopithecus chrysopygus*, *Alouatta belzebul belzebul*), que apresentaram deslocamento anormal ao serem liberados no novo ambiente.

Embora a proporção de tempo gasto nas atividades de alimentação, descanso e locomoção tenham sido diferentes das observadas em vida livre por Strier (1987), tais variações provavelmente estão associadas ao ambiente cativo. Comportamentos similares foram observados em chimpanzês (*Pan troglodytes*) e em bugios (*Alouatta clamitans*) cativos, onde a proporção temporal para alimentação foi reduzida pela metade se comparado aos padrões para a espécie em vida livre (Muhle e Bicca-Marques, 2008; Campos, 2017). Sendo assim, consideramos que a expressão comportamental exibida pela fêmea foi condizente com as condições e as modulações comportamentais impostas pelo cativo. Em adição, não foram observados comportamentos anormais ou estereotipados. Portanto, conclui-se que houve uma boa adaptação da fêmea ao recinto e que a translocação foi bem-sucedida.

Tratando-se de uma espécie arborícola de grande porte, os procedimentos para a captura e translocação são considerados complexos e necessitam de protocolos e técnicas bem estruturadas. Portanto, as informações geradas neste trabalho a respeito dos procedimentos de captura, contenção química e os valores morfo fisiológicos coletados, podem auxiliar na atualização dos protocolos de manejo que vem sendo desenvolvidos (Tabacow *et al.*, *in press*). E desse modo, contribuir com futuras ações de manejo e conservação de *Brachyteles* sp. e de primatas neotropicals ameaçados de extinção.

## Agradecimentos

Agradecemos a comunidade do córrego dos Raposos, Eliotas e Três Barras, no município de Simonésia - MG pelo apoio e ajuda com o monitoramento e o auxílio durante o manejo da fêmea. Aos biólogos Thiago Gomide e Viviane Sodré pelo suporte técnico durante a captura. À Comuna do Ibitipoca pelo financiamento do projeto, bem como ao Muriqui Instituto de Biodiversidade (MIB), pelo apoio integral à pesquisa e logística deste estudo. Agradecemos também ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMbio), ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), ao Instituto Estadual de Florestas (IEF) e à Universidade Federal de Viçosa (UFV), pelo apoio e acompanhamento em todos os processos do manejo. E à CAPES, pela bolsa de mestrado fornecida através do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da UFV.

## Referências

- Abreu, F. V. S., dos Santos, E., Gomes, M. Q., Vargas, W. P., Oliveira Passos, P. H., Nunes e Silva, C., Araújo, P. C., Pires, J. R., Romano, A. P. M., Teixeira, D. S., Lourenço-de-Oliveira, R. 2019. Capture of *Alouatta guariba clamitans* for the surveillance of sylvatic yellow fever and zoonotic malaria: Which is the best strategy in the tropical Atlantic Forest? *Am. J. Primatol.* e23000. doi:10.1002/ajp.23000.
- Aguirre, A. C. 1971. O Mono *Brachyteles arachnoides* (E. Geoffroy). *Anais Acad. Brasil. Ci.* Rio de Janeiro, Brasil.
- Altmann, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* 49: 227–267.
- Barros, J. B. G., Vilela, D. A. R., Melo, F. R. 2011. Parâmetros fisiológicos, hematológicos e morfométricos de exemplar de muriqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*) submetido à captura e contenção química para fins de translocação em minas gerais, em: Melo, F. R. Mourthé, I. (eds.), *A Primatologia no Brasil* – 11. 1 ed. SBPR, Belo Horizonte, Minas Gerais. pp 175–186.
- Biosfera. 2011. *Plano de Manejo da Reserva do Ibitipoca*. Biosfera Consultoria Ambiental e Engenharia Ltda. Juiz de fora, MG. 161 p.
- BRASIL/IBAMA. 2015. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Instrução Normativa. Nº 07, de 30 de abril de 2015. Institui e normatiza as categorias de uso e manejo da fauna silvestre em cativeiro, e define, no âmbito do IBAMA, os procedimentos autorizativos para as categorias estabelecidas. Website: [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao\\_normativa/2015/in\\_ibama\\_07\\_2015\\_institui\\_categorias\\_uso\\_manejo\\_fauna\\_silvestre\\_cativeiro.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2015/in_ibama_07_2015_institui_categorias_uso_manejo_fauna_silvestre_cativeiro.pdf). Acessado em 02 de Setembro de 2020.
- Campos, M. B. T. A. 2017. O efeito do cativeiro e enriquecimento ambiental sobre diversas manifestações comportamentais de uma colônia de chimpanzés. Dissertação de mestrado, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- Clingerman, K.J. e Summers, L. 2005. Development of a body condition scoring system for nonhuman primates using *Macaca mulatta* as a model. *Lab. Anim.* 34(5): 31–37.
- Dhabhar, F. S. 2002. Stress-induced augmentation of immune function: the role of stress hormones, leukocyte trafficking, and cytokines. *Brain Behav. Immun.* 16: 785–798.
- Fahlman, A. 2008. Advances in wildlife immobilization and anesthesia clinical and physiological evaluation in selected species. 70f. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala, Umeå, Suécia.
- Feitosa, F. L. F. 2008. *Semiologia veterinária: a arte do diagnóstico*. 2a ed. S.p., roca.
- Ferraz, D. S., Tabacow, F. P., Mittermeier, R. A., Melo, F. R., Boubli, J. P., Jerusalinsky, L. e Talebi, M. 2019. *Brachyteles hypoxanthus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019. Website: 2020<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T2994A17927482.en>. Accessed: 01 September 2020.
- Fundação Biodiversitas. 2014. *Plano de Manejo da Reserva Particular do Patrimônio Natural Mata do Sossego, Minas Gerais*. pdf. 143 p. Website: [https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/rppn\\_mata\\_sossego\\_pm.pdf](https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/rppn_mata_sossego_pm.pdf). Acessado em 01 de Setembro de 2020.
- Hall, L. W., Clarke, K. W., Trim C. M. 2001. *Veterinary Anesthesia*. 10. ed. W.B. Saunders: London.
- Isaza, R. 2007. Remote drug delivery. In: *Zoo animal and wildlife immobilization and anesthesia*. Ed. West G, Heard D and Caulkett N, Blackwell Publishing Professional, Iowa, USA. pp. 61–74.
- IUCN/SSC, 2013. *Guidelines for Reintroductions and Other Conservation Translocations*. Version 1.0. Gland, Switzerland: IUCN Species Survival Commission, viiii + 57 pp.
- Jerusalinsky, L., Talebi, M. G., Melo, F. R. 2011. *Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Muriquis*. 1ª ed. Série espécies ameaçadas. Nº 11. Brasília, DF: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBIO, 144p. 2011.
- Kierulff, M. C. M., Procópio-de-Oliveira, P., Martins, C. S.; Valladares-Pádua, C. B., Porfírio, S., De Oliveira, M. M., Rylands, A. B., Bezerra, A. R. G. F. 2007. Manejo para a Conservação de Primatas Brasileiros. *A Primatologia no Brasil*, vol. 10 J.C. pp. 71– 99.
- Kierulff, M. C. M. e Rylands, A. B. 2003. Census and distribution of the golden lion tamarin (*Leontopithecus rosalia*). *Am. J. Primatol.* 59: 29–44.
- Konstant, W. R. and Mittermeier, R. A. 1982. Introduction, reintroduction and translocation of Neotropical primates: past experiences and future possibilities. *Int. Zoo Yearb.* 22(1), 69–77. doi:10.1111/j.1748-1090.1982.tb02010.x.
- Lanna, A. M. 2015. Viabilidade populacional do Muriqui-do-Norte, *Brachyteles hypoxanthus* (Kuhl, 1820)



- em área fragmentada. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, Brasil. 10.13140/RG.2.2.21987.20007.
- Lemos de Sá, R. M., Pope, T. R., Glander, K. E., Struhsaker, T. T., Fonseca, G. A. B. 1990. A pilot study of genetic and morphological variation in the (*Brachyteles arachnoides*). *Primate Conserv.* 11: 26–30.
- Lemos de Sá, R.M. e Glander, K.E. 1993. Capture techniques and morphometrics for the woolly spider monkey or miquiqui (*Brachyteles arachnoides*, E. Geoffroy 1806). *Am. J. Primatol.* 29: 145–153.
- Mangini, P. R., Mendes, S. L., Santos, R. R., Passos, J. C. D., Dazilio, F. G., Santos, L. A. D. 2006. Captura e translocação de fêmea sub-adulta de miquiqui-do-norte, *Brachyteles hypoxanthus* (Primates, Atelidae). Em: VII Congresso Internacional sobre Manejo de Fauna Silvestre na Amazônia e América Latina. Ilhéus, BA. V. 1. P. Cd-cd.
- Mangini, P. R. e Nicôla, P. A. 2012. Captura e marcação de animais silvestres. Em: Cullen J. R., L.; Rudran, R.; Valladares-Padua, C. B. (Orgs.). *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Curitiba: Ed. UFPR, cap. 4, pp. 91–123.
- Massone, F. 2008. *Anestesia Veterinária: Farmacologia e Técnicas*. 5th ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. Brasil.
- Mendes, S. L., Santos, R. R., Carmo, P.L. 2005. Conserving the northern miquiqui in Santa Maria de Jetibá, Espírito Santo. *Neotrop. Primates*. 13(Suppl.): 31–35.
- Moura, A. M. A., Viana, F. C., Fasano, D. M., Bravin, J. S., e Nascimento, L. W. F. 2010. Manutenção em cativeiro. Em: Andrade, M.C.R., Marinho, A. M., Ferreira, J.F. (Orgs.) *Biologia, Manejo e Medicina de Primatas Não humanos em Pesquisas Biomédicas*. Rio de Janeiro, RJ: Editora Fiocruz, 2010. 472 p., il., gráf. ISBN: 978-85-7541-191-9 1.
- Muhle, C. B. e Bicca-Marques, J. C. 2008. Influência do enriquecimento ambiental sobre o comportamento de bugios-ruivos (*Alouatta guariba clamitans*) em cativeiro. pp.38–48. Em: Ferrari, S.F. e Rímoli, J. (eds.), *A Primatologia no Brasil – 9ed.* Issn 1519–1982.
- Napier, P. H. 1976. *Catalogue of Primates in the British Museum* (Natural History). British Museum (Natural History), London.
- Nery, M. S. 2018. Influência da translocação de uma fêmea sobre a demografia e conservação de uma população isolada de miquiqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus* Kuhl, 1820, Primates, Atelidae). Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
- Printes, R. C. e Strier, K. B. 1999. Behavioral correlates of dispersal in female miquiquis (*Brachyteles arachnoides*). *Int. J. Primatol.* 20(6): 941–960.
- Rodela, L. G. e Tarifa, J. R. 2002. O clima na Serra do Ibitipoca – Sudeste de Minas Gerais. *Revista espaço e tempo*, n. 11. São Paulo: Geosp.
- Rezende, G. C. 2016. Mico-leão-preto: a história de sucesso na conservação de uma espécie ameaçada. Ed. Matrix, São Paulo. Brasil.
- Ruschi, A. 1964. Macacos do Estado do Espírito Santo. *Bol. Mus. Biol. Mello Leitão, Nova Sér. Zoologia* 23A: 1–23.
- Strier, K. B. 1987. Activity budgets of woolly spider monkeys or miquiquis (*Brachyteles arachnoides*). *Am. J. Primatol.* 13: 385–395.
- Strier, K. B., Possamai, C. B., Tabacow, F. P., Pissinatti, A., Lanna, A. M., Melo, F. R., Moreira, L. S., Talebi, M., Breves, P., Mendes, S. L. e Jerusalinsky, L. 2017. Demographic monitoring of wild miquiqui populations: criteria for defining priority areas and monitoring intensity. *PLoS One*: 12(12).
- Tabacow, F. P., Possamai, C. B., Melo, F. R., Mendes e S. L. 2009. New sightings of northern miquiqui (*Brachyteles hypoxanthus*) females in Forest Fragments Surrounding the Estação Biológica De Caratinga-RPPN Feliciano Miguel Abdala, Minas Gerais, Brasil. *Neotrop. Primates* 16(2): 67–69.
- Tabacow, F. P., Nery, Marcello. S., Melo, F. R., Ferreira, A. I. G., Lessa, G. e Strier, K. B. 2021. Demographic effects of the translocation of a Northern Miquiqui female (*Brachyteles hypoxanthus*) in an Atlantic Forest fragment in Minas Gerais, Brazil. *Primate Conserv.* 35: 1–15.
- Tabacow, F. P., Melo, F. R., Breves, P., Moreira, L. S., Ferreira, A. I. G., Testa, M. F., Pimenta, E. L. M., Lanna, A. M., Vilela, D. A. R., Pereira, P. M., Oliveira, P. C., Simonini, D., Procópio, E., Nery, M. S., Jerusalinsky, L. e Valença-Montenegro, M. M. *In press*. Protocolo de captura para *Brachyteles* spp. In: Valença-Montenegro, M. M., Jerusalinsky, L. & Melo, F. R. (Orgs.). *Protocolos para pesquisa e manejo de miquiquis* (Gênero *Brachyteles*). pp. 26–36.
- Teixeira, D. S., Vilela, D. A. R., Mangini, P., Lanna, A., Melo, F. R. e Mendes, S. L. 2018. Capture and translocation of miquiquis (*Brachyteles* sp.) for the conservation of the species in Brazil – case report. In: 27th International Primatological Society Congress. Nairobi, Kenya. IPS, 2018. v.1. p.370–370.
- Teixeira, E. P. T., Testa, M. F., Teixeira, D. S., Gasparotto, V. O. e Tabacow, F. P. 2019a. Técnica de captura de miquiqui-do-norte em vida livre como ferramenta para conservação em Minas Gerais. Em: XVIII Congresso Brasileiro de Primatologia, Teresópolis, Rio de Janeiro, Brasil.
- Teixeira, E. P. T., Testa, M. F., Vilela D. A. R., Teixeira, D. S., Gasparotto, V. O., Tabacow, F. P. e Melo, F. R. 2019b. Análise hematológica de miquiqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*) de vida livre no estado de Minas Gerais, Brasil. Em: XVIII Congresso Brasileiro de Primatologia, Teresópolis, Rio de Janeiro, Brasil.
- Veloso, H. P., Rangel Filho, A.L.R. e Lima, J. C. A. 1991. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de recursos naturais e estudos ambientais. 124 p.

## INCIDENTE DURANTE CAPTURA CONJUNTA DE MACACOS-PREGO, *SAPAJUS NIGRITUS* (PLATYRRHINI: CEBIDAE), EM ARMADILHA: UM RELATO DE CASO

Fernanda de Freitas Alves Vieira<sup>1</sup>, Beatriz Vilete dos Santos<sup>1</sup>, Diego Mattos Penedo<sup>2</sup>,  
Jessica Borges Figueira<sup>1</sup>, Rian Carvalho Campos<sup>3</sup>, Taís Medeiros Siqueira Carvalho<sup>4</sup>,  
Natália Braz de Almeida Pereira<sup>4</sup>, Daniel Guimarães Ubiali<sup>4</sup> e Denise Monnerat Nogueira<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup>Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ, Brasil.

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal/UFRRJ.

<sup>3</sup>Graduação em Ciências Biológicas, UFRRJ.

<sup>4</sup>Setor de Anatomia Patológica (SAP), Departamento de Epidemiologia e Saúde Pública/UFRRJ.

<sup>5</sup>Departamento de Genética/UFRRJ. E-mail: <denisemn@ufrj.br>

### Resumo

Estudos sobre primatas muitas vezes requerem captura utilizando armadilhas ou dardos tranquilizantes. Entretanto, mesmo empregando a metodologia adequada, podem ocorrer injúrias devido ao estresse. Nosso objetivo foi relatar um caso de agressão durante a captura conjunta de dois macacos-prego (*Sapajus nigritus*) em armadilha, resultando na morte de um deles. Os primatas foram capturados em armadilha *Tomahawk* na Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, RJ, Brasil. O incidente foi registrado por câmera *trap*. Ao revisar a armadilha, foi verificada a dupla captura e um deles encontrava-se prostrado. No laboratório, constatou-se o óbito desse indivíduo. Ao exame clínico, foram visualizadas injúrias na pele e foram tomadas as medidas morfométricas. O indivíduo que veio a óbito era uma fêmea adulta e o outro, um macho subadulto. O vídeo revelou a agressão do macho à fêmea, que tentava fugir batendo a cabeça contra a armadilha. O restante do grupo de primatas permaneceu ao redor da armadilha durante uma hora. O termômetro da câmera registrou temperatura máxima de 41 °C. À necropsia, foram detectadas feridas perforantes nos membros superiores, hematomas subcutâneos peitorais e faciais, e hemorragia submeningeana. A encefalopatia traumática aguda foi a causa *mortis*. As atividades do nosso grupo de pesquisa têm por base a captura de indivíduos de macaco-prego para coleta de amostras biológicas e análise genética, tendo sido este o primeiro caso de óbito após 40 capturas. Fatores como a temperatura elevada e o tempo de permanência na armadilha provavelmente aumentaram o estresse. Este caso enfatiza a necessidade de monitoramento frequente da armadilha a fim de minimizar a ocorrência de injúrias aos animais capturados, que podem ser fatais em capturas conjuntas.

**Palavras-chave:** Primatas, manejo em campo, agressão intraespecífica, monitoramento ambiental.

### Abstract

Primate studies often require capture using traps or tranquilizer darts. However, even using the appropriate methodology, injuries can occur due to stress. Our objective was to report the occurrence of aggression during the joint capture of two black-horned capuchin monkeys (*Sapajus nigritus*) in a trap, resulting in the death of one of the individuals. The primates were captured in a *Tomahawk* trap at Poço das Antas Biological Reserve, Silva Jardim, RJ, Brazil. The incident was recorded using a camera trap. Reviewing the trap, the double capture was noticed and, one individual was observed to be lying face down on the ground. In the laboratory, the death of this primate was verified. On clinical examination, skin injuries were seen and morphometric measures were taken. The dead individual was an adult female and the other, a subadult male. The video revealed the male's aggression toward the female, who tried to escape by hitting her head against the trap. The rest of the primate group remained around the trap for an hour. The camera thermometer recorded a maximum temperature of 41 °C. At necropsy, the following injuries were detected: perforating wounds in the upper limbs, subcutaneous hematoma in the pectoral and facial regions, and submeningeal hemorrhage. Acute traumatic encephalopathy was the cause of death. The activities of our research group are based on the capture of capuchin monkey individuals for the collection of biological samples and genetic analysis, this being the first case of death after 40 captures. Factors such as high temperature and the time spent in the trap probably increased stress. This case emphasizes the need for frequent monitoring of the trap to minimize the occurrence of injuries to captured animals, which can be fatal in joint captures.

**Keywords:** Primates, field management, intraspecific aggression, environmental monitoring.

## Introdução

Pesquisas sobre animais de vida livre muitas vezes requerem captura e imobilização para obtenção de material biológico, medidas morfométricas e estudos de zoonoses, por exemplo. As capturas de animais possibilitam levantamentos ecológicos, avaliação das condições de saúde, estudos epidemiológicos e genéticos, bem como a translocação de indivíduos (Todd, 1987; Mowat *et al.*, 1994; Rocha *et al.*, 2007). Entretanto, mesmo empregando a metodologia adequada, podem ocorrer injúrias devido ao estresse gerado aos animais. A exposição a um fator repentino ao qual o animal não está habituado, como a contenção, pode levar a um estresse agudo ou reação de alarme (Giralt, 2002). Esse processo pode alterar condições fisiológicas, como aumento na produção de adrenalina, na taxa metabólica, na temperatura corporal, nas frequências cardíaca e respiratória, na temperatura retal (Giese, 1996; Giralt, 2002; Weimerskirch *et al.*, 2002) ou até mesmo causar a morte dos indivíduos capturados (Kuhnen e Setz, 2016). Mendonça-Furtado *et al.* (2017) registraram o aumento do nível de cortisol fecal em todas as cinco fêmeas de macaco-prego (*Sapajus libidinosus*) de um grupo de 11 indivíduos em cativeiro, distantes 20 metros de um grupo de *S. flavius*. Este aumento do cortisol ocorreu por cinco dias após acidente com um pesquisador, o qual foi mordido por um indivíduo de *S. flavius* e reagiu, gerando grande estresse e intensa vocalização dos animais.

Lesões de pele já foram descritas em cuícas-cauda-de-rato (*Metachirus nudicaudatus*) na tentativa de fuga da armadilha quando capturadas (Kuhnen e Setz, 2016). A miopatia já foi descrita em pica-pau-orelhudo (*Dryocopus pileatus*) de vida livre, resultando em morte de indivíduos ao serem capturados por três diferentes métodos: com redes de neblina, armadilha de modelo covo e armadilhas do tipo *canopy* (Ruder *et al.*, 2012). Miopatia seguida de morte, em decorrência de contenção física com puçá, também foi observada em catetos (*Tayassu tajacu*) em cativeiro (Batista *et al.*, 2008). Nessa mesma espécie a contenção física gerou níveis séricos elevados de cortisol e glicose, caracterizando o estresse, quando comparados aos de animais submetidos à contenção química (Batista *et al.*, 2009). Até mesmo em biotérios, onde os animais estão acostumados a serem manipulados pelo homem, podem ocorrer inconvenientes, como a morte de cobaias por estresse devido à contenção física (Toth, 1990).

Um dos objetivos do uso de armadilhas fotográficas é coletar informações sobre espécies de animais, já tendo sido utilizadas, por exemplo, em estudos ecológicos para verificar a abundância relativa e densidade populacional (Karanth e Nichols, 1998; Kierulff *et al.*, 2004). Para a captura de primatas não-humanos de médio porte, por exemplo os do gênero *Sapajus*, o método indicado é o uso de armadilhas manuais ou automáticas (Brasil, 2017). No caso das

armadilhas manuais, é necessária a presença constante da equipe no local para que a captura seja bem-sucedida. Já as armadilhas automáticas aumentam as chances de captura conjunta, elevando o estresse e a possibilidade de agressões entre os animais (Aguiar *et al.*, 2007).

Os objetivos deste trabalho foram relatar a dupla captura de macacos-prego (*S. nigritus*) em armadilha *Tomahawk*, com ocorrência de agressão e morte, além de avaliar os fatores metodológicos e ambientais que podem ter contribuído para o incidente, visando o aprimoramento de práticas em campo e evitar futuras ocorrências deste tipo no desenvolvimento dos projetos de pesquisa científica. Além disso, descrever os achados patológicos decorrentes da agressão visando identificar a causa *mortis*.

## Material e Métodos

As capturas de *Sapajus nigritus* foram realizadas pelo grupo de pesquisa em Diversidade Genética Animal (DiGA) vinculado ao Departamento de Genética do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde (ICBS) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, Rio de Janeiro, durante o período de 2014 a 2019, em diferentes localidades deste estado. No presente trabalho, a captura dos primatas ocorreu na Reserva Biológica (REBIO) de Poço das Antas, município de Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil, em janeiro de 2019 (22°30' e 22°33'S/42°15' e 42°19'W). Esta possui uma área de 5,052.53 hectares, de bioma Mata Atlântica e temperatura média anual de 24,6°C (Sema, 2001).

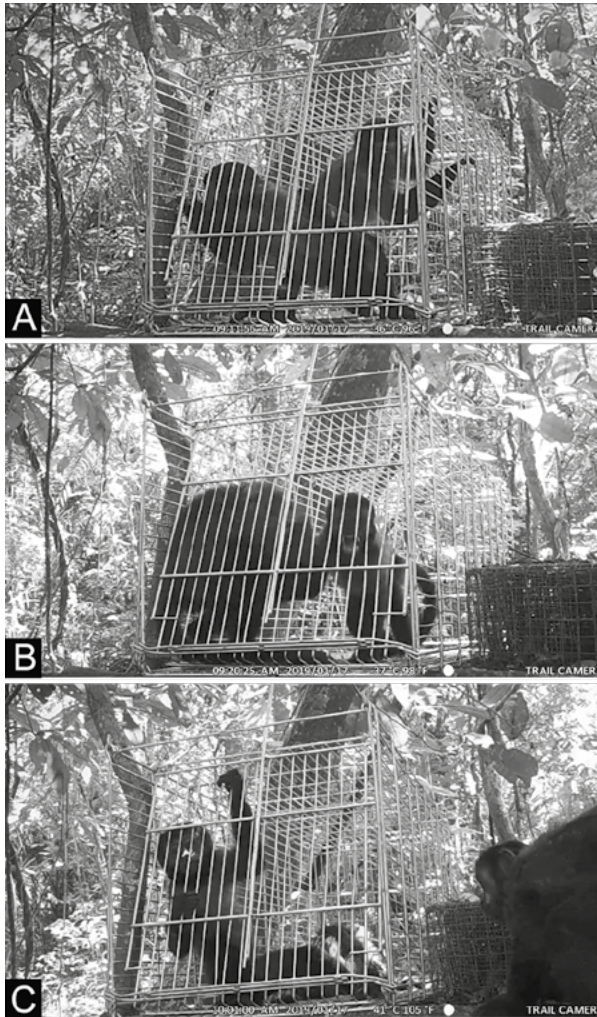
Para as capturas foram utilizadas cinco armadilhas do modelo *Tomahawk* de 115 × 45 × 45 cm e 70 × 40 × 40 cm (C × L × A), distribuídas em três locais. Os dois primeiros continham duas armadilhas, uma de cada tamanho, e no terceiro local havia apenas uma armadilha de menor tamanho. As armadilhas foram posicionadas na proximidade das coordenadas 22°32'2.82"S/42°18'19.37"W, sobre uma plataforma de bambu, contendo banana como isca. Também foi alocada uma câmera *trap* (*Abask Trail Surveillance Waterproof*® de 12eMP e 1080HD) em um dos locais, em uma árvore próxima, para o registro.

Os procedimentos de captura realizados com os animais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) do ICBS/UFRRJ, sob o protocolo nº 013/2018, e a pesquisa foi autorizada pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO/ICMBio), sob o número 57417-6.

## Resultados

Durante o trabalho de campo em Poço das Antas foram capturados sete indivíduos. Na armadilha de maior tamanho, situada nas coordenadas 22°32'2.82"S/42°18'19.37"W, foi verificada a dupla captura de *Sapajus nigritus* (Fig. 1A). Essa armadilha foi revisada uma hora

após o desarmamento pela entrada dos animais, como registrado nas imagens da câmera *trap*. Foi observado que um dos indivíduos estava prostrado e o outro agitado (Figs. 1B e 1C). A armadilha foi coberta com um pano preto para minimizar o estresse e levada ao laboratório da REBIO de Poço das Antas.



**Figura 1.** Imagens da câmera *trap* durante a captura de *Sapajus nigritus* na Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, RJ, Brasil. (A) Dupla captura de *Sapajus nigritus*, em armadilha Tomahawk, às 9:12h. (B) Agressão de um indivíduo para com o outro dentro da armadilha, às 9:20h. (C) Um indivíduo alerta e outro caído no fundo da armadilha, com presença do grupo ao redor às 10:00h.

No laboratório, foi constatado óbito do indivíduo prostrado, identificado como uma fêmea, sendo visualizadas poucas injúrias externas. Foram tomadas medidas morfométricas para estimativa da faixa etária segundo Izawa (1980) e Mackinnon (2013). O corpo do animal foi encaminhado para necropsia no Setor de Anatomia Patológica (SAP), da UFRRJ. Foram coletadas amostras de pele, dura-máter, encéfalo, pulmões, baço, coração, rins, fígado, estômago, intestinos e adrenais. Os tecidos foram processados em gradientes de álcool, xilol e incluídos em parafina. Em seguida foram cortados em cinco  $\mu\text{m}$ , corados com Hematoxilina e Eosina (HE) e analisados em microscópio óptico.

O animal vivo, identificado como um macho, foi sedado com cloridrato de cetamina e midazolam (20 mg/kg e 0.05 a 0.1 mg/kg, respectivamente), via intramuscular (agulha de 20  $\times$  5.5 mm), marcado com *microchip* subcutâneo na região interescapular e foram tomadas medidas morfométricas para estimativa da faixa etária. Após cinco horas da sedação, com retorno anestésico completo, tônus muscular e reflexos recuperados, o indivíduo foi solto no mesmo local de captura.

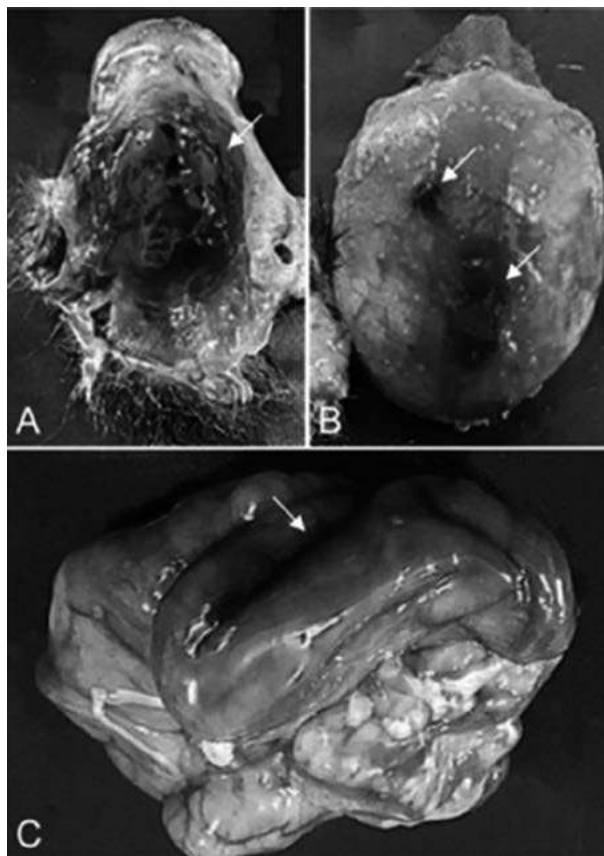
A fêmea que veio a óbito era um animal adulto, com 2.38 kg e 40 cm de comprimento do corpo. O indivíduo macho, sobrevivente, foi identificado como subadulto, com 2.19 kg e 33 cm de comprimento de corpo. A análise do incidente filmado pela câmera *trap* revelou a agressão do macho à fêmea que aparentemente tentava fugir batendo a cabeça contra a armadilha. O restante do grupo de primatas permaneceu ao redor da armadilha vocalizando, em torno de uma hora. O termômetro da câmera registrou temperatura máxima de 41 °C.

Ao exame *post-mortem*, foi notado bom estado nutricional e lesões multifocais perfurantes nos membros superiores compatíveis com mordida de um primata. Ao redor das perfurações na pele havia moderada quantidade de sangue no pelo. Havia hematomas na pálpebra superior direita e na região mamária. No tecido subcutâneo da região parietal da face havia sufusão (Fig. 2A). Na região do osso parietal havia hematomas multifocais (Fig. 2B). O encéfalo apresentou hemorragias submeningianas, principalmente no sulco silviano (Fig. 2C). Ao exame histológico foram observadas hemorragias subcutâneas e submeningianas, principalmente perivasculares. Também foi observado edema pulmonar difuso moderado. Os achados patológicos foram compatíveis com encefalopatia traumática aguda como causa *mortis*.

## Discussão

Estresse e injúrias são relatados frequentemente em animais silvestres em situações de captura (Ruder *et al.*, 2012; Kuhnen e Setz, 2016) ou até mesmo em determinados comportamentos inerentes à espécie na natureza (Rose, 1994; Gros-Louis *et al.*, 2003; Izar *et al.*, 2007; Ramírez-Llorens *et al.* 2008; Scarry e Tujague, 2012; Rangel *et al.*, 2013). No incidente de captura conjunta de *Sapajus nigritus* ocorrido na REBIO de Poço das Antas, alguns fatores podem ter contribuído para a agressividade e morte de um dos indivíduos. Por exemplo, o intervalo de uma hora desde a captura dos primatas até a revisão da armadilha. Este intervalo se deu devido ao tempo de deslocamento necessário para revisão das armadilhas e o reduzido número de membros da equipe. Outro fator que pode ter contribuído para o incidente foi a temperatura máxima de 41 °C e a contenção com dupla captura. Campos e Fedigan (2009) observaram alterações comportamentais associadas a altas temperaturas como fator estressor em *Cebus capucinus* de vida livre. Em animais em cativeiro,

bovinos, suínos, ovinos e roedores, foi verificada a influência da temperatura elevada na homeostase, acentuando o estresse (Chen Y. *et al.*, 2006; Sánchez-Rodríguez, 2007; Sanin *et al.*, 2016). Especificamente em suínos, a agressividade já foi descrita por consequência do estresse térmico (Silva *et al.*, 2008, Baptista *et al.*, 2011). Em primatas não-humanos, não encontramos relatos que associem a agressividade à temperatura ambiente elevada.



**Figura 2.** Encefalopatia traumática aguda em *Sapajus nigritus* associado à captura por armadilha automática na REBIO de Poço das Antas, Silva Jardim, RJ, Brasil. (A) Tecido subcutâneo facial com sufusão e edema. (B) Hematomas na região parietal. (C) Encéfalo com hemorragia submeníngea no sulco silviano.

A captura conjunta de dois indivíduos na mesma armadilha, associada ao tempo de permanência e a temperatura elevada, pode ter contribuído para o desencadeamento de interação agonística. Em condição de cativeiro, a densidade populacional é um dos fatores que pode estar associado ao comportamento agressivo em *Macaca mulatta*, *M. fuscata* e camundongos, relacionado ao estresse dos animais sob aglomeração (Young *et al.*, 2008). Como também descrito por Aguiar *et al.* (2007), ao capturar mais de um indivíduo de *Alouatta caraya* na mesma armadilha, os indivíduos mais jovens sofreram agressões por parte dos animais mais velhos.

Por outro lado, a captura em uma mesma armadilha de dois indivíduos de micos-leões-dourados (*Leontopithecus rosalia*) já foi relatada na REBIO de Poço das Antas,

sem ocorrência de agressão (Andreia Fonseca Martins, comunicação pessoal). Isso sugere que, dentre outros aspectos, o comportamento da espécie pode influenciar no estresse ocasionado. Outra justificativa à não ocorrência de agressão seria a habituação dos animais ao manejo, visto que são animais acompanhados há anos, o que pode ter influenciado para diminuir o estresse de captura (AMLD, 2021).

As metodologias científicas de captura de animais silvestres em campo são de extrema importância para o conhecimento da espécie em estudo. Entre 2014 e 2019, foram capturados, por nosso grupo de pesquisa, 40 indivíduos de macacos-prego em diversas localidades do estado do Rio de Janeiro, incluindo a deste estudo, REBIO de Poço das Antas, município de Silva Jardim, RJ, Brasil, onde ocorreu a única morte durante todo o período. Embora incidentes possam ocorrer durante a captura, o baixo índice observado decorre do aprimoramento tanto da equipe quanto das técnicas empregadas. Deste modo, consideramos que a comunicação de acidentes ocorridos durante as capturas é relevante, buscando o aprimoramento da técnica. Não devem ser considerados como restrições para estudos de animais de vida livre, visto que muitos dados relevantes para a conservação animal ainda não podem ser obtidos de outro modo.

## Conclusão

O uso de armadilhas de acionamento automático em capturas de primatas de médio porte deve ser supervisionado com maior frequência, de modo a evitar incidentes. Uma alternativa viável e segura para essas capturas são as armadilhas de acionamento manual. Ambos procedimentos podem minimizar a exposição dos animais capturados à fatores estressantes por mais tempo que o necessário, reduzindo os riscos associados à captura, muitas vezes necessária para estudos mais detalhados de diversas espécies de vida livre.

## Agradecimentos

Agradecemos às funcionárias, Claudionéia Müller, pelo auxílio para o armazenamento do material biológico e Andréia Fonseca Martins, pelas informações sobre captura e comportamento dos micos-leões-dourados, ambas da Associação Mico-Leão-Dourado, alocada na REBIO de Poço das Antas. Agradecemos também à professora de língua inglesa Rosângela da Rocha Freitas pela revisão do abstract e aos revisores anônimos pelas relevantes contribuições para o aprimoramento deste artigo científico.

## Referências Bibliográficas

Aguiar, L. M., Ludwig, G., Svoboda, W. K., Texeira, G. M., Shiozawa, M. M., Malanski, L. S., Mello, A. M.,



- Navarro, I. T., Passos, F. C. 2007. Use of traps to capture Black and Gold Howlers (*Alouatta caraya*) in the islands of the upper Paraná river, Southern Brazil. *Am. J. Primatol.* 69: 241–247.
- AMLD – Associação Mico-Leão-Dourado. Histórico. Disponível em: <https://www.micoleao.org.br/template.php?pagina=/associacao/historico.php&titulo=HISTÓRICO&area=associacao>. Acesso em: 01/2021.
- Batista, J. S., Bezerra, F. S. B., Lira, R. A., Orpinelli, S. R. T., Dias, C. E. V., Oliveira, A. F. 2008. Síndrome do stress em catetos (*Tayassu tajacu*) submetidos à captura e contenção em diferentes horários da manhã em Mossoró, RN. *Ci. Anim. Bras.*, 9: 170–176.
- Batista, J. S., Bezerra, F. S. B., Agra, E. G. D., Calado, E. B., Godói, R. M., Rodrigues, C. M. F., Nunes, F. C. R., Blanco, B. S. 2009. Efeitos da contenção física e química sobre os parâmetros indicadores de estresse em catetos (*Tayassu tajacu*). *Acta Vet. Bras.* 3(2): 92–97.
- Baptista, R. I. A. A., Bertani, G. R., Barbosa, C. N. 2011. Indicadores do bem-estar em suínos. *Ciênc. Rural*, Santa Maria, 41(10): 1823–1830.
- Brasil. 2017. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. *Guia de Vigilância de Epizootias em Primatas Não Humanos e Entomologia aplicada à Vigilância da Febre Amarela*, 2ª ed, p.50–60.
- Campos, F. A., Fedigan, L. M. 2009. Behavioral adaptations to heat stress and water scarcity in white-faced capuchins (*Cebus capucinus*) in Santa Rosa National Park, Costa Rica. *Am. J. Phys. Anthropol.* 138: 101–111.
- Chen, Y., Fenoglio, K. A., Dubé, C. M., Grigoriadis, D. E., Baram, T. Z. 2006. Cellular and molecular mechanisms of hippocampal activation by acute stress are age-dependent. *Mol. Psychiatry*, 11: 992–1002.
- Giese, M. 1996. Effects of human activity on Adelie penguin (*Pygoscelis adeliae*) breeding success. *Biol. Conserv.* 75(2): 157–164.
- Giralt, J. M. 2002. Valoración del estrés de captura, transporte y manejo en el corzo (*Capreolus capreolus*): efecto de la acepromacina y de la cautividad. Tese de doutorado, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra.
- Gros-Louis, J., Perry, S. E., Manson, J. H. 2003. Violent coalitionary attacks and intraspecific killing in wild white-faced capuchin monkeys (*Cebus capucinus*). *Primates* 44(4): 341–346.
- Izar, P., Ramos-da-Silva, E. D., Resende, B. D., Ottoni, E. B. 2007. A case of infanticide in tufted capuchin monkeys (*Cebus nigritus*). *Mastozool. Neotrop.* 14(1): 73–76.
- Izawa, K. 1980. Social Behavior of the Wild Black-capped Capuchin (*Cebus apella*). *Primates* 21(4): 443–467.
- Karanth, K. U., Nichols, J. D. 1998. Estimating tiger densities in India from camera trap data using photographic captures and recaptures. *Ecology* 79: 2852–2862.
- Kierulff, M. C. M., Santos, G. R., Canale, G., Guidorizzi, C. E., Cassano, C. 2004. The use of camera-traps in a survey of the buff-headed capuchin monkey, *Cebus xanthosternos*. *Neotrop. Primates* 12: 56–59.
- Kuhnen, V. V., Setz, E. Z. F. 2016. Bem-estar de pequenos mamíferos capturados em armadilhas de grade. *Bol. Soc. Bras. Mastozool.* 75: 1–7.
- Mackinnon, K. C. 2013. Ontogeny of Social Behavior in the Genus *Cebus* and the Application of an Integrative Framework for Examining Plasticity and Complexity in Evolution. *Developments in Primatology: Progress and Prospects*. Springer, New York, v.37.
- Mendonça-Furtado, O., Izar, P., Palm, R. 2017. Validation of an Enzyme Immunoassay for Measuring Fecal Cortisol Metabolites of Bearded (*Sapajus libidinosus*) and Black (*Sapajus nigritus*) Capuchins. *Int. J. Primatol.* 38: 1002–1016.
- Mowat, G., Slough, B., Rivard, R. 1994. A comparison of three live capturing devices for lynx: capture efficiency and injuries. *Wildl. Soc. Bull.* 22: 644–650.
- Ramírez-Llorens, P., Di Bitetti, M. S., Baldovino, M. C. E., Janson, C. H. 2008. Infanticide in black capuchin monkeys (*Cebus apella nigritus*) in Iguazú National Park, Argentina. *Am. J. Primatol.* 70: 473–484.
- Rangel, C. H., Adler, J. G. V., Heliodor, G. C., Júnior, A. S., Verona, C. E. 2013. Relato de caso de morte por agressão entre macacos-prego *Sapajus nigritus* (Primates: Cebidae) no Jardim Botânico do Rio de Janeiro. *Neotrop. Primates* 20(1): 48–52.
- Rocha, V. J., Aguiar, L. M., Ludwig, G., Hilst, C. L. S., Teixeira, G. M., Svoboda, W. K., Shiozawa, M. M., Malanski, L. S., Navarro, I. T., Mariño, J. H., Passos, F. 2007. Techniques and trap models for capturing wild tufted capuchins. *Int. J. Primatol.* 28: 231–243.
- Rose, L. 1994. Benefits and costs of resident males to females in white-faced capuchins, *Cebus capucinus*. *Am. J. Primatol.* 32: 235–248.
- Ruder, M. G., Noel, B. L., Bednarz, J. C. e Keel, M. K. 2012. Exertional myopathy in Pileated Woodpeckers (*Dryocopus pileatus*) subsequent to capture. *J. Wildl. Dis.* 48: 514–516.
- Sánchez-Rodríguez, S. H. 2007. Respuesta hormonal de los organismos superiores ante el estrés calórico. *Ver. Electron. de Vet.* 8(12B): 1–8.
- Sanin, Y. L., Cabrera, A. M. Z., Morales, A. M. T. 2016. Adaptive responses to thermal stress in mammals. *Rev. Med. Vet.* 31: 121–135.
- Scarry, C., Tujague, P. 2012. Consequences of lethal intragroup aggression and alpha male replacement on intergroup relations and home range use in tufted capuchin monkeys (*Cebus apella nigritus*). *Am. J. Primatol.* 74: 804–810.
- Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento/SEMA. 2001. Atlas das Unidades de Conservação da Natureza do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, *Metalivros*, p.48.
- Silva, I. J. O., Pandorfi, H., Piedade, S. M. S. 2008. Influência do sistema de alojamento no comportamento e bem-estar de matrizes suínas em gestação. *Rev. Bras. Zootec.* 37(7): 1319–1329.
- Todd, A. 1987. A Method of Prioritizing Furbearer Species for Research and Development in Humane Capture

- Methods as Applied in Canada. *Wildl. Soc. Bull.* 15(3): 372–380.
- Toth, T. 1990. The role of catecholamines in lethal immobilization stress. *Acta Physiol. Hung.* 75(2): 95–99.
- Weimerskirch, H., Shaffer, S. A., Mabile, G., Martin, J., Boutard, O., Rouanet, J. L. 2002. Heart rate and energy expenditure of incubating wandering albatrosses: basal levels, natural variation, and the effects of human disturbance. *J. Exp. Biol.* 205: 475–483.
- Young, A. L., Obora, T., Bondonny, L., Toniolo, A., Miville, J., Yamaguchi, Y., Kato, A., Takita, M., Goto, Y. 2018. The Effects of Housing Density on Social Interactions and Their Correlations with Serotonin in Rodents and Primates. *Sci. Rep.* 8: 3497.



## CONFLITOS ANTRÓPICOS ENVOLVENDO PRIMATAS NEOTROPICAIS E A SITUAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS DE FAUNA SILVESTRE NO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Daniel Vilasboas Slomp<sup>1</sup>, Caroline Weissheimer Costa Gomes<sup>1</sup>, Mateus Evangelista Leal<sup>1</sup>  
e Elisandro Oliveira dos Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul (SEMA/RS), Porto Alegre, RS, Brasil.

E-mail: <danielslomp@gmail.com>

<sup>2</sup> Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), Canoas, RS, Brasil.

### Resumo

As pressões antrópicas sobre a fauna silvestre, como atropelamentos, ataques por cães, eletrocussões, caça e cativeiro ilegal, podem reduzir ou extinguir localmente as populações de primatas. Três espécies de primatas ocorrem naturalmente no sul do Brasil: *Alouatta caraya*, *A. guariba clamitans* e *Sapajus nigritus cucullatus*. Todas as espécies foram acometidas por conflitos antrópicos, tendo indivíduos feridos encaminhados para reabilitação ou cativeiro permanente. O objetivo deste trabalho foi investigar a situação dos empreendimentos de fauna silvestre habilitados a receber e destinar primatas no Rio Grande do Sul. Para tanto, coletamos informações de consulta pública dos empreendimentos constantes no Sistema Online de Licenciamento Ambiental (SOL). Foram analisadas informações sobre os tipos de conflitos antrópicos envolvendo primatas em atendimento emergencial, assim como sua destinação final. Além disso, caracterizamos os primatas neotropicais abrigados nos empreendimentos e a situação de seus recintos de acordo com as normas ambientais. De 2018 a 2019, foram notificados 87 casos de primatas atendidos emergencialmente. A espécie mais registrada em conflitos antrópicos foi *A. g. clamitans*. Atropelamentos e ataques por animais domésticos mostraram prevalência na morte de indivíduos. Por outro lado, observamos que os animais órfãos apresentaram maior sobrevivência nos atendimentos emergenciais. O cativeiro permanente foi o destino mais frequente entre os sobreviventes envolvidos em conflitos antrópicos. Em 2017, foram contabilizados 408 indivíduos de primatas neotropicais mantidos em Jardins Zoológicos e Mantenedores de Fauna Silvestre. Constatamos que os Mantenedores de Fauna Silvestre são os principais locais de acolhimento de primatas no RS. Os gêneros mais abundantes de primatas abrigados foram *Alouatta*, *Sapajus* e *Callithrix*. Observamos que mais da metade dos recintos está em desacordo com as normas ambientais, com maior incidência de problemas estruturais nos recintos de *Alouatta*. A circulação de indivíduos do gênero *Callithrix*, em cativeiro ilegal, foi identificada no sul do Brasil, fora de sua área de distribuição, e representa um risco de invasão biológica.

**Palavras-chave:** *Alouatta*, *Callithrix*, destinação de fauna, manejo de fauna, políticas públicas.

### Abstract

Human pressures on wildlife, such as roadkill from vehicles, dog attacks, electrocutions, hunting and illegal captivity, can reduce or locally extinguish primate populations. Three primate species naturally occur in the south of Brazil: *Alouatta caraya*, *A. guariba clamitans* and *Sapajus nigritus cucullatus* and they all have currently become affected by anthropic conflicts, with injured individuals being referred for rehabilitation or long-term captivity. The objective of this work was to investigate the status of wildlife management institutions qualified to receive and assign primates in the State of Rio Grande do Sul. For this purpose, we collected information from authorized wildlife management institutions at the public Online Environmental Licensing System (SOL). We analyzed information about the types of anthropic conflicts involving primates in emergency care and their final destination; in addition, we characterized the Neotropical primates housed in these institutions and the situation of their enclosures according to environmental standards. From 2018 to 2019, 87 cases of primates in emergency care were reported. *A. g. clamitans* individuals were those most commonly registered in anthropic conflicts. Roadkill and attack by domestic animals showed prevalence in the death of individuals. On the other hand, we observed that orphaned animals showed greater survival in emergency care. Permanent captivity was the most frequent destination among the surviving individuals involved in anthropic conflicts. In 2017, the number of Neotropical primates kept in zoos and private wildlife holders totaled 408 individuals. We found that private institutions of captive wildlife are the main primate host sites. The most abundant genera of primates housed were *Alouatta*, *Sapajus* and *Callithrix*. We identify that more than half of the enclosures are at odds with environmental standards, with a higher incidence of structural problems in the *Alouatta* enclosures. The circulation of individuals of the genus *Callithrix* in illegal captivity was found in southern Brazil, outside of its distribution area, and represents a risk of biological invasion.

**Keywords:** *Alouatta*, *Callithrix*, fauna destination, fauna management, public policies.

## Introdução

A principal ameaça para a conservação dos primatas é a perda, transformação ou fragmentação de seu habitat (Cowlshaw e Dunbar, 2000), o que resulta na diminuição da área de vida, escassez de recursos alimentares e isolamento de populações (Estrada e Coates-Estrada, 1996; Arroyo-Rodríguez e Dias, 2009). A fragmentação causa maior exposição dos primatas às pressões antrópicas, como atropelamentos, ataques por animais domésticos, choques elétricos, caça e cativeiro ilegal (Cowlshaw e Dunbar, 2000; Printes *et al.*, 2010; Gordo *et al.*, 2013; Estrada *et al.*, 2017; Piano *et al.*, 2020), além de aumentar a probabilidade de eventos estocásticos, como epizootias de febre amarela, que recentemente afetaram diversas populações de primatas no Brasil (Almeida *et al.*, 2012; Moreno *et al.*, 2013; Strier *et al.*, 2019). A exposição a esses fatores pode reduzir drasticamente ou extinguir localmente populações naturais, devido à morte ou remoção de indivíduos, exercendo maior impacto em populações pequenas (Cowlshaw e Dunbar, 2000).

A região Sul do Brasil é considerada o limite austral de distribuição para os primatas neotropicais (Printes *et al.*, 2001), contemplando no Estado do Rio Grande do Sul (RS) o limite de ocorrência de três espécies nativas do Brasil: o bugio-preto, *Alouatta caraya* (Humboldt, 1812) (Jardim *et al.*, 2020), o bugio-ruivo, *A. guariba clamitans* (Cabrera, 1940) (Printes *et al.*, 2001) e o macaco-prego, *Sapajus nigritus cucullatus* (Spix, 1823) (Di Bitetti *et al.*, 2020; Ludwig *et al.*, 2021). No RS, as duas espécies de *Alouatta* estão ameaçadas de extinção, apesar de sua ampla distribuição e ocorrência em diversas áreas protegidas (Slomp *et al.*, 2014). No entanto, em âmbito nacional e global, apenas *A. g. clamitans* foi considerada como vulnerável à ameaça de extinção (ICMBio/MMA, 2018; Jerusalinsky *et al.*, 2020), além de ser considerada uma das 25 espécies de primatas mais ameaçadas de extinção do mundo (Buss *et al.*, 2019). Por fim, *S. n. cucullatus* apresenta baixo risco de extinção em âmbito global (Di Bitetti *et al.*, 2020; Ludwig *et al.*, 2021).

No RS, as populações naturais de *A. g. clamitans* e *S. n. cucullatus* ocorrem predominantemente no bioma Mata Atlântica (Culot *et al.*, 2019), que passou por um intenso processo de fragmentação, sendo mais de 80% dos fragmentos florestais remanescentes menores do que 50 hectares, com a maioria deles localizada dentro de uma matriz de pastagens, plantações, centros urbanos e estradas (Ribeiro *et al.*, 2009). Por sua vez, *A. caraya* ocupa, principalmente, as matas ciliares e pequenos fragmentos florestais associados ao bioma Pampa (Codonotti *et al.*, 2002; Jardim *et al.*, 2020), que passou por recente processo de fragmentação pelos usos alternativos do solo e avanço da presença humana sobre as áreas naturais (Bencke, 2009). Em ambientes de grande fragmentação, os primatas frequentemente entram em contato com populações humanas, sendo as áreas de transição urbano/

rural mais propícias à ocorrência de interações e conflitos (Estrada e Coates-Estrada, 1996; Parker *et al.*, 2008; Estrada *et al.*, 2012).

Esse cenário de ameaças evidencia a necessidade de realizar ações para a conservação das espécies de primatas no RS. De forma geral, os animais silvestres são de propriedade do poder público, recaindo sobre ele todas as responsabilidades de gestão (Lei Federal nº 5.197/1967). Neste caso, visando atender e combater as ameaças à fauna, a Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Infraestrutura do RS (SEMA/RS) desencadeou uma série de tratativas para subsidiar e facilitar o atendimento e recepção de animais expostos às ações antropogênicas. A exemplo disso, foram estabelecidos protocolos regionais visando reger as atividades de destinação de fauna silvestre apreendida, resgatada ou entregue voluntariamente (Portaria SEMA nº 177/2015), assim como normatizar os empreendimentos de acolhimento e manejo de fauna silvestre em cativeiro (Portaria SEMA nº 179/2015; SEMA/RS, 2017). Também foram estabelecidas políticas públicas voltadas à regulamentação do uso, controle, prevenção e detecção precoce das espécies exóticas invasoras do RS (Portaria SEMA nº 79/2013). Como, por exemplo, a proibição do comércio, doação ou aquisição intencional de indivíduos do gênero *Callithrix* e a detecção do estabelecimento de uma população de *C. penicillata* (sagui-de-tufos-pretos) no município de Porto Mauá/RS (SEMA/RS, 2016).

A proposição de políticas públicas que contemplem a conservação e proteção da fauna silvestre a partir da identificação de impactos negativos, bem como medidas de mitigação e resolução de conflitos ambientais, é primordial para a reversão do status atual de ameaça à conservação dos primatas (Estrada *et al.*, 2017; Charity e Ferreira, 2020). Para tanto, devem ser estabelecidos indicadores que reflitam o efeito dos procedimentos adotados com a implementação dessas políticas de conservação da fauna nativa. Diante desta problemática, as questões envolvendo animais silvestres em conflitos antrópicos requerem uma articulação entre o poder público e os empreendimentos de fauna silvestre, a fim de aprimorar os procedimentos que beneficiem as chances de sobrevivência e o bem estar dos animais envolvidos.

O estudo apresentado teve como objetivo investigar o status dos empreendimentos de fauna habilitados a receber e destinar primatas no território do Estado do Rio Grande do Sul, sul do Brasil. Nesse sentido, buscamos identificar os principais conflitos antrópicos e a destinação final envolvendo primatas em atendimentos emergenciais realizados pelos empreendimentos de fauna. Além disso, caracterizamos o plantel fixo permanente de primatas neotropicais mantidos em instituições autorizadas, conforme Portaria SEMA nº 179/2015 (Jardim Zoológico e Mantenedor de Fauna Silvestre), e sua adequação às normas ambientais.

Nossa hipótese é que os atendimentos emergenciais favorecem a sobrevivência das espécies de primatas nativos do RS. Nesse sentido, considerando que a legislação estadual estabeleceu normas de controle de espécies exóticas invasoras (Portaria SEMA nº 79/2013) e que há apenas uma população conhecida de primata alóctone estabelecida em todo o Estado (SEMA/RS, 2016), previmos (P1) que os atendimentos emergenciais seriam compostos predominantemente por espécies de primatas nativos do RS. Também previmos (P2) que haveria maior ocorrência de conflitos antrópicos em consequência ao deslocamento dos primatas pelo chão, como atropelamentos e ataque por animais domésticos, tendo em vista que os primatas, apesar da preferência pelo uso dos estratos arbóreos, são conhecidos por cruzar espaços abertos entre fragmentos, ficando, assim, expostos a esses tipos de conflitos (Printes *et al.*, 2010; Gordo *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2015). Ainda, ao contrário do padrão de destinação final observado em centros de triagem no Brasil, em que a maior parte dos primatas recepcionados vem a óbito ou permanece em algum tipo de cativeiro (Levacov *et al.*, 2011; Monticelli e Morais, 2015), previmos (P3) que a maioria dos animais recepcionados em atendimento emergencial no RS seria solta em ambiente natural, devido à existência de protocolos regionais que regem as atividades de destinação de fauna silvestre (Portaria SEMA nº 177/2015).

Em relação aos plantéis fixos permanentes de primatas neotropicais no RS, levando em conta a existência de normas que regularizam sua implantação (SEMA/RS, 2017; 2020), nossa hipótese é que os empreendimentos de fauna possuam recintos em boas condições para as espécies abrigadas com predomínio de espécimes nativos do RS. Nesse aspecto, considerando que o Jardim Zoológico mantém coleção de animais silvestres em exposição à visitação pública (Portaria SEMA nº 179/2015), previmos (P4) que os Jardins Zoológicos teriam seu plantel composto predominantemente por espécimes de primatas alóctones do RS, ficando a cargo dos Mantenedores de Fauna Silvestre um maior acolhimento de indivíduos de primatas autóctones. Além disso, em decorrência da existência de protocolos regionais determinando as dimensões e o manejo das espécies de primatas em recintos (SEMA/RS, 2020), previmos (P5) que os recintos estariam majoritariamente adequados às normas legais estabelecidas.

## Métodos

O presente trabalho foi conduzido no Estado do Rio Grande do Sul (RS), que ocupa uma área de 268,782 km<sup>2</sup>, está dividido em 496 municípios e possui 10.695.532 habitantes (IBGE, 2010). O território do RS é dividido em dois biomas: bioma Mata Atlântica, que abrange as formações florestais da região norte e nordeste, além dos campos de altitude associados, e o bioma Pampa, que se estende pelos campos da metade sul e Missões, cobrindo uma área aproximada de 176,496 km<sup>2</sup> (IBGE, 2004).

Foram coletadas informações de consulta pública de empreendimentos de fauna autorizados constantes no Sistema Online de Licenciamento Ambiental - SOL (<https://secweb.procergs.com.br/sra/logon.xhtml>). O SOL é uma plataforma de licenciamento ambiental eletrônica utilizada para empreendimentos que exerçam atividades potencialmente poluidoras de competência Estadual constantes na Resolução CONSEMA nº 372/2020. Esta plataforma é utilizada pelos empreendimentos privados ou públicos visando o cadastramento junto ao órgão ambiental responsável pela Autorização de Uso e Manejo de Fauna. Em decorrência da inexistência de um fluxo contínuo de recebimento de dados sobre primatas neotropicais, se utilizou como referência as listas de plantéis e atendimentos emergenciais fornecidas pela Divisão de Fauna da SEMA/RS nos períodos em que haviam dados completos disponibilizados. Dessa forma, os dados de plantel correspondem ao período de 2015 a 2017 e os dados de atendimento emergencial com primatas aos anos de 2018 e 2019.

De posse das informações, realizamos a avaliação dos empreendimentos constantes no SOL, e foram considerados aptos para avaliação aqueles que disponibilizaram os dados necessários para as análises. As categorias desses empreendimentos foram Jardim Zoológico (07), Mantenedor de Fauna Silvestre (06), Centro de Atendimento Emergencial (04) e Centro de Recepção e Triagem (01), sendo que destas somente é facultado ao Jardim Zoológico (ZOO) e ao Mantenedor de Fauna Silvestre (MFS) formarem plantel fixo permanente (Portaria SEMA nº 179/2015; SEMA/RS, 2017). Os dados foram plotados em mapa de distribuição no Estado, visando investigar a sobreposição das áreas de ocorrência dos primatas com a localização dos empreendimentos autorizados a destinar e receber esse grupo.

Na investigação da incidência de fatores antrópicos relacionados ao atendimento emergencial com primatas foi avaliada a espécie, a abundância de indivíduos e a categoria de conflito antrópico (órfão, ataque de animal doméstico, choque elétrico, atropelamento, cativeiro ilegal e trauma indeterminado). Salienta-se que nas categorias de conflito antrópico, o grupo “órfão” foi caracterizado por indivíduos infantes ou juvenis encontrados sem a mãe em vida livre, entregues aos empreendimentos, cuja causa do abandono ou do conflito antrópico não foi identificada. Já o grupo “trauma indeterminado” foi caracterizado por indivíduos adultos enfermos ou com traumas diversos, sem identificação da causa do conflito que possa ter gerado a moléstia.

Em relação à destinação final, os animais atendidos foram classificados em: óbito, soltura em ambiente natural (indivíduo com processo de reabilitação concluído e com posterior soltura), cativeiro definitivo (indivíduo com processo de reabilitação concluído e considerado inapto à soltura) e cativeiro provisório (indivíduo em processo de reabilitação e/ou aguardando soltura).

Quanto à avaliação do plantel de primatas neotropicais depositados em cativeiro definitivo, foi avaliada a espécie e abundância de indivíduos. Nos empreendimentos com dados disponíveis, foram avaliadas as especificações técnicas dos recintos que abrigam primatas, conforme as Normas Técnicas para Recintos de Mamíferos (SEMA/RS, 2020). Os critérios de comparação utilizados foram a relação entre as dimensões dos recintos e a densidade populacional por grupo familiar.

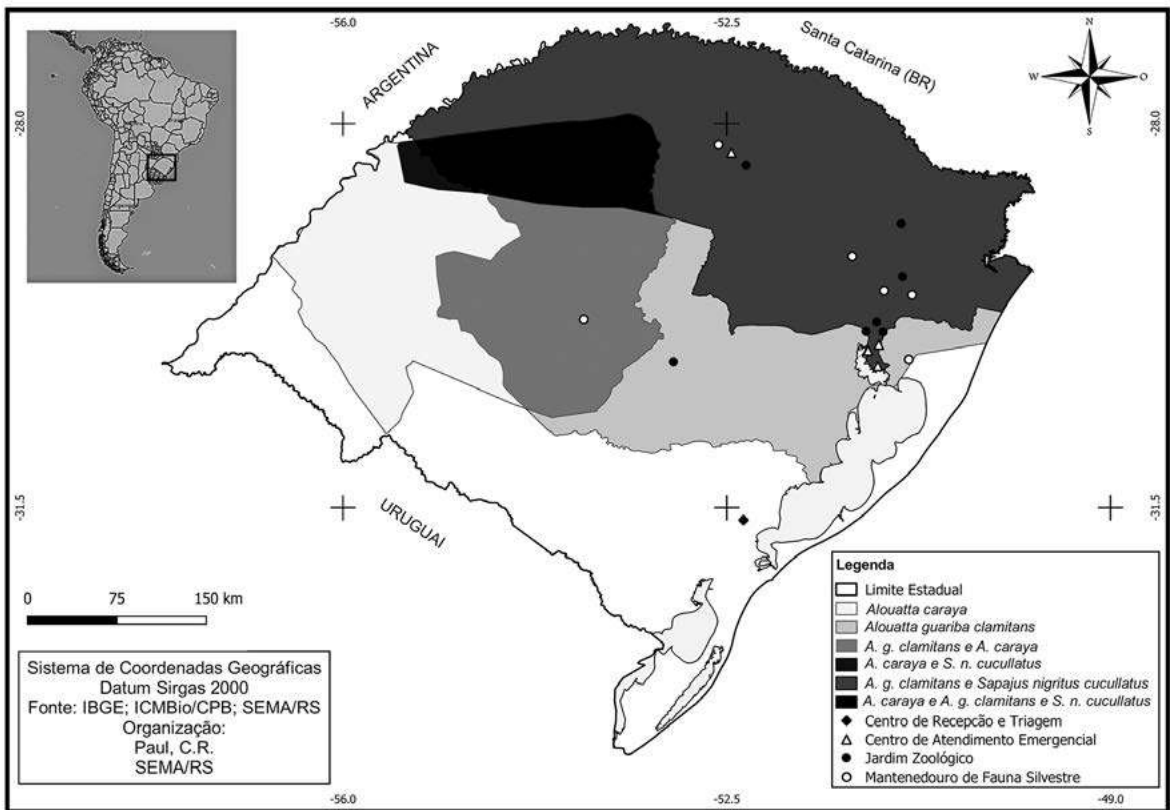
Para investigar se as diferenças observadas entre as categorias de conflito antrópico, de destinação final e do plantel diferiam do esperado ao acaso, os dados foram submetidos ao teste Qui-Quadrado ( $X^2$ ) com significância bicaudal de  $p \leq 0.05$ . Quando o resultado deste teste foi significativo, foi realizada uma análise a posteriori (teste  $z$ ) para avaliar os resíduos padronizados com base na diferença entre as frequências observadas e esperadas ao acaso, visando determinar quais conflitos contribuíram positivamente para a diferença significativa, conforme abordagem de Hallwass *et al.*, 2013. Em relação aos plantéis fixos permanentes de primatas neotropicais nos empreendimentos de fauna, as diferenças entre espécimes nativos do RS e alóctones e entre os gêneros mais representativos foram submetidas ao teste Qui-Quadrado ( $X^2$ ), a fim de verificar se a ocorrência nos empreendimentos diferia do esperado ao acaso, nesses casos

utilizando a correção de Yates. Empregamos o Software BioEstat 5.0 (Ayres *et al.*, 2007).

Por sua vez, para investigar se a categoria de conflito antrópico influencia na sobrevivência dos indivíduos foi realizada ordenação de escala multidimensional não-métrica (NMDS), com índice de similaridade de Jaccard (1,000 permutações) e análise de similaridade (ANOSIM). Os resultados do ANOSIM são expressos como R Global, onde os valores variam de 0 (nenhuma diferença na composição) a 1 (diferença total na composição). Realizamos as análises NMDS e ANOSIM usando o software PRIMER6 (Clarke e Gorley, 2006).

## Resultados

Foram identificados 18 empreendimentos de fauna silvestre autorizados pela SEMA/RS a receber primatas neotropicais. Nove desses empreendimentos atuavam apenas com plantel fixo de primatas, outros cinco realizavam somente o atendimento emergencial e quatro deles realizavam as duas funções referidas anteriormente. Dos empreendimentos listados, cinco eram geridos pelo poder público e treze pertenciam à iniciativa privada. A distribuição dos empreendimentos e a área de ocorrência natural das espécies de primatas no RS são representadas na Figura 1.



**Figura 1.** Distribuição espacial dos empreendimentos de fauna em sobreposição a distribuição das espécies de primatas nativos no Estado do Rio Grande do Sul.

Nos nove empreendimentos habilitados para o atendimento emergencial de fauna silvestre foi verificado o ingresso de 9,097 indivíduos de diversos táxons de animais silvestres (2018-2019). Nesse período, 87 primatas foram atendidos, o que representou 0.96% do total de entradas. Foram atendidos indivíduos de duas espécies nativas (*A. g. clamitans* e *S. n. cucullatus*) e mais duas alóctones do RS (*Callithrix* sp. e *Brachyteles arachnoides*). A maior representatividade na amostragem foi de *A. g. clamitans* com 91% dos atendimentos. Não foram obtidos registros de atendimento da espécie *A. caraya* (Tabela 1).

**Tabela 1.** Espécies de primatas atendidas emergencialmente nos empreendimentos de fauna no Rio Grande do Sul entre 2018 e 2019. (M=macho, F=fêmea, I=indeterminado, J=jovem, A=adulto).

Espécie	Nome comum	N	Sexo				Classe etária	
			M	F	I	J	A	I
<i>Alouatta guariba clamitans</i>	Bugio-ruivo	79	38	28	13	41	36	2
<i>Sapajus nigritus cucullatus</i>	Macaco-prego	4	4	0	0	2	2	0
<i>Callithrix</i> sp.	Sagui	3	2	1	0	0	3	0
<i>Brachyteles arachnoides</i>	Muriqui-do-sul	1	0	0	1	1	0	0
<b>Total</b>		<b>87</b>	<b>44</b>	<b>29</b>	<b>14</b>	<b>44</b>	<b>41</b>	<b>2</b>

Foram identificadas seis categorias de conflitos antrópicos que resultaram em atendimento emergencial (Tabela 2). Não foi possível classificar a categoria de conflito antrópico em nove casos, pois eram animais entregues aos empreendimentos vivos ou mortos sem lesões aparentes e, portanto, não foram incluídos nas análises. Os conflitos antrópicos diferiram significativamente em número de atendimentos ( $X^2=21.54$ ,  $gl=5$ ,  $n=78$ ,  $p=0.0006$ ). Os conflitos mais frequentes foram Órfão ( $z=2.77$ ,  $p=0.0040$ ) e Trauma indeterminado ( $z=2.50$ ,  $p=0.0100$ ). Todos os indivíduos da categoria Órfão eram da espécie *A. g. clamitans*.

Do total de atendimentos emergenciais, 58% dos indivíduos sobreviveram ao trauma inicial. A ordenação NMDS realizada (Global R=0.105,  $p=0.0140$ , stress 0) indicou que entre as categorias de conflitos antrópicos houve uma tendência de maior incidência de mortalidade nos atropelamentos (75%), seguida de ataque de animais domésticos (70%). Por sua vez, o grupo de animais apreendidos de cativeiro ilegal obteve 100% de sobrevivência, seguido de animais órfãos com 78% de sobrevivência.

Quanto à destinação dos 45 indivíduos sobreviventes nos atendimentos emergenciais, 27% deles tiveram recuperação plena, atendendo aos critérios definidos pela Portaria SEMA nº 177/2015 para retorno à natureza após a reabilitação. Ainda, 62% dos animais foram encaminhados para cativeiro definitivo em empreendimento autorizado. Em 11% dos casos houve permanência do indivíduo em cativeiro provisório, estando em reabilitação até o término do estudo. Constatamos que as destinações finais diferiram significativamente ( $X^2=18.53$ ,  $gl=2$ ,  $n=45$ ,  $p<0.0001$ ). A destinação final mais frequente foi cativeiro definitivo ( $z=3.36$ ,  $p<0.0001$ ).

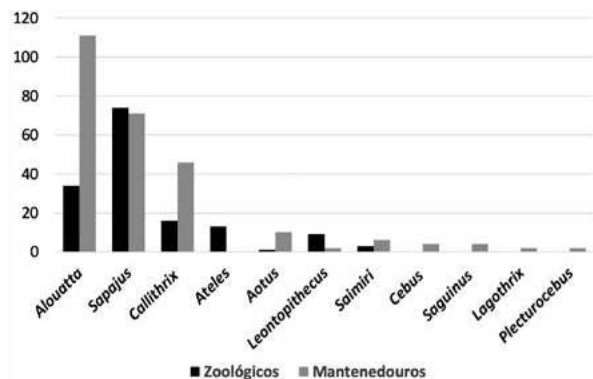
**Tabela 2.** Resultado das categorias de conflito antrópico envolvendo primatas no RS entre 2018 e 2019. (FR=frequência relativa).

Conflito Antrópico	N	Resíduo do $X^2$		Sobrevivência			
		FR (%)	Óbito	FR (%)	FR (%)		
Órfão	23	10	29.5	5	22	18	78
Trauma indeterminado	22	9	28.2	11	50	11	50
Ataque de animal doméstico	10	-3	12.8	7	70	3	30
Choque elétrico	9	-4	11.5	4	44	5	56
Atropelamento	8	-5	10.3	6	75	2	25
Cativeiro ilegal	6	-7	7.7	0	0	6	100
<b>Total</b>	<b>78</b>			<b>33</b>		<b>45</b>	

Em relação ao plantel de primatas neotropicais, em 2017, nos 13 empreendimentos de fauna analisados (sete ZOO e seis MFS) foram contabilizados 408 indivíduos distribuídos entre 27 espécies e 11 gêneros ( $X^2=1,377.44$ ,  $gl=26$ ,  $n=408$ ,  $p<0.0001$ ) (Fig. 2). As espécies mais representativas foram *S. n. cucullatus* ( $n=110$ ,  $z=24.41$ ,  $p<0.0001$ ), seguida de *A. g. clamitans* ( $n=103$ ,  $z=22.61$ ,  $p<0.0001$ ), *A. caraya* ( $n=39$ ,  $z=6.15$ ,  $p<0.0001$ ) e *C. penicillata* ( $n=38$ ,  $z=5.89$ ,  $p<0.0001$ ). Excetuando-se a última espécie citada, as demais são nativas do RS. Ressalta-se, ainda, a presença no plantel de espécies ameaçadas de extinção, sendo elas *Alouatta belzebul* ( $n=1$ ), *Ateles belzebuth* ( $n=2$ ), *Ateles chamek* ( $n=5$ ), *Ateles marginatus* ( $n=2$ ), *Ateles paniscus* ( $n=4$ ), *Cebus kaapori* ( $n=2$ ), *Lagothrix lagotricha* ( $n=2$ ), *Leontopithecus chrysomelas* ( $n=11$ ), *Saguinus niger* ( $n=2$ ) e *Sapajus robustus* ( $n=3$ ) (IUCN, 2020).

No plantel de primatas neotropicais, o número de espécimes abrigados em MFS diferiu significativamente em relação ao ZOO, sendo 258 e 150 indivíduos, respectivamente ( $X^2_{Yates}=28.06$ ,  $gl=1$ ,  $n=408$ ,  $p<0.0001$ ). O ZOO apresentou 13 espécies distintas de primatas neotropicais em seu plantel com maior representatividade de espécimes nativos ( $X^2_{Yates}=28.17$ ,  $gl=1$ ,  $n=150$ ,

$p < 0.0001$ ). Enquanto que o MFS apresentou 21 espécies, não havendo diferença entre indivíduos nativos e alóctones abrigados ( $X^2 \text{ Yates} = 3.26$ ,  $gl = 1$ ,  $n = 258$ ,  $p = 0.071$ ). Em relação aos principais gêneros de primatas neotropicais presentes nos plantéis, *Alouatta* ( $X^2 \text{ Yates} = 39.83$ ,  $n = 145$ ,  $gl = 1$ ,  $p < 0.0001$ ) e *Callithrix* ( $X^2 \text{ Yates} = 13.56$ ,  $n = 62$ ,  $gl = 1$ ,  $p < 0.0001$ ) apresentaram maior ocorrência em MFS em comparação ao ZOO. Por sua vez, *Sapajus* ( $X^2 \text{ Yates} = 0.03$ ,  $n = 145$ ,  $gl = 1$ ,  $p > 0.05$ ) não apresentou diferença significativa entre as categorias. No entanto, cabe destacar que das cinco espécies de *Sapajus* identificadas, a categoria ZOO só possuía indivíduos de *S. n. cucullatus* ( $n = 74$ ) em seu plantel.



**Figura 2.** Distribuição dos gêneros de primatas neotropicais mantidos nas categorias de jardim zoológico e mantenedor de fauna silvestre no RS em 2017.

Dos 85 recintos analisados em sete empreendimentos de fauna, constatamos que 56% apresentavam alguma inadequação em relação às Normas Técnicas, vinculadas à presença de um ou mais problemas quanto às dimensões ou a sua lotação. Entre os 48 recintos inadequados, 85% pertenciam aos três MFS, enquanto que 15% deles estavam nos quatro ZOO avaliados. Entre os recintos destinados ao gênero *Alouatta*, 70% (28/40) apresentaram dimensões abaixo do previsto ou número de indivíduos superior à lotação máxima recomendada. Para o gênero *Callithrix*, 48% (11/23) dos recintos destinados apresentaram inadequações relativas a área ou altura. Para o gênero *Sapajus*, 41% (9/22) dos recintos apresentavam inadequações quanto ao dimensionamento ou lotação acima do recomendado para o gênero.

## Discussão

Corroborando a hipótese apresentada, as espécies de primatas nativos do RS prevaleceram sobre as demais dentro dos atendimentos emergenciais no Estado, com a predominância de *Alouatta guariba clamitans* (91% dos casos). Por outro lado, constatamos a ausência de registros de *A. caraya* e uma baixa incidência de outras espécies. Já a hipótese de que os conflitos antrópicos teriam relação ao deslocamento dos primatas pelo chão foi rejeitada, uma vez que as categorias de conflito mais frequentemente atendidas estavam relacionadas a animais órfãos e com traumas diversos. Ainda assim, atropelamento e ataque

por animais domésticos apresentaram maior prevalência de óbitos entre os indivíduos atendidos, evidenciando uma letalidade preocupante para esses tipos de conflito.

Os primatas representaram menos de 1% do total de atendimentos emergenciais registrados, constituindo uma pequena parcela dos conflitos antrópicos com fauna silvestre no RS. Entretanto, a ocorrência quase exclusiva de indivíduos de *A. g. clamitans* sugere que esses conflitos podem estar exercendo uma pressão extra sobre suas populações, na medida em que os impactos antropogênicos podem causar efeitos deletérios drásticos sobre populações de primatas, como a supressão de indivíduos (Michalski e Peres, 2005; Estrada *et al.*, 2017). Uma vez que muitas das populações de *A. g. clamitans* habitam ambientes fragmentados ou áreas protegidas próximas a povoados urbanos (Bicca-Marques, 2003; Arroyo-Rodríguez e Dias, 2009; Jerusalinsky *et al.*, 2010; Slomp *et al.*, 2014), é esperado que nessa matriz urbano/rural as interações entre primatas e populações humanas sejam inevitáveis. Nesse ambiente, a exposição de indivíduos a atropelamentos e ataques de animais domésticos mostra-se presumível, por exemplo, em situações de deslocamento pelo chão para acessar outros fragmentos (Bicca-Marques e Calegari-Marques, 1995; Silva *et al.*, 2015; Al-Razi *et al.*, 2019).

O atropelamento de primatas é relatado como um evento relativamente raro (Hetman *et al.*, 2019). No entanto, a pouca destreza no chão apresentada por espécies arborícolas coloca-as vulneráveis a serem atingidas por veículos (Weston *et al.*, 2011; Ferreira *et al.*, 2014; Al-Razi *et al.*, 2019), cuja letalidade demonstrou ter efeitos negativos em populações de primatas no Brasil (*Saguinus bicolor*, Gordo *et al.*, 2013; *A. g. clamitans*, Buss, 2012; Monticelli e Morais, 2015), Tanzânia (*Ptilocolobus kirkii*, Olgun *et al.*, 2021) e Índia (*Macaca mulatta*, Pragatheesh, 2011). Da mesma forma, os ataques por animais domésticos causam grande impacto na fauna nativa, ocorrendo principalmente nas bordas dos fragmentos associados às paisagens antropizadas (May e Norton, 1996; Galetti e Sazima, 2006; Waters *et al.*, 2017). Além dessas implicações negativas, tais conflitos também correspondem a importantes causas de entrada de animais em atendimentos emergenciais (Jerusalinsky *et al.*, 2010; Monticelli e Morais, 2015; Biondo *et al.*, 2019). Desse modo, mesmo sendo conflitos antrópicos pouco frequentes, há necessidade de mapear pelos órgãos de gestão pública seus locais de maior incidência, a fim de aplicar ações preventivas de manejo.

Ao contrário da nossa hipótese, a existência de critérios para o retorno à natureza de animais atendidos emergencialmente (Portaria SEMA nº 177/2015) não favoreceu a soltura pós-reabilitação, sendo que cativo definitivo foi a destinação final da maior parcela dos primatas atendidos. Algumas situações, como o recebimento de órfãos ou mutilações, limitam a soltura de muitos indivíduos

(Jerusalinsky *et al.*, 2010). Além disso, há uma tendência de recolhimento de indivíduos jovens pela população por considerarem que o animal pode estar sob risco de morte ou abandonado (Trigo *et al.*, 2013; Biondo *et al.*, 2019). Dessa forma, a maior destinação para cativeiro definitivo pode ter como causa o recolhimento inadequado de indivíduos jovens presentes no ambiente urbano, em decorrência, por exemplo, da queda de infantes durante a travessia de arames ou fios elétricos (Rodrigues e Martinez, 2014; Monticelli e Morais, 2015), que tem como consequência o abandono do filhote, principalmente nas espécies *A. g. clamitans* e *S. n. cucullatus* (Koch *et al.*, 2014). Afinal, constatamos que os animais órfãos obtiveram elevada sobrevivência nos atendimentos emergenciais, sendo que todos os órfãos provenientes de vida livre eram de *A. g. clamitans*.

Cabe notar que a distribuição dos empreendimentos de fauna que realizam atendimento emergencial no RS parece estar ligada aos maiores centros urbanos do Estado e apresenta uma grande sobreposição com a distribuição de *A. g. clamitans* e *S. n. cucullatus*. Portanto, a maior incidência de atendimentos de *A. g. clamitans* em detrimento de *S. n. cucullatus* pode estar atrelada a particularidades na dispersão e ecologia de cada espécie. Por sua vez, a ausência de atendimentos emergenciais em indivíduos de *A. caraya* pode estar relacionada à carência de empreendimentos cadastrados em sua área de distribuição no RS ou à menor susceptibilidade a conflitos antrópicos por habitarem, predominantemente, fragmentos inseridos numa paisagem de matriz rural (Codenotti *et al.*, 2002) e, portanto, com menor incidência de interações com populações humanas e animais domésticos. No entanto, mais estudos são necessários para discriminar as duas hipóteses apresentadas.

Em relação aos empreendimentos de fauna, foi possível identificar que os mantenedores de fauna silvestre são os principais locais de acolhimento de primatas no RS, sendo importantes para a manutenção de espécimes dos gêneros *Alouatta* e *Callithrix*. Refutando a nossa hipótese, os jardins zoológicos demonstraram em seu plantel uma maior representatividade de espécimes nativos do RS com destaque para *S. n. cucullatus*. Isso está de acordo com a inclusão de novos objetivos à missão institucional, como a conservação *ex situ* da fauna (Hargrove, 1995; Patrick *et al.*, 2007). O foco na conservação e reabilitação da fauna pode explicar o predomínio de indivíduos nativos do RS nos plantéis dos zoológicos. Outro aspecto que pode ter contribuído é que metade dos zoológicos no RS está ligada a instituições de ensino e pesquisa.

As dimensões de mais da metade dos recintos com primatas no RS estão em desacordo com a legislação estadual, em contraste com a hipótese apresentada. Também constatamos uma maior incidência de problemas estruturais nos recintos contendo indivíduos de *Alouatta*, com predomínio de recintos inadequados em mantenedores.

O atendimento às normas para recintos passou a ser exigido para todas as categorias de empreendimentos de fauna no RS apenas após a publicação da Portaria SEMA nº 179/2015. Até então, apenas os jardins zoológicos possuíam norma anterior prevendo o dimensionamento para os recintos das distintas espécies. Considerando que a maior parte dos primatas está em mantenedores de fauna silvestre, nossos resultados evidenciam o efeito negativo gerado pela falta de regulamentação dessa categoria de empreendimento e da necessidade de estabelecer junto aos empreendedores um cronograma para viabilizar a regularização dos recintos. Ressalta-se, contudo, que essa regularização e criação de novos recintos parte do interesse do empreendedor em manter número fixo de animais, não contemplando futuras aquisições de indivíduos que possam gerar superpopulação ao empreendimento.

Dessa forma, avaliando os resultados e as lacunas existentes no manejo dos indivíduos dentro do plantel dos empreendimentos de fauna, mostramos a necessidade do poder público em interceder para assegurar a readequação dos recintos, a fim de garantir conforto e bem estar animal, privilegiando a finalidade da manutenção de primatas em cativeiro com vistas a programas de conservação. Também sugerimos viabilizar um aprimoramento no sistema de informação, possibilitando um cadastro completo da origem e as causas (tipo de conflito) que levaram os animais ao cativeiro.

Por fim, a ocorrência de atendimentos emergenciais envolvendo espécimes do gênero *Callithrix*, todos oriundos de cativeiro ilegal, demonstra a permanência dessa prática, ainda que o comércio, criação e aquisição intencional de indivíduos desse gênero sejam proibidos desde a publicação da Lista de Espécies Exóticas Invasoras do RS (Portaria SEMA nº 79/2013). A alta frequência de *Callithrix* spp. nos plantéis de empreendimentos de fauna pode indicar uma demanda já antiga decorrente da apreensão desses animais em todo território nos últimos anos. Afinal, em âmbito nacional, a abundância do gênero *Callithrix* nos empreendimentos de fauna parece estar atrelada a utilização desses como animais de estimação provenientes, muitas vezes, do tráfico ilegal (Levacov *et al.*, 2011). Em virtude do alto potencial de invasão biológica das espécies de *Callithrix* (Vale *et al.*, 2020), a presença de indivíduos no território do RS pode representar um risco de invasão aos ambientes naturais, por fuga de cativeiro ou solturas indevidas pelos mantenedores, na iminência de uma ação de fiscalização, ou ainda, por deficiências operacionais de manejo dos empreendimentos de fauna.

Em suma, a maior ocorrência de incidentes com *A. g. clamitans* e a prevalência de óbitos envolvendo atropelamentos e ataques de animais domésticos indicam a necessidade de estabelecer ações de manejo que possam reduzir esses efeitos deletérios sobre suas populações.



A efetivação de políticas públicas, tais como, ações de conscientização ambiental, instalação de pontes de corda conectando locais de travessia e a instalação de redutores de velocidade nos ambientes de maior frequência de acidentes podem reduzir os riscos de conflitos antrópicos (Jerusalinsky *et al.*, 2010; Bicca-Marques, 2017; Olgun *et al.*, 2021). Destaca-se uma tendência dos primatas envolvidos em conflitos serem encaminhados para cativeiro definitivo, contribuindo para uma sobrecarga dos plantéis nos empreendimentos e, conseqüentemente, gerando deficiências no atendimento às normas de infraestrutura dos recintos. Isto também evidencia a necessidade do poder público em melhor gerir e mitigar os conflitos existentes em vida livre e aprimorar as condições de manutenção de primatas em cativeiro no RS. Sendo assim, o órgão ambiental é um ator fundamental nesse processo e deve assumir a responsabilidade de articular as demandas existentes e orientar os empreendimentos de forma a auxiliar na conservação dos primatas nativos e dar suporte às instituições que prestam serviço de maneira voluntária ao Estado.

### Agradecimentos

Ao Carlos Rudolfo Paul pela confecção do mapa. Aos colegas da Divisão de Fauna da SEMA/RS. E aos empreendedores e técnicos que realizam as ações de manejo de espécies da fauna silvestre de forma voluntária em muitos casos.

### Referências

- Al-Razi, H., Maria, M., Hasan, S. e Muzaffar, S. B. 2019. Mortality of primates due to roads and power lines in two forest patches in Bangladesh. *Zoologia* 36: e33540.
- Almeida, M. A. B., Santos, E., Cardoso, J. C., Fonseca, D. F., Noll, C. A., Silveira, V. R., ... e Brasil, R. A. 2012. Yellow fever outbreak affecting *Alouatta* populations in southern Brazil (Rio Grande do Sul State), 2008–2009. *Am. J. Primatol.* 74: 68–76.
- Arroyo-Rodríguez, V. e Dias, P. A. D. 2009. Effects of habitat fragmentation and disturbance on howler monkeys: a review. *Am. J. Primatol.* 72: 1–16.
- Ayres, M., Ayres, Jr. M., Ayres, D. L. e Santos, A. S. 2007. *BioEstat 5.0*. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá - IDSM/MCT/CNPq, Belém.
- Bencke, G. A. 2009. Diversidade e conservação da fauna dos Campos do Sul do Brasil. Em: *Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade*, V. D. Pillar, S. C. Müller, Z. M. S. Castilhos e A. V. A. Jacques (eds.), pp. 101–121. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- Bicca-Marques, J. C. 2003. How do howler monkeys cope with habitat fragmentation?. Em: *Primates in fragments: ecology and conservation*, L. K. Marsh (ed.), pp. 283–303. Kluwer Academics/Plenum Publishers, New York.
- Bicca-Marques, J. C. 2017. Urbanization (and primate conservation). Em: *The International Encyclopedia of Primatology*, A. Fuentes, M. Bezanson, C. J. Campbell, S. Elton, A. Estrada, *et al.* (eds.), pp. 1–5. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.
- Bicca-Marques, J. C. e Calegario-Marques, C. 1995. Locomotion of black howlers in a habitat with discontinuous canopy. *Folia Primatol.* 64: 55–61.
- Biondo, D., Pletsch, J. A. e Guzzo, G. B. 2019. Impactos da ação antrópica em indivíduos da fauna silvestre de Caxias do Sul e região: uma abordagem *ex situ*. *R. bras. Bioci.* 17: 14–24.
- Buss, G. 2012. Conservação do bugio-ruivo (*Alouatta guariba clamitans*) (Primates, Atelidae) no entorno do Parque Estadual de Itapuã, Viçosa, RS. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, BR.
- Buss, G., Oklander, L. I., Bicca-Marques, J. C., Hirano, Z. M. B., Chaves, O. M., Mendes, S. L., ... e Jerusalinsky, L. 2019. Brown howler monkey (*Alouatta guariba*, Humboldt, 1812). Em: *Primates in Peril: The World's 25 Most Endangered Primates 2018–2020*, C. Schwitzer, R. A. Mittermeier, A. B. Rylands, F. Chiozza, E. A. Williamson, D. Byler, ... e G. McCabe (eds.), pp. 24–27. IUCN SSC Primate Specialist Group, International Primatological Society, Global Wildlife Conservation, and Bristol Zoological Society, Washington, DC.
- Charity, S. e Ferreira, J. M. 2020. *Wildlife Trafficking in Brazil*. TRAFFIC International, Cambridge.
- Clarke, K. R. e Gorley, R. N. 2006. *PRIMER v6: User Manual/Tutorial*. PRIMER-E, Plymouth.
- Codenotti, T. L., Silva, V. M. da, Albuquerque, V. J. de, Camargo, E. V. e Silveira, R. M. M. 2002. Distribuição e situação atual de conservação de *Alouatta caraya* (Humboldt, 1812) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Neotrop. Primates* 10: 132–141.
- Cowlishaw, G. e Dunbar, R. I. 2000. *Primate conservation biology*. University of Chicago Press, Illinois.
- Culot, L., Pereira, L. A., Agostini, I., Almeida, M. A. B., Alves, R. S. C., Aximoff, I., ... e Galetti, M. 2019. ATLANTIC-PRIMATES: a dataset of communities and occurrences of primates in the Atlantic Forests of South America. *Ecology* 100: e02525.
- Di Bitetti, M., Kowalewski, M., Lynch Alfaro, J. e Rylands, A. B. 2020. *Sapajus nigritus ssp. cucullatus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2020: e.T160945956A160945959. Website: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T160945956A160945959.en>. Acessada em 18 de agosto de 2020.
- Estrada, A. e Coates-Estrada, R. 1996. Tropical rain forest fragmentation and wild populations of primates at Los Tuxtlas, Mexico. *Int. J. Primatol.* 17: 759–783.
- Estrada, A., Garber, P. A., Rylands, A. B., Roos, C., Fernandez-Duque, E., Di Fiore, A., ... e Rovero, F. 2017. Impending extinction crisis of the world's primates: Why primates matter. *Sci. Adv.* 3: e1600946.

- Estrada, A., Raboy, B. E. e Oliveira, L. C. 2012. Agroecosystems and primate conservation in the tropics: a review. *Am. J. Primatol.* 74: 696–711.
- Ferreira, C. M. M., Ribas, C. A., Casella, J. e Mendes, S. L. 2014. Variação espacial de atropelamentos de mamíferos em área de restinga no estado do Espírito Santo, Brasil. *Neotrop. Biol. Conserv.* 9: 125–133.
- Galetti, M. e Sazima, I. 2006. Impact of feral dogs in an urban Atlantic forest fragment in southeastern Brazil. *Nat. Conserv.* 4: 146–151.
- Gordo, M., Calleia, F. O., Vasconcelos, S. A., Leite, J. J. e Ferrari, S. F. 2013. The challenges of survival in a concrete jungle: Conservation of the pied tamarin (*Saguinus bicolor*) in the urban landscape of Manaus, Brazil. Em: *Primates in Fragments: Complexity and Resilience*, L. K. Marsh e C. A. Chapman (eds.), pp. 357–370. Springer, New York.
- Hallwass, G., Lopes, P. F. M., Juras, A. A. e Silvano, R. A. M. 2013. Fishers' knowledge identifies environmental changes and fish abundance trends in impounded tropical rivers. *Ecol. Appl.* 23: 392–407.
- Hargrove, E. C. 1995. The role of zoos in the twenty-first century. Em: *Ethics on the ark*, B. G. Norton, M. Hutchins, E. F. Stevens e T. L. Maple (eds.), pp. 13–19. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Hetman, M., Kubicka, A. M., Sparks, T. H. e Tryjanowski, P. 2019. Road kills of non-human primates: a global view using a different type of data. *Mammal Rev.* 49: 276–283.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2004. Mapa de Biomas do Brasil. Website: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/15842-biomas>. Acessada em 18 de agosto de 2020.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2010. Censo 2010. Website: <http://www.censo2010.ibge.gov.br>. Acessada em 18 de agosto de 2020.
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - Ministério do Meio Ambiente (ICMBio/MMA). 2018. *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume II – Mamíferos*. ICMBio/MMA, Brasília.
- IUCN 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-2. Website: <https://www.iucnredlist.org>. Acessada em 18 de agosto de 2020.
- Jardim, M. M., Queirolo, D., Peters, F. B., Mazim, F. D., Favarini, M. O., Tirelli, F. P., ... e Mourthé, I. 2020. Southern extension of the geographic range of black-and-gold howler monkeys (*Alouatta caraya*). *Mammalia* 84: 102–106.
- Jerusalinsky, L., Cortes-Ortíz, L., de Melo, F. R., Miranda, J., Alonso, A. C., Buss, G., ... e Talebi, M. 2020. *Alouatta guariba*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2020: e.T39916A17926390. Website: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T39916A17926390.en>. Acessada em 18 de agosto de 2020.
- Jerusalinsky, L., Teixeira, F. Z., Lokschin, L. X., Alonso, A., Jardim, M. M. D. A., Cabral, J. N. H., Printes, R. C. e Buss, G. 2010. Primatology in southern Brazil: a transdisciplinary approach to the conservation of the brown-howler-monkey *Alouatta guariba clamitans* (Primates, Atelidae). *Iheringia Ser. Zool.* 100: 403–412.
- Koch, F. e Pereira, T. 2014. Os bugios e os micos. Em: *Mamíferos do Rio Grande do Sul*, L. G. Gonçalves, M. F. Quintela e O. R. T. Freitas (eds.), pp. 47–54. Pacartes, Porto Alegre.
- Levacov, D., Jerusalinsky, L. e Fialho, M. D. S. 2011. Levantamento dos primatas recebidos em Centros de Triagem e sua relação com o tráfico de animais silvestres no Brasil. Em: *A Primatologia no Brasil. Vol. 11*, F. R. Melo e I. Mourthé (eds.), pp. 281–305. Sociedade Brasileira de Primatologia, Belo Horizonte.
- Ludwig, G., Melo, F. R., Martins, W. P., Miranda, J. M. D., Lynch Alfaro, J. W., Alonso, A. C., dos Santos, M. C. e Rímoli, J. 2021. *Sapajus nigritus* (amended version of 2019 assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2021: e.T136717A192593806. Website: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-1.RLTS.T136717A192593806.en>. Acessada em 06 de abril de 2021.
- May, S. A. e Norton, T. W. 1996. Influence of fragmentation and disturbance on the potential impact of feral predators on native fauna in Australian forest ecosystems. *Wildl. Res.* 23: 387–400.
- Michalski, F. e Peres, C. A. 2005. Anthropogenic determinants of primate and carnivore local extinctions in a fragmented forest landscape of southern Amazonia. *Biol. Conserv.* 124: 383–396.
- Monticelli, C. e Morais, L. H. 2015. Impactos antrópicos sobre uma população de *Alouatta clamitans* (Cabrera, 1940) em um fragmento de Mata Atlântica no Estado de São Paulo: apontamento de medidas mitigatórias. *Rev. Biocienc.* 21: 14–26.
- Moreno, E. S., Spinola, R., Tengan, C. H., Brasil, R. A., Siciliano, M. M., Coimbra, T. L. M., ... e Suzuki, A. 2013. Yellow fever epizootics in non-human primates, São Paulo state, Brazil, 2008–2009. *Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo* 55: 45–50.
- Olgun, H., Mohammed, M., Mzee, A., Green, M., Davenport, T. e Georgiev, A. 2021. The implications of vehicle collisions for the Endangered endemic Zanzibar red colobus *Piliocolobus kirkii*. *Oryx* 1–9.
- Parker, L., Nijman, V. e Nekaris, K. A. I. 2008. When there is no forest left: fragmentation, local extinction, and small population sizes in the Sri Lankan western purple-faced langur. *Endanger. Species Res.* 5: 29–36.
- Patrick, P. G., Matthews, C. E., Ayers, D. F. e Tunncliffe, S. D. 2007. Conservation and education: Prominent themes in zoo mission statements. *J. Environ. Educ.* 38: 53–60.
- Piano, E., Souffreau, C., Merckx, T., Baardsen, L. F., Bacheljau, T., Bonte, D., ... e Hendrickx, F. 2020. Urbanization drives cross-taxon declines in abundance and diversity at multiple spatial scales. *Glob. Change Biol.* 26: 1196–1211.

- Pragatheesh, A. 2011. Effect of human feeding on the road mortality of Rhesus Macaques on National Highway-7 routed along Pench Tiger Reserve, Madhya Pradesh, India. *J. Threat. Taxa* 3: 1656–1662.
- Printes, R. C., Liesenfeld, M. V. A. e Jerusalinsky, L. 2001. *Alouatta guariba clamitans* Cabrera, 1940: A new southern limit for the species and for Neotropical primates. *Neotrop. Primates* 9: 118–121.
- Printes, R. C., Buss, G., Jardim, M. M. A., Fialho, M. S., Dornelles, S. S., Perotto, M., ... e Romanowski, H. P. 2010. The Urban Monkeys Program: A Survey of *Alouatta clamitans* in the South of Porto Alegre and Its Influence on Land Use Policy Between 1997 and 2007. *Primate Conserv.* 25: 11–19.
- Ribeiro, M. C., Metzger, J. P., Martensen, A. C., Ponzoni, F. J. e Hirota, M. M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biol. Conserv.* 142: 1141–1153.
- Rodrigues, N. N. e Martinez, R. A. 2014. Wildlife in our backyard: interactions between Wied's marmoset *Callithrix kuhlii* (Primates: Callithrichidae) and residents of Ilhéus, Bahia, Brazil. *Wildlife Biol.* 20: 91–96.
- Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul (SEMA/RS). 2016. Diagnóstico das espécies exóticas invasoras no Rio Grande do Sul. Relatório Técnico Não Publicado, Projeto RS Biodiversidade, Porto Alegre, RS.
- Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul (SEMA/RS). 2017. Manual para Solicitação, Instalação e Funcionamento de Empreendimentos de Uso e Manejo de Fauna Silvestre em Cativeiro no Estado do Rio Grande do Sul. Website: <https://www.sema.rs.gov.br/fauna-silvestre>. Acessada em 18 de agosto de 2020.
- Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul (SEMA/RS). 2020. Normas para Recintos de Mamíferos. Website: <https://www.sema.rs.gov.br/fauna-silvestre>. Acessada em 18 de agosto de 2020.
- Silva, L. G., Ribeiro, M. C., Hasui, É., da Costa, C. A. e Cunha, R. G. T. 2015. Patch size, functional isolation, visibility and matrix permeability influences Neotropical primate occurrence within highly fragmented landscapes. *PLoS One*, 10: e0114025.
- Slomp, D. V., Prestes, M. X. e Printes, R. C. 2014. Primatas em áreas protegidas do Rio Grande do Sul, Brasil: implicações para sua conservação. Em: *A Primatologia no Brasil. Vol. 13*, F. C. Passos e J. M. Miranda (eds.), pp. 45–63. Sociedade Brasileira de Primatologia, Curitiba.
- Strier, K. B., Tabacow, F. P., de Possamai, C. B., Ferreira, A. I., Nery, M. S., de Melo, F. R. e Mendes, S. L. 2019. Status of the northern muriqui (*Brachyteles hypoxanthus*) in the time of yellow fever. *Primates* 60: 21–28.
- Trigo, C. T., Rodrigues, M. L. F. e Kasper, C. B. 2013. Carnívoros Continentais. Em: *Mamíferos do Rio Grande do Sul*, M. M. Weber, C. Roman e N. C. Cáceres (eds.), pp. 343–376. Editora UFSM, Santa Maria.
- Vale, C. A., Neto, L. M. e Prezoto, F. 2020. Distribution and invasive potential of the black-tufted marmoset *Callithrix penicillata* in the Brazilian territory. *Sci. Pleina* 16: 052401.
- Weston, N., Goosem, M., Marsh, H., Cohen, M. e Wilson, R. 2011. Using canopy bridges to link habitat for arboreal mammals: successful trials in the Wet Tropics of Queensland. *Aust. Mammal.* 33: 93–105.
- Waters, S., El Harrad, A., Chetuan, M., Bell, S. e Setchell, J. M. 2017. Dogs disrupting wildlife: domestic dogs harass and kill Barbary macaques in Bouhachem forest, North Morocco. *Afr. Primates* 12: 55–58.

## PRIMATES IN SISS-GEO: POTENTIAL CONTRIBUTIONS OF MOBILE TECHNOLOGY, HEALTH SURVEILLANCE AND CITIZEN SCIENCE TO SUPPORT SPECIES CONSERVATION IN BRAZIL

Marcia Chame<sup>1</sup>, Livia Abdalla<sup>1</sup>, Adriano Pinter<sup>2</sup>, Alessandro Pecego Martins Romano<sup>3</sup>, Eduardo Krempser<sup>1</sup>, Daniel Garkauskas Ramos<sup>3</sup>, Pedro Henrique de Oliveira Passos<sup>3</sup>, Paula Cristina Linder Silva<sup>4</sup>, Gabriela Mayoral Pedroso da Silva<sup>5</sup>, Renata Ríspoli Gatti<sup>6</sup>, Douglas Adriano Augusto<sup>1</sup> and Luciana Sianto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institutional Platform on Biodiversity and Wildlife Health, Fiocruz, Rio de Janeiro, RJ, Brazil

<sup>2</sup> Superintendency for Control of Endemics, São Paulo State Health Secretariat, São Paulo, Brazil

<sup>3</sup> General Coordination for Surveillance of Arboviruses, Department of Immunization and Surveillance of Communicable Diseases, Health Surveillance Secretariat, Ministry of Health, Brasília, DF, Brazil

<sup>4</sup> Center for Strategic Information in Health Surveillance, Paraná State Health Secretariat

<sup>5</sup> Division of Vector-Borne Diseases, Paraná State Health Department

<sup>6</sup> Santa Catarina State Health Secretariat, Brazil.

### Abstract

The Information System on Wildlife Health (SISS-Geo) is based on citizen science and the use of mobile technologies, producing data and georeferenced alerts in real time for society, public health professionals, and conservation managers. From 2014 to 2020, the system recorded 4,909 non-human primates (NHP) in 23 states of Brazil. Joint action by the General Coordination for Surveillance of Arboviruses in the Ministry of Health (CGARB/DEIDT/SVS/MS), the SISS-Geo Platform, and state health departments in southern Brazil led to an increase of 1,141 % in the number of animals recorded since July 2016 with the spread of sylvatic yellow fever (YF). These sources reported the occurrence of 30 species, 14 of which are threatened with extinction, and 2,358 dead NHP, 75 % of which were *Alouatta guariba clamitans*. Despite the observed mortality, the limitations in records in areas distant from human presence and without collection of biological samples to confirm the cause of death prevent measurement of the real impact of YF on primates, which are vulnerable to a wide range of socio-environmental and climatic factors. The use of SISS-Geo by health professionals allowed more agile surveillance of epizootics and favored the application of various forecasting models for priority areas for NHP surveillance and human vaccination. Additionally, it provides information for various actions listed in the national plans for primate conservation, even though effective interventions against emerging infectious diseases are still not available for protecting NHP.

**Keywords:** Non-human primates, digital technology, epizootics, zoonoses, emerging infectious diseases, yellow fever.

### Resumo

O Sistema de Informação em Saúde Silvestre - SISS-Geo foi desenvolvido nos preceitos da ciência cidadã e do uso de tecnologias móveis, produzindo dados de animais e alertas de anormalidades georeferenciados, em tempo real, para a sociedade e gestores de saúde e conservação da biodiversidade. De 2014 a 2020, o Sistema registrou 4,909 primatas não humanos (PNH) em 23 estados do Brasil. A ação conjunta da Coordenação Geral de Vigilância de Arboviroses do Ministério da Saúde (CGARB/DEIDT/SVS/MS), da Plataforma SISS-Geo e das Secretarias Estaduais de Saúde do Sul do Brasil levou ao aumento de 1,141 % no número de primatas não humanos (PNH) registrados desde julho de 2016, com a dispersão da febre amarela silvestre (FAS). Os dados apontam a ocorrência de 30 espécies de PNH, 14 das quais ameaçadas de extinção, e 2,358 animais mortos, 75 % dos quais *Alouatta guariba clamitans*. Apesar da mortalidade observada, as limitações de registros em áreas distantes da presença humana com a ausência de coleta de amostras biológicas para confirmação da causa da morte impedem a mensuração do real impacto da FAS nos primatas, vulneráveis a ampla gama de impactos socioambientais e climáticos. A utilização do SISS-Geo pelos profissionais de saúde permitiu a vigilância mais ágil das epizootias e favoreceu a aplicação de modelos de previsão e identificação de áreas de transmissão viral e prioritárias para vigilância de epizootias e vacinação humana. Além disso, forneceu informações para ações contidas nos planos nacionais para a conservação de primatas, embora intervenções eficazes contra doenças infecciosas emergentes ainda não estejam disponíveis para proteger os PNH.

**Palavras-chave:** Primatas não humanos, tecnologia digital, epizootias, zoonoses, doenças infecciosas emergentes, febre amarela.

## Introduction

For hundreds of years, local populations have assisted researchers in fauna surveys (Miller-Rushing *et al.*, 2012). In recent decades, the inclusion of lay people or non-specialists in long-term studies for monitoring animals was established with the concept of citizen science and advances in digital technologies, and such participation became strategic for the acquisition of large amounts of data in a wide range of scientific areas (Pimm *et al.*, 2015; Smolinski *et al.*, 2017; Hecker *et al.*, 2018; Parsons *et al.*, 2018).

In Brazil, long-term species monitoring programs pose a challenge due to the large territory, socio-environmental differences, and budget constraints. Brazil has the highest primate diversity in the world, with 118 species, 41 of which are threatened (IUCN, 2020). Since the 1980s, important efforts for the conservation of critically endangered primate species have been made in the country by several national and international researchers and institutions. These efforts include the conservation programs of golden lion tamarin (*Leontopithecus rosalia*) (Kleiman *et al.*, 1986; Kierulff *et al.*, 2012) and Northern muriquis (*Brachyteles hypoxanthus*) (Strier and Mendes, 2011). More recently, National Center for Research and Conservation of Brazilian Primates (CPB) of the Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation (ICM-Bio) has implemented action plans for the conservation of primates in the Brazilian Amazon, Northeastern Brazil, and the Atlantic Forest, with the objective of expanding conservation actions, including the monitoring of more primate species. However, despite the high number of species threatened, long-term monitoring remains limited to relatively few species and areas.

Like other countries with extensive forested areas, Brazil faces the risk of emergence of zoonoses and the introduction of invasive exotic species that impact both humans and non-human primates (NHP) (Allen *et al.*, 2017; Estrada *et al.*, 2017, 2018). Examples include the Zika virus recently found in *Callithrix jacchus* in northeast Brazil (Terzian *et al.*, 2018) and the human herpesvirus in wild marmosets (Longa *et al.*, 2011). Although few studies have focused on the impact of yellow fever virus (YFV) on Platyrrhini species, primate population reduction temporally associated to YF has been historically reported in the Americas (Collias e Southwick, 1952; Rudran e Fernandez-Duque, 2003; Strier *et al.*, 2019), with the mortality in genus *Alouatta* most clearly documented (Possas *et al.*, 2018; Mares-Guia *et al.*, 2020). In South America, YFV has adapted to sylvatic mosquitoes (Culicidae) and to Platyrrhini primates. Considering the richness of NHP species in Brazil and their susceptibility to YFV (Vasconcelos, 2003; Chapman *et al.*, 2013; Marshall e Wich, 2016), it is fundamental to measure the impacts of YFV on the various NHP species. The surveillance of zoonoses in primates requires systematic and accurate

information on groups and species. The absence or inaccuracy of information leads to imprecision in risk analyses and limits the power of models for predicting and mitigating the occurrence of diseases and for planning conservation actions (Wolfe *et al.*, 1998; Chapman *et al.*, 2005; Gadelha *et al.*, 2018). The Brazilian government has relied on the monitoring of NHP epizootics as a strategy to identify risk areas and prioritize human vaccination since 1999 (Almeida *et al.*, 2014; Brasil, 2017a; Possas *et al.*, 2018), and from 2019 the SISS-Geo Platform was adopted as a georeferenced real-time monitoring tool by health professionals in an integrated surveillance effort of sylvatic zoonosis (Brasil, 2020a).

The Oswaldo Cruz Foundation (Fiocruz) is a health research institution of the Ministry of Health of Brazil with the mission of generating knowledge, research, solutions (vaccines, medicines, policies and good practices) and training professionals to prevent and control human health problems, including their relations with biodiversity, sustainability and socioeconomic conditions. According to its mission, Fiocruz understands the need for (and importance of) generating early alerts of health events in animals and humans with input from computational models for the identification of factors and areas at risk and vulnerable to the emergence of zoonoses. Fiocruz partnered with the National Laboratory for Scientific Computing (LNCC) to develop the Information System on Wildlife Health, or SISS-Geo (Chame *et al.*, 2019). With participation open to everyone, SISS-Geo integrates the concept of citizen science and the use of mobile digital technologies and algorithms that allow the generation of real-time alerts to stakeholders and decision makers to contribute with actions and policies in zoonosis surveillance and biodiversity conservation.

In this article we report the use of SISS-Geo in monitoring NHP in Brazil, especially in regard to the contributions through health surveillance and citizen science to support species conservation in Brazil. We highlight the use of SISS-Geo by the Southern states, the first region to adopt the tool as part of their epidemiological surveillance routine.

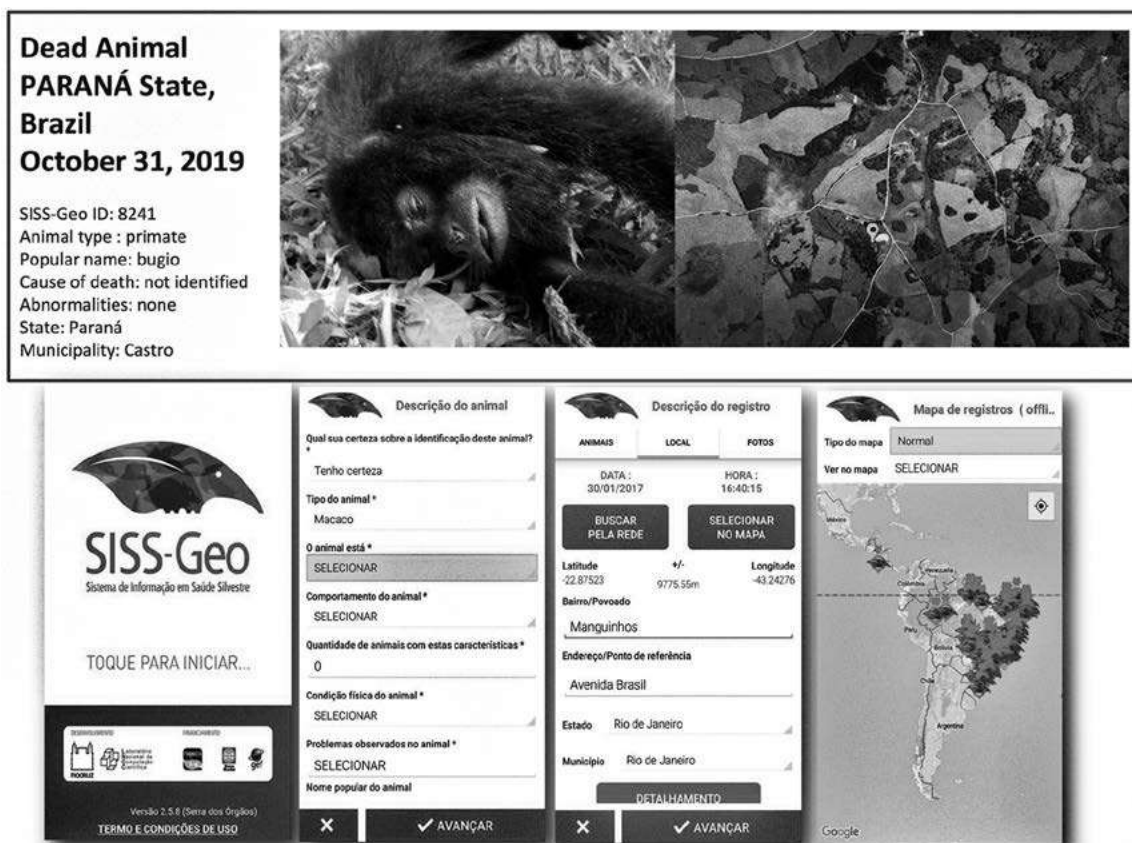
## Methods

SISS-Geo is a free and collaborative platform available as smartphone apps and a Web system which receives records of animals from throughout the country. Records can be entered offline, with localization via GPS, and consist of two sets of information, those referring to the animal and to the recording location (Fig. 1) (Chame *et al.*, 2019). All records are audited and validated to the lowest possible taxonomic level. The current study drew on data referring to NHP recorded in SISS-Geo since the first record in June 2014, the year in which the system was launched. The annual period used is the monitoring period for YFV in Brazil, ranging from July of one year to

June of the following year (Romano *et al.*, 2011; Brasil, 2019a), with peak occurrence (i.e., seasonal period) in the austral summer. For each annual monitoring period, we identified the total number of records of dead and live animals, by NHP family, genus, and species.

We compared the cumulative numbers and geographic distribution of the total records among three distinct periods (June 2014 to June 2016, July 2016 to June 2019, and July 2019 to June 2020), based on the increasing use of SISS-Geo for NHP surveillance. The period from 2014 to 2019 corresponds to the YFV dispersion from central Brazil to the southeastern region, heading south from 2019 to 2020. Efforts to sensitize the state health authorities and professionals to the use of SISS-Geo for YF surveillance were made during the Macro-regional Workshops on Integrated Yellow Fever Surveillance in Brazil and other technical events since 2017. The Southern Regional Plan for Yellow Fever Surveillance and Response, launched in 2019, was based on the use of SISS-Geo, and was successfully implemented as a pilot project by health

professionals in the states of Paraná and Santa Catarina in epizootic surveillance. The Plan was established through cooperation among the Secretariat of Health Surveillance of the Brazilian Ministry of Health (SVS/MS), the respective State Health Secretariats, the São Paulo State Superintendency for Control of Endemics (SUCEN), and Fiocruz, and it involved training 100 health professionals in five meetings, thereby increasing data quality on surveillance of dead and sick NHP in southern Brazil. Using the automatic and real time alert tool in SISS-Geo, triggered whenever a dead or sick NHP is registered in SISS-Geo by any of its collaborators (health professionals or citizen scientists), an e-mail containing photographs, the precise location with links from Google Maps and the record data in SISS-Geo is sent to the federal, state, regional and municipal levels at the same time. This allows rapid and integrated action between different administrative levels with mobilization of teams to investigate the events, collect samples for laboratory diagnosis, and quickly vaccinate the human population in locations with reports of dead animals (Brasil, 2019a).



**Figure 1.** An example of a record in SISS-Geo and some screenshots of the app. More details in Chame *et al.*, 2019.

## Results

SISS-Geo currently has 5,530 collaborators, out of which 526 (~10%) are either health professionals or health institutions. From this group, there are a total of 115

collaborators officially classified as: three health state secretariats, 38 state agencies, 73 municipality agencies and the federal coordination. The number of official accounts is going to grow considerably as SISS-Geo is expected to be embraced by other regions of the country as well.

NHP is the group with the most records (31 %) in the system. About 85 % of NHP records are submitted to the system without taxonomic identification and these are classified by internal auditors. Between June 8, 2014, when the first NHP was recorded in the system, and June 30, 2020, there were a total of 2,558 records of primates, with 4,909 animals observed in 23 states of Brazil. From these, 498 (10 %) NHP were unidentified by taxon and 928 (19 %) NHP were identified only at the genus level. In total 30 species were recorded, across 14 genera and five families. Fourteen of these species are threatened with extinction according to the International Union for Conservation of Nature (IUCN) (Table 1, Fig. 2). The records are concentrated in the states of Paraná (n=978, 38 %) and Santa Catarina (n=791, 31 %), reported by health professionals involved in the Southern Regional Plan for Yellow Fever Surveillance and Response, and in Rio de Janeiro (n=555, 22 %), led by on-site activities by Fiocruz in communities around

conservation areas. From June 2014 to June 2016, SISS-Geo recorded seven dead animals out of 75 NHP records. From July 2016 to June 2019, 53 % (362/685) referred to dead animals, while between July 2019 and June 2020, the proportion was 87 % (1567/1798) (Fig. 3). The most frequent genera recorded were *Alouatta* spp. (76 %, n = 1,778), of which 91 % (n = 1,623) were *Alouatta guariba clamitans*, and *Callithrix* spp. (10 %, n = 231). The increase of 1,141 % in the number of animals recorded in SISS-Geo since July 2016 resulted from the effort and sensitivity of the health surveillance system and the app use for YF, especially in southern Brazil (Fig. 4). As a result, the number of YF human cases within the more recent period (July 2019 to June 2020) (n = 19), when SISS-Geo was officially implemented for health services in southern Brazil, was lower compared to the period between mid-2014 to July 2019 when YF reached the southeastern region, causing the death of 2,259 people (Brasil, 2019b; 2020b).

**Table 1.** Non-human primates (NHP) recorded in SISS-Geo from March 2014 to June 2020. [CR] Critically Endangered, [EN] Endangered, [VU] Vulnerable, [NT] Near Threatened, [LC] Least Concern, [DD] Data Deficient, according to the IUCN (2020). Species organized according to Wilson e Reeder (2005). Taxonomy according to ITIS (2020).

Non-human primates (NHP)	N records	N animals	N alive (% total animals)	N dead (% total animals)
<b>Callitrichidae</b>				
<i>Callithrix aurita</i> (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1812) [EN]	4	8	6 (0.12)	2 (0.04)
<i>Callithrix geoffroyi</i> (Humboldt, 1812) [LC]	2	5	5 (0.10)	0
<i>Callithrix jacchus</i> (Linnaeus, 1758) [LC]	67	218	193 (3.93)	25 (0.51)
<i>Callithrix kuhlii</i> Coimbra-Filho, 1984 [VU]	1	1	0	1 (0.02)
<i>Callithrix penicillata</i> (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1812) [LC]	28	84	71 (1.45)	13 (0.26)
<i>Callithrix</i> hybrid	8	15	14 (0.29)	1 (0.02)
<i>Callithrix</i> sp. Erxleben, 1777	292	813	622 (12.67)	191 (3.89)
<i>Leontopithecus caissara</i> Lorini and Persson, 1989 [CR]	1	4	4 (0.08)	0
<i>Leontopithecus chrysomelas</i> (Kuhl, 1820) [EN]	4	11	11 (0.22)	0
<i>Leontopithecus rosalia</i> (Linnaeus, 1766) [EN]	16	79	76 (1.55)	3 (0.06)
<i>Mico humeralifer</i> (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1812) [DD]	16	35	34 (0.69)	1 (0.02)
<i>Mico cf melanurus</i> (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1812) [LC]	1	1	0	1 (0.02)
<i>Saguinus bicolor</i> (Spix, 1823) [CR]	2	2	1 (0.02)	1 (0.02)
Callitrichidae gen. sp.	23	45	27 (0.55)	18 (0.37)
<b>Cebidae</b>				
<i>Cebus albifrons</i> (Humboldt, 1812) [LC]	3	3	2 (0.04)	1 (0.02)
<i>Sapajus apella</i> (Linnaeus, 1758) [LC]	3	3	3 (0.06)	0
<i>Sapajus cf. flavius</i> (Schreber, 1774) [EN]	1	1	1 (0.02)	0
<i>Sapajus libidinosus</i> (Spix, 1823) [NT]	23	202	202 (4.11)	0
<i>Sapajus nigritus</i> (Goldfuss, 1809) [NT]	182	708	643 (13.1)	65 (1.32)
<i>Sapajus robustus</i> (Kuhl, 1820) [EN]	1	15	15 (0.31)	0
<i>Sapajus</i> sp. Kerr, 1792	20	72	63 (1.28)	9 (0.18)
<i>Saimiri</i> sp. Voigt in G. Cuvier, 1830	2	11	11 (0.22)	0

Continued on page 84



Table 1. Continued from page 83

Non-human primates (NHP)	N records	N animals	N alive (% total animals)	N dead (% total animals)
Cebidae gen. sp.	1	1	0	1 (0.02)
Aotidae				
<i>Aotus azarae infulatus</i> (Kuhl, 1820) [LC]	1	1	0	1 (0.02)
Pitheciidae				
<i>Callicebus nigrifrons</i> (Spix, 1823) [NT]	5	5	3 (0.06)	2 (0.04)
<i>Callicebus</i> sp. Thomas, 1903	3	3	0	3 (0.06)
<i>Chiropotes albinasus</i> (I. Geoffroy Saint-Hilaire and Deville, 1848) [EN]	1	3	3 (0.06)	0
<i>Chiropotes satanas</i> (Hoffmannsegg, 1807) [CR]	1	1	0	1 (0.02)
<i>Pithecia irrorata</i> Gray, 1841 [DD]	1	1	0	1 (0.02)
<i>Plecturocebus hoffmannsi</i> (Thomas, 1908) [LC]	4	4	4 (0.08)	0
Atelidae				
<i>Alouatta belzebul</i> (Linnaeus, 1766) [VU]	1	1	1 (0.02)	0
<i>Alouatta caraya</i> (Humboldt, 1812) [NT]	9	16	13 (0.26)	3 (0.06)
<i>Alouatta guariba</i> (Humboldt, 1812) [VU]	1	1	1 (0.02)	0
<i>Alouatta guariba clamitans</i> Cabrera, 1940 [VU]	1522	1921	156 (3.18)	1765 (35.95)
<i>Alouatta nigerrima</i> Lönnberg, 1940 [LC]	1	1	1 (0.02)	0
<i>Alouatta ululata</i> Elliot, 1911 [EN]	23	63	62 (1.26)	1 (0.02)
<i>Alouatta</i> sp. Lacépède, 1799	8	13	4 (0.08)	9 (0.18)
<i>Ateles belzebuth</i> É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1806 [EN]	1	1	0	1 (0.02)
<i>Ateles</i> sp. É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1806	1	1	1 (0.02)	0
<i>Brachyteles arachnoides</i> (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1806) [CR]	6	38	37 (0.75)	1 (0.02)
Unidentified NHP	268	498	261 (5.32)	237 (4.83)
<b>Total</b>	<b>2558</b>	<b>4909</b>	<b>2551*</b> <b>(51.97)</b>	<b>2358 (48.03)</b>

\*65 of these reported as sick

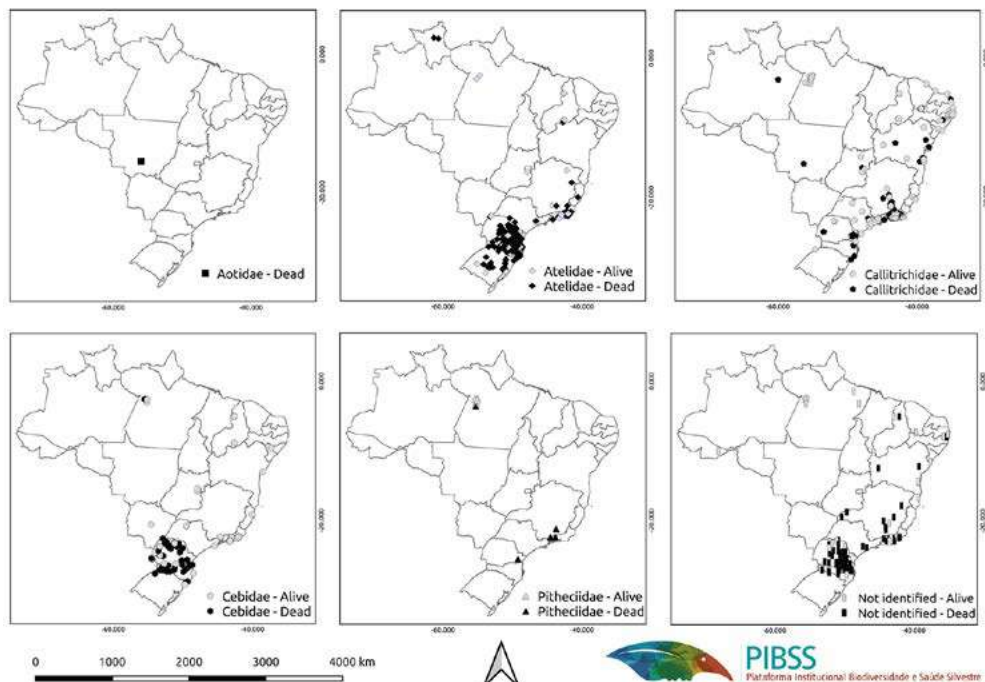
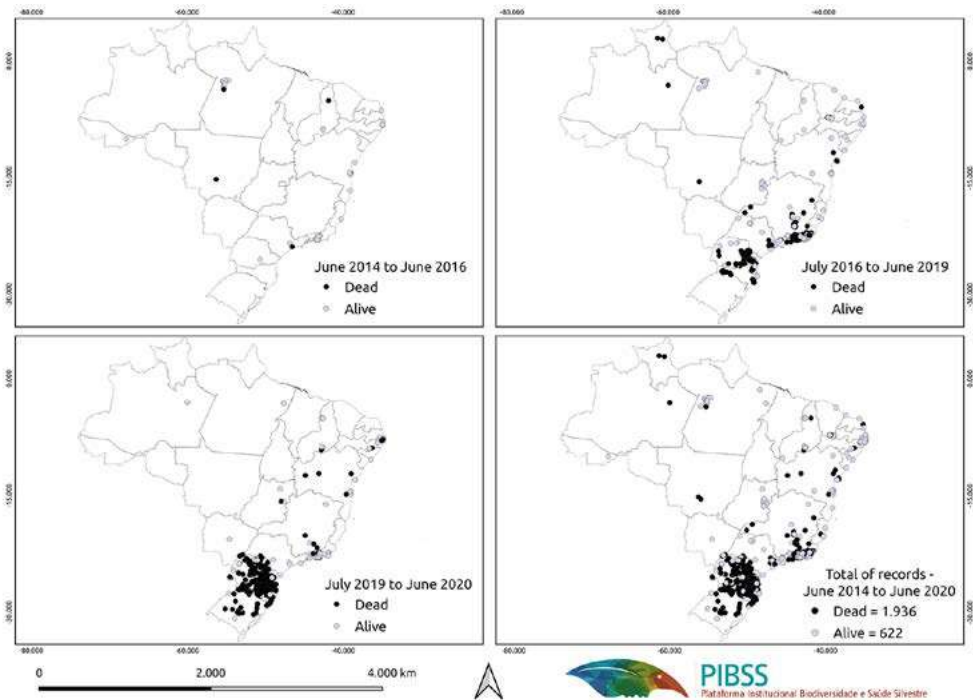
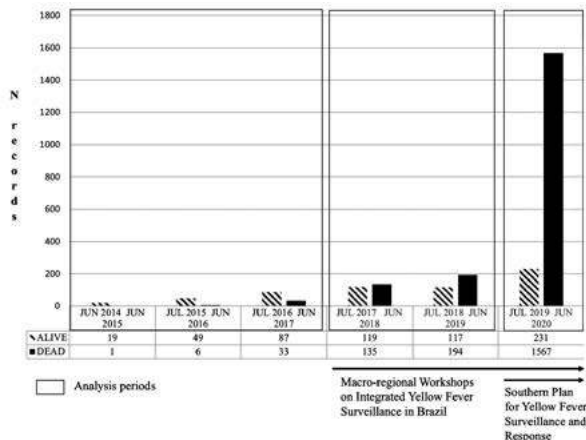


Figure 2. Records of non-human primates (NHP) in SISS-Geo by family (June 2014 - June 2020).



**Figure 3.** Records of non-human primates (NHP) in SISS-Geo. From left to right: records between 2014 (when SISS-Geo was launched) and June 2016; between July 2016 and June 2019 (when YF events took place in Southeastern region); from July 2019 to June 2020 (with the increase of records in Southern Brazil). The last image shows the total of records between June 2014 - June 2020.



**Figure 4.** SISS-Geo records of live and dead non-human primates throughout the study periods and the effect of health surveillance initiatives in Brazil.

**Discussion**

Although the Ministry of Health’s official system for reporting YF epizootics is the best overall database available thus far on NHP deaths from YF, reporting is known to be underestimated and biased toward information on dead animals in locations with human activities and by the increased surveillance impelled in areas with human casualties. From July 2014 to June 2020, the Ministry of Health recorded 22,495 dead NHP, of which only 1,827 had a confirmed diagnosis of YF. In Southern Brazil alone, 1,932 events were recorded involving the death of NHP, with 386 laboratory-confirmed epizootics (Brasil,

2019b; 2020b), most of them in the more recent period (2019/2020, 77 %) (Brasil, 2020b). Compared to the 2018/2019 monitoring period, these reports in SISS-Geo in 2019/2020 reduced by 83 % and 77 % the proportions of epizootics without genus/species identification and without geographic coordinates, respectively, in the national surveillance system database (info provided by CGARB/DEIDT/SVS/MS). The availability of information in real time, including images for taxonomic identification and geographic coordinates, in addition to epidemiological information (dead, alive or sick; health abnormalities; sex and age), now allows primatologists and epidemiologists to monitor NHP populations and to improve public health and conservation policies.

Yellow fever has occurred for centuries in the Americas and still poses challenges, since the intervals between outbreaks are apparently irregular and correlated with the ecology of NHP, mosquito vectors, and the virus itself, and with climatic and environmental drivers (Hamrick *et al.*, 2017; Hamlet *et al.*, 2021). There are few studies that have identified the presence of YFV in NHP, and they depend on various factors (Hollzmann *et al.*, 2010; Almeida *et al.*, 2014; Bicca-Marques *et al.*, 2017; Fernandes *et al.*, 2017), including the likelihood of finding dead or sick NHP; the local population’s capacity to report information to health or environmental authorities; the fortunate presence of researchers and professionals associated with environmental actions in the area and referral to government systems that perform the diagnosis; the technical capacity of health

services for proper investigation and collection of biological samples, necropsy procedures and collection of carcasses; and also laboratory capacity and the necessary equipment for logistics and transportation to the laboratories in the national reference network.

In certain situations, there is also a lack of infrastructure and mobilization of trained personnel to capture live animals in epidemiological and environmental impact studies, including animals in affected areas and/or those with increased relevance for health and conservation. Factors such as the short time window to collect viable viruses for diagnosis from carcasses and the differences in disease manifestation between NHP species (Vasconcelos, 2003) require planning complex strategies that generally require more resources. Timely information and georeferenced location play a crucial role for health surveillance and NHP conservation, since information about a dead or sick NHP triggers the prevention and control measures and makes possible the measurement of the number of individuals, and species affected by the virus, the definition of risk areas, and the evaluation of vulnerability, and favorability to transmission. An emblematic situation is the lack of data from Amazonia, where records of epizootics are scarce, despite NHP deaths witnessed by local residents, or reported by health professionals when YF human cases are detected. This fact may reflect low adherence by health services and professionals to recording NHP, both in SISS-Geo and in Ministry of Health records, since the impact of YF on the human population is low, given that the Amazonian population has been widely vaccinated for decades.

In this scenario, the number of dead animals recorded during YF outbreaks in Brazil is relevant to NHP species conservation, especially due to co-occurring extinction risk factors such as: increased fragmentation and habitat loss; population isolation; reduction in the number of individuals and species; and impacts from climate change (Wolfe *et al.*, 1998; Chapman *et al.*, 2005). Although studies refer to loss of individuals due to YF spatially and temporally associated to the seasonality of the transmission, few were supported by laboratory confirmation, and there are few data from on-going active research on free-living NHP in regards to the virus, making the identification of factors that favor its emergence even more difficult to ascertain (Moreno *et al.*, 2013; Almeida *et al.*, 2014; Bicca-Marques *et al.*, 2017; Fernandes *et al.*, 2017; Dietz *et al.*, 2019; Strier *et al.*, 2019).

*Alouatta* is known to be the genus most heavily impacted by the YFV, with entire groups decimated by the disease (Holzmann *et al.*, 2010; Almeida *et al.*, 2014). *Alouatta guariba clamitans* has been especially impacted, as a Vulnerable species (global-scope classification criterion (VU) - A4ce) (IUCN, 2012, 2020) for which we recommend updating the assessment of its conservation status due to its high mortality in the ongoing outbreaks (Brasil,

2021). Since July 2016, NHP from genera *Callithrix* (n=232, 10% of the dead NHP during the period) and *Sapajus* (n=74, 3%) were affected with dead individuals in sympatry with species at elevated risk for extinction such as *Leontopithecus* spp. and *Brachyteles* spp. This situation emphasizes the need to expand studies on viral circulation in *C. jacchus* and hybrids in their extended, invasive range, since their wide distribution and ecological plasticity may be significant in maintaining the virus (Abreu *et al.*, 2019; Mares-Guia *et al.*, 2020). Records of other genera and species are sporadic, we see the need for increasing participation of society to gather more data and to monitor the impact of YF to them.

The Southern Regional Plan for Yellow Fever, with the incorporation of SISS-Geo, allowed for confirmation of ecological corridors through which YFV has spread, based on the methodology proposed by the São Paulo State Superintendency for the Control of Endemics (SUCEN) (Fioravanti, 2018a, 2018b). SUCEN projected the probable functional corridors of virus dispersion between different forest fragments, determining the direction and velocity of the virus' spread, to help in designing and applying a human vaccination strategy with greater efficacy in the region (Brasil, 2019a). The methodology initially used georeferenced data with laboratory diagnosis on primates infected with YFV in the state of São Paulo obtained during the most recent outbreaks (2016-2019) in order to identify the spatial and temporal dispersion pattern of the virus between the forest fragments. The study shows the pattern of the virus' north-to-south shift at a mean daily velocity of approximately 2.7 km in hot months and approximately 0.5 km in cool months (Fioravanti, 2018a, 2018b). This allowed forecasting the dates and probable entry sites of the virus into other regions of the state of São Paulo, and these estimates determined the prioritization for surveillance and immunization activities in the identified areas (Fioravanti, 2018b). The data from the SISS-Geo platform provided key support for this study, as records (georeferenced, in real time, and validated by specialists) indicated the probable infection of NHP in other states of Brazil such as Paraná and Santa Catarina, thus allowing the expansion and updating of YF transmission corridors.

## Conclusions

We emphasize the need for and benefits of continuous monitoring through the efforts of health surveillance services, not only useful for the protection of human life, but also to help with conservation actions towards maintaining NHP biodiversity. Among them, SISS-Geo provides: (i) data on the distribution of species, including endangered species, but especially for abundant species, which are rarely considered in zoonotic studies, but that can play an important role in the maintenance of pathogens of wide plasticity across hosts; (ii) records of living populations, especially those that may be in areas of

silence for the occurrence of YF and other diseases; (iii) data on dead and sick animals which can help assess the risk of species extinction by YF; (iv) the occurrence of species groups in relation to environmental impacts, such as fragmentation and isolation and advances in habitat modifications, helping the maintenance and demarcation of new conservation areas; and (v) information that helps environmental education programs and society's engagement in participatory monitoring and conservation of NHP. Recent discussions evaluate the feasibility of the protection of threatened and captive animals through vaccination, and the monitoring of epizootics in NHP can be helpful to alert people about the transmission risk for specific groups and areas. These actions and effects can be significantly leveraged by integration of health, environmental and academic sectors and participation by citizen scientists, using digital tools and smartphones to increase the number of records and power to detect epidemiologically and environmentally relevant events. The high number of records of *Alouatta guariba clamitans* deaths highlights the importance of reassessing the status of the species in southern Brazil. The real-time georeferenced data allowed not only agility in collecting biological samples for confirmation of YF, but also helped to estimate YF transmission corridors and priority areas for intensification of surveillance and immunization actions, preventing YF outbreaks and human deaths in affected areas. As a result, the number of YF human cases in southern Brazil was significantly lower compared to the southeast region in 2019/2020 monitoring period. Inter-sector collaboration also resulted in integrated training for health and environmental managers and teams, including professionals working in conservation units. The basic SISS-Geo data are open and available at [www.biodiversidade.ciss.fiocruz.br](http://www.biodiversidade.ciss.fiocruz.br), and the complete database is available for institutional use in health, environment, and research.

## Acknowledgements

Funding was provided by Oswaldo Cruz Foundation and Health Surveillance Secretariat/Brazilian Ministry of Health.

## References

- Abreu, F. V. S., Delatorre E., Santos, A. A. C., Ferreirade-Brito, A., Castro, M. G., Ribeiro, I. P., *et al.* 2019. Combination of surveillance tools reveals that Yellow Fever virus can remain in the same Atlantic Forest area at least for three transmission seasons. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz.* 114:1–10.
- Allen, T., Murray, K. A., Zambrana-Torrel, C., Morse, S. S., Rondinini, C., Marco, M., *et al.* 2017. Global hotspots and correlates of emerging zoonotic diseases. *Nat. Commun.* 8:1–10.
- Almeida, M. A. B., Cardoso, J. C., Santos, E., Fonseca, D. F., Vettorello, C., Porto, M. A., *et al.* 2014. Surveillance for Yellow Fever Virus in Non-Human Primates in Southern Brazil, 2001 – 2011: A Tool for Prioritizing Human Populations for Vaccination. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 8: 1–17.
- Bicca-Marques, J. C., Calegari-Marques, C., Rylands, A. B., Strier, K. B., Mittermeier, R. A., De Almeida, M. A. B., *et al.* 2017. Yellow fever threatens Atlantic Forest primates. *Sci. Adv.* 3: 1–3.
- Brasil, Ministério da Saúde. 2017a. Guia de vigilância de epizootias em primatas não humanos e entomologia aplicada à vigilância da febre amarela. Second edition. Ministério da Saúde, Brasília.
- Brasil, Ministério da Saúde. 2019a. Nota informativa Nº 169, de 2019 -CGARB/DEIDT/SVS/MS. 1:1–23.
- Brasil, Ministério da Saúde. 2019b. Reemergência e manutenção extra-Amazônica da febre amarela no Brasil, 2014 a 2019: principais desafios para a vigilância, a prevenção e o controle. In: *Saúde Brasil 2019 Uma Análise Da Situação de Saúde Com Enfoque Nas Doenças Imunopreveníveis e Na Imunização*, W. K. Oliveira and E. M. Macario (eds), pp. 305–329. Ministério da Saúde, Brasília.
- Brasil, Ministério da Saúde. 2020a. Situação epidemiológica da febre amarela no monitoramento 2019/2020. *Bol. Epidemiol.* 51(18): 9–18.
- Brasil, Ministério da Saúde. 2020b. Situação epidemiológica da febre amarela no Monitoramento 2019/2020. *Bol. Epidemiol.* 51(46): 8–19.
- Brasil, Ministério da Saúde. 2021. Monitoramento da febre amarela – 2020/2021. *Bol. Epidemiol.* 52(4): 7–13.
- Chame, M., Barbosa, H. J. C., Gadelha, L. M. R., Augusto, D. A., Krempser, E. and Abdalla, L. 2019. SISS-Geo: Leveraging Citizen Science to Monitor Wildlife Health Risks in Brazil. *J. Healthc. Inform. Res.* 1: 1–27.
- Chapman, C. A., Bonnell, T. R., Gogarten, J. F., Lambert, J. E., Omeja, P. A., Twinomugisha, D., *et al.* 2013. Are Primates Ecosystem Engineers? *Int. J. Primatol.* 34: 1–14.
- Chapman, C. A., Gillespie, T. R. and Goldberg, T. L. 2005. Primates and the Ecology of their Infectious Diseases: How will Anthropogenic Change Affect Host-Parasite Interactions? *Evol. Anthropol.* 14: 134–144.
- Collias, N. and Southwick, C. 1952. A field study of population density and social organization in howling monkeys. *Proc. Am. Philos. Soc.* 96: 143–156
- Costa, Z. G. A., Romano, A. P. M., Elkhoury, A. N. M. and Flannery, B. 2011. Evolução histórica da vigilância epidemiológica e do controle da febre amarela no Brasil. *Rev. Pan-Amaz Saúde* 2: 11–26.
- Dietz, J. M., Hankerson, S. J., Alexandre, B. R., Henry, M. D., Martins, A. F., Ferraz, L. P. *et al.* 2019. Yellow fever in Brazil threatens successful recovery of endangered golden lion tamarins. *Sci. Rep.* 9: 1–13.
- Estrada, A., Garber, P. A., Rylands, A. B., Roos, C., Fernandez-Duque, E., Fiore, A. *et al.* 2017. Impending extinction crisis of the world's primates: Why primates matter. *Sci. Adv.* 3: 1–16.
- Estrada, A., Garber, P. A., Mittermeier, R. A., Wich, S., Gouveia, S., Dobrovolski, R., *et al.* 2018. Primates in

- peril: the significance of Brazil, Madagascar, Indonesia and the Democratic Republic of the Congo for global primate conservation. *PeerJ* 6: 1–57.
- Fernandes, N. C. C. A., Cunha, M. S., Guerra, J. M., Rê-sio, R. A., Cirqueira, C. S., D'Andretta Iglezias S., *et al.* 2017. Outbreak of yellow fever among nonhuman primates, Espírito Santo. *Braz. Emerg. Infect. Dis.* 12: 2038–2041.
- Fioravanti, C. H. 2018a. The monkey alarm. *Rev. Pesquisa FAPESP* 3: 4–9.
- Fioravanti, C. H. 2018b. *O combate à febre amarela no Estado de São Paulo: história, desafios e inovações*. Secretaria da Saúde do Estado de São Paulo, São Paulo.
- Franco, O. 1969. *História da Febre Amarela no Brasil*. Ministério da Saúde, Rio de Janeiro.
- Gadelha, L., de Siracusa, P., Dalcin, E., Silva, L. A. E., Augusto, D. A., Krempser, E., *et al.* 2021. A survey of biodiversity informatics: Concepts, practices, and challenges. *WIREs Data Min. Knowl.* 11: 1–41.
- Hamlet, A., Gaythorpe, K. A. M., Garske, T., Ferguson, N. M. 2021. Seasonal and inter-annual drivers of yellow fever transmission in South America. *PLOS Negl. Trop. Dis.* 15(1): e0008974.
- Hamrick, P. N., Aldighieri, S., Machado, G., Leonel, D. G., Vilca, L. M., Uriona, S., *et al.* 2017. Geographic patterns and environmental factors associated with human yellow fever presence in the Americas. *PLOS Negl. Trop. Dis.* 11(9): e0005897.
- Hecker, S., Bonney, R., Haklay, M., Hölker, F., Hofer, H., Goebel, C., *et al.* 2018. Innovation in citizen science—perspectives on science-policy advances. *CSTP* 3: 1–14.
- Holzmann, I., Agostini, I., Areta, J. I. and Ferreyra, H. 2010. Impact of Yellow Fever Outbreaks on Two Howler Monkey Species (*Alouatta guariba clamitans* and *A. caraya*) in Misiones, Argentina. *Am. J. Primatol.* 48(9): 475–480.
- ICMBio. 2019. *Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Primatas da Mata Atlântica e da Preguiça-de-coleira*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- ITIS. 2000. Integrated Taxonomic Information System on-line database. Website: <http://www.itis.gov>. Accessed 14 August 2020.
- IUCN. 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-2. Website: <https://www.iucnredlist.org>. Accessed 14 August 2020.
- IUCN, 2012. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1 1. Second edition. IUCN, United Kingdom.
- Kierulff, M. C. M., Ruiz-Miranda, C. R., de Oliveira, P. P., Beck, B. B., Martins, A., Dietz, J. M., *et al.* 2012. The Golden lion tamarin *Leontopithecus rosalia*: A conservation success story. *Int. Zoo Yearb.* 46(1): 36–45.
- Kleiman, D. G., Beck, B. B., Dietz, J. M., Dietz, L. A., Ballou, J. D. and Coimbra-Filho, A. F. 1986. Conservation Program for the Golden Lion Tamarin: Captive Research and Management, Ecological Studies, Educational Strategies, and Reintroduction. In: *Primates - The Road to Self-Sustaining Populations*, K. Benirschke (eds), pp. 959–979. Springer, New York.
- Longa, C. S., Bruno, S. F., Pires, A. R., Romijn, P. C., Kimura, L. S. and Costa, C. H. 2011. Human herpesvirus 1 in wild marmosets, Brazil, 2008. *Emerg. Infect. Dis.* 17(7):1308–1310.
- Mares-Guia, M. A. M. M., Horta, M. A., Romano, A., Rodrigues, C. D. S., Mendonça, M. C. L., Dos Santos, C. C., *et al.* 2020. Yellow fever epizootics in non-human primates, Southeast and Northeast Brazil (2017 and 2018). *Parasit. Vectors* 13: 1–8.
- Marshall, A. J. and Wich, S. A. 2016. Why conserve primates? In: *An Introduction to Primate Conservation*, S. A. Wich and A. J. Marshall (eds.), pp. 13–30. Oxford University Press, United Kingdom.
- Miller-Rushing, A., Primack, R. and Bonney, R. 2012. The history of public participation in ecological research. *Front. Ecol. Environ.* 10: 285–290.
- Moreno, E. S., Spinola, R., Tengan, C. H., Brasil, R. A., Siciliano, M. M., Coimbra, T. L. M., *et al.* 2013. Yellow fever epizootics in non-human primates, São Paulo state, Brazil, 2008–2009. *Rev. Inst. Med. Trop. S. Paulo* 55: 45–50.
- Parsons, A. W., Goforth, C., Costello, R. and Kays, R. 2018. The value of citizen science for ecological monitoring of mammals. *PeerJ* 6: 1–21.
- Pimm, S. L., Alibhai, S., Bergl, R., Dehgan, A., Giri, C., Jewell, Z. *et al.* 2015. Emerging technologies to conserve biodiversity. *Trends Ecol. Evol.* 30: 685–696.
- Possas, C., Lourenço-de-Oliveira, R., Tauil, P. L., Pinheiro, F. de P., Pissinatti, A., Cunha, R. V. da, *et al.* 2018. Yellow fever outbreak in Brazil: the puzzle of rapid viral spread and challenges for immunization. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 113: 1–12.
- Romano, A. P. M., Ramos, D. G., Araújo, F. A. A., Siqueira, G. A. M., Ribeiro, M. P. D., Leal S. G. *et al.* 2011. Febre Amarela no Brasil: Recomendações para a Vigilância, Prevenção e Controle. *Epidemiol. Serv. Saúde* 20(1): 101–6.
- Rudran, R. and Fernandez-Duque, E. 2003. Demographic Changes over Thirty Years in a Red Howler Population in Venezuela. *Int. J. Primatol.* 24: 925–947.
- Smolinski, M. S., Crawley, A. W., Olsen, J. M., Jayaraman, T. and Libel, M. 2017. Participatory Disease Surveillance: Engaging Communities Directly in Reporting, Monitoring, and Responding to Health Threats. *JMIR Public Health Surveill.* 3: 1–10.
- Strier, K. B. and Mendes, S. L. 2012. The Northern Muriqui (*Brachyteles hypoxanthus*): Lessons on Behavioral Plasticity and Population Dynamics from a Critically Endangered Species. In: *Long-Term Field Studies of Primates*. P. Kappeler and D. Watts (eds), pp. 125–140. Springer, Berlin.
- Strier, K. B., Tabacow, F. P., de Possamai, C. B., Ferreira, A. I. G., Nery, M. S., de Melo, F. R. *et al.* 2019. Status of the northern muriqui (*Brachyteles hypoxanthus*) in the time of yellow fever. *Primates* 60: 21–28.
- Terzian, A. C. B., Zini, N., Sacchetto, L., Rocha, R. F., Parra, M. C. P., Del Sarto, J. L. *et al.* 2018. Evidence of natural Zika virus infection in neotropical non-human primates in Brazil. *Sci. Rep.* 8: 1–15.

Vasconcelos, P. F. C. 2003. Febre amarela. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 36: 275–293.

Wilson, D. E. and Reeder, D. M. 2005. *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference*. Third edition. Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Wolfe, N. D., Escalante, A. A., Karesh, W. B., Kilbourn, A., Spielman, A. and Lal, A. A. 1998. Wild primate populations in emerging infectious disease research: the missing link? *Emerg. Infect. Dis.* 4: 149–58.

## TAMANHO DE GRUPO E ABUNDÂNCIA RELATIVA DE *MICO EMILIAE* NA PORÇÃO SUL DE SUA EXTENSÃO DE OCORRÊNCIA

Angele Tatiane Martins-Oliveira<sup>1,2,3</sup>, Patrick Ricardo de Lazari<sup>1,3</sup>, Samuel Murilo Pagani de Oliveira<sup>3,4</sup>, Júlia Moraes Vieira<sup>3,4</sup>, Mariana Giello Alves<sup>3,4</sup>, Tiago da Silva Henicka<sup>3,5</sup>, Luciano Ferreira da Silva<sup>3</sup>, Christine Steiner São Bernardo<sup>2,3</sup> e Gustavo Rodrigues Canale<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Estadual de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Av. Prof. Dr. Renato Figueiro Varella, N/N, Bairro: Olaria, Caixa postal 08, CEP: 78690-000, Nova Xavantina, Mato Grosso, Brasil. E-mail: <angele.oliveira@gmail.com>

<sup>2</sup>Instituto Ecológico (IEco), Rua das Jaqueiras, 445, Jardim Jacarandás, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

<sup>3</sup>Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais – Grupo de Ecologia Aplicada de Sinop (GEGAS) - Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT, Brasil. E-mail: <angele.oliveira@gmail.com>

<sup>4</sup>Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Campus, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

<sup>5</sup>Rede Estadual da Educação Básica-Sinop-MT.

### Resumo

*Mico emiliae* é uma espécie endêmica do Brasil, ocorrendo nos estados de Mato Grosso e Pará ao longo dos interflúvios Iriri – Xingu e, mais ao sul, Teles Pires – Xingu, onde habita florestas ombrófilas de baixada e florestas secundárias. Apesar de classificado como ‘menos preocupante’ segundo a IUCN *Lista Vermelha*, as populações da porção sul da área de distribuição ocupam florestas degradadas por queimadas, desmatamentos, garimpo ilegal, proximidade a monoculturas com intenso uso de agrotóxicos, presença de rodovias, empreendimentos hidroelétricos, e expansão da malha urbana. Portanto, é necessário o levantamento de dados demográficos em toda a extensão de ocorrência para delinear melhores estratégias para sua conservação. Neste estudo, estimamos três parâmetros demográficos: tamanho de grupo, abundâncias relativas (taxas de encontro) e densidade para *Mico emiliae*, na margem direita do rio Teles Pires - MT. Entre 2015 e 2018, percorremos 1,192 km, em quatro transectos lineares com cinco quilômetros de extensão, e avistamos grupos de *M. emiliae* 43 vezes. Observamos indivíduos solitários, ou distante do grupo, até grupos de 10 indivíduos, com tamanho médio de  $4.7 \pm 3.2$  indivíduos. As taxas de encontros variaram de 0.38 a 0.56 (DP:  $\pm 0.10$ ) grupo/10 km, com densidade estimada para toda a área amostrada de 0.24 ind/ha (CI = 0.16 a 0.33) e 0.07 grupo/ha (CI = 0.05 a 0.11 grupo/ha). Finalmente, confirmamos populações de *M. emiliae* ao sul das localidades conhecidas para a espécie. Este é o primeiro relato de parâmetros demográficos para populações da espécie no extremo sul de sua distribuição, uma região em acelerado processo de perda de habitat na região de ecótono Amazônia - Cerrado. Ressaltamos a necessidade do monitoramento contínuo de populações de *M. emiliae* em áreas sob diferentes intensidades de impacto antrópico para a execução de ações urgentes para a conservação destas populações recém descobertas.

**Palavras-chave:** Biodiversidade, conservação de primatas, Neotropical, empreendimentos hidrelétricos.

### Abstract

*Mico emiliae* is endemic to Brazil, occurring in Mato Grosso and Pará States, between the Iriri – Xingu rivers and, further south, the Teles Pires – Xingu rivers, where it inhabits lowland forests and secondary forests. Although it is classified as Least Concern according to the IUCN Red List, the southernmost populations occupy degraded forests due to fires, deforestation, illegal mining, adjacent monocultures with intense use of chemicals, roads, hydroelectric dams, and urban sprawl. Thus, it is crucial to gather demographic data on the entire extension of occurrence to design better strategies for conservation of the species. Here, we estimated three demographic parameters: group size, relative abundance (encounter rate), and density of *Mico emiliae*, on the right bank of the Teles Pires river - MT. From 2016 to 2018, we walked 1,192 km, in four linear transects of five kilometres, and we observed groups of *M. emiliae* 43 times. We observed solitary individuals, or individuals distant from their group, as well as groups up to 10, with a mean group size of  $4.7 \pm 3.2$  individuals. Encounter rate was from 0.38 to 0.56 (SD:  $\pm 0.10$ ) group/10 km, with a density for the study area of 0.24 ind/ha (CI = 0.16 to 0.33 ind/ha) and 0.07 group/ha (CI = 0.05 to 0.11 group/ha). We confirmed the presence of populations of *M. emiliae* to the south of known localities for the species. This is the first report of demographic parameters for these southernmost populations, in a region of intense forest degradation in the ecotone Amazon – Cerrado. We highlight the need for continuous population monitoring of *M. emiliae* in areas under varying anthropic impacts to inform urgent actions to conserve these newly found populations.

**Keywords:** Biodiversity, primate conservation, Neotropical, hydroelectric dam.



## Introdução

A fauna de primatas tem um relevante papel ecológico em ambientes tropicais, pois ao desempenharem suas funções vitais contribuem para processos ecológicos e serviços ecossistêmicos, e.g. dispersão de sementes. Primatas contribuem para a manutenção e a conservação dos ecossistemas, além de expressarem valor cultural para sociedades humanas e enriquecerem o potencial turístico dos espaços (Fuzessy *et al.*, 2016; Estrada *et al.*, 2017; Sampaio *et al.*, 2017).

A família Callitrichidae compreende oito gêneros de primatas Neotropicais de pequeno porte (< 1kg): *Cebuella*, *Callibella*, *Callimico*, *Callithrix*, *Mico*, *Saguinus*, *Leontocibus* e *Leontopithecus* (Rylands *et al.*, 2000; Silva, 2015; Rylands *et al.*, 2016; Costa-Araújo, 2019), distribuídos pelo sul da América Central e América do Sul (Rylands, 1982). Atualmente são conhecidas 14 espécies do gênero *Mico* contidas na Lista Vermelha da IUCN (Rylands *et al.*, 2008), além disso, novas espécies para o gênero têm sido descritas, e.g. o *Mico mundurucu*, descrita para a região do arco do desmatamento da Amazônia (Costa-Araújo *et al.*, 2019). Até o presente, poucas publicações científicas reportaram estimativas de parâmetros demográficos para espécies do gênero, i. e., *M. argentatus*, *M. humeralifer* e *M. marcai* (Branch, 1983; Gonçalves *et al.*, 2003, da Silva Jr. *et al.*, 2019), indicando a necessidade de levantamentos de informações básicas sobre a distribuição e a abundância das espécies de *Mico* (Silva *et al.*, 2018).

Os saguis-de-Sneathlage *Mico emiliae* Thomas, 1920 são encontrados na porção sul da Amazônia, nos interflúvios Iriri – Xingu e Teles Pires – Xingu, no sul do Pará e no norte de Mato Grosso. Sua extensão de ocorrência se estende a leste dos rios Iriri e Teles Pires delimitado a oeste pela margem esquerda do rio Xingu. Até o presente estudo o município de Cláudia era o ponto mais ao sul de sua distribuição, não se estendendo além do alto do rio Paraguai (Ávila-Pires, 1986; Andrade *et al.*, 2018; Garbino, 2011). Grupos de *M. emiliae* habitam florestas abertas de baixa, mosaicos de florestas em ambientes antrópicos, e estão presentes nas florestas amazônicas meridionais, assim como em zonas de transição com o Cerrado, sendo também observados em fragmentos florestais urbanos (Fialho e Canale, 2015). A espécie é classificada como Pouco Preocupante (PP), segundo a Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) e pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) (Fialho e Canale, 2015; IUCN, 2020). Apesar das populações da espécie ainda ocuparem extensas áreas de floresta na porção norte de sua distribuição geográfica, as populações do extremo sul sofrem intensa pressão antrópica por perda e fragmentação de seu habitat (Canale *et al.*, 2018).

O aumento da densidade populacional humana impulsiona a conversão de ambientes florestais em paisagens

antrópicas, pelo avanço da agricultura, pecuária, malha urbana, e empreendimentos como rodovias e hidrelétricas (Costa *et al.*, 2005; Batista *et al.*, 2012; Canale *et al.*, 2018). Nessa perspectiva, os processos necessários para instalação de usinas hidrelétricas e transmissão de energia podem alterar não apenas ambientes aquáticos e semi-aquáticos, como também podem impactar o meio ambiente terrestre e a fauna terrícola e arborícola, principalmente, em função de perda e fragmentação dos habitats para a formação dos reservatórios e para a instalação de linhas de transmissão de energia (Batista *et al.*, 2012; Martins e Silva, 2013).

Portanto, com o objetivo de estimar os tamanhos dos grupos de *M. emiliae*, as abundâncias relativas (taxas de encontro de grupos), e a densidade da população local no extremo sul da distribuição geográfica da espécie, realizamos o monitoramento das florestas da margem direita do rio Teles Pires, na área de influência da usina hidrelétrica de Sinop (UHE – Sinop - MT), antes da supressão vegetal e formação do reservatório.

## Material e métodos

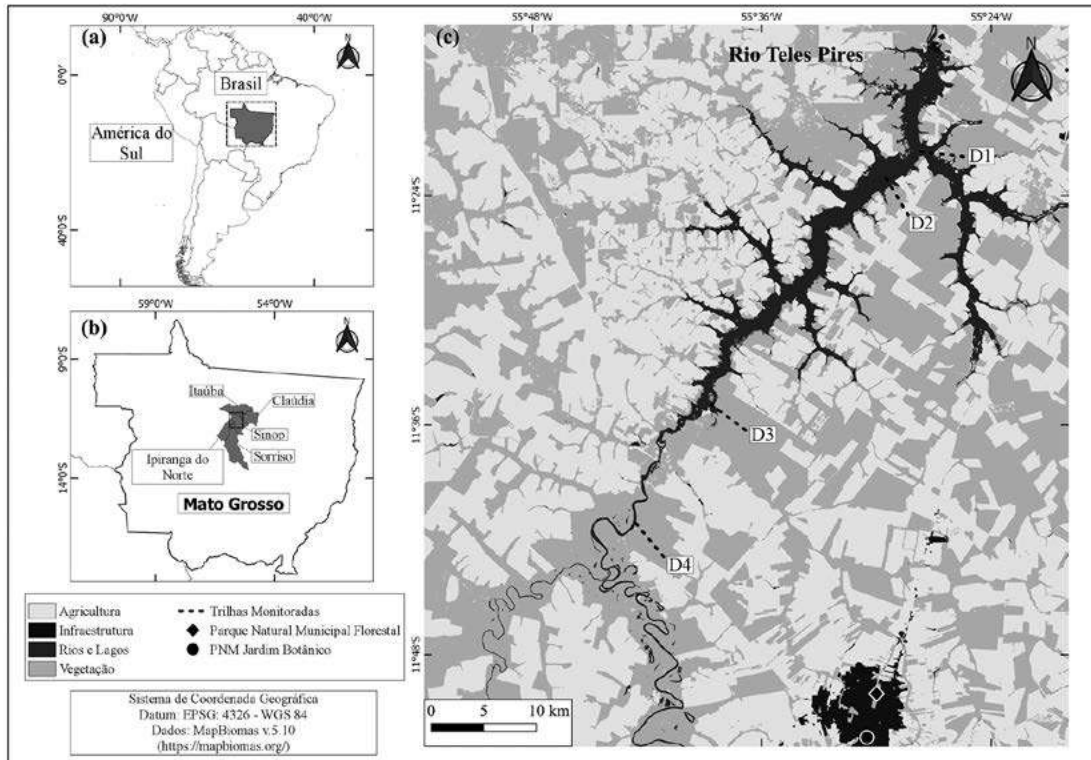
### Área de estudo

Realizamos o estudo na área de influência indireta da UHE – Sinop, localizada no rio Teles Pires, entre os municípios de Sinop, Cláudia, Itaúba, Ipiranga do Norte e Sorriso, estado de Mato Grosso, Brasil (Fig. 1). A vegetação da área forma um mosaico composto por florestas ombrófilas e estacionais, em região de transição entre a Amazônia e o Cerrado (da Silva Jr. *et al.*, 2019). As áreas amostradas foram selecionadas de forma a representarem regiões menos alteradas por ação humana. Portanto, os transectos foram estabelecidos em florestas em estágios avançados de regeneração, entrecortadas por capoeiras e pequenas manchas de pastagem. As florestas clímax são raras na região em função de um histórico recente (> 30 anos) de intenso desmatamento, além de corte seletivo legal e ilegal de madeira (Newbold *et al.*, 2015; Simões *et al.*, 2016).

### Coletas de dados

As coletas foram realizadas entre 2016 e 2018, durante a execução do programa de monitoramento de fauna terrestres da UHE-Sinop antes da supressão vegetal e do enchimento do reservatório. O desenho amostral da área de estudo foi composto por oito trilhas com 5 km de extensão cada, distribuídas em 4 trilhas ao longo de cada margem do rio Teles Pires (Peres e Cunha, 2011). Neste estudo, consideramos apenas os dados coletados à margem direita do rio Teles Pires, pois existem dúvidas em relação a identificação da espécie de *Mico* pertencente à margem esquerda (GRC, comunicação pessoal).

Os transectos foram amostrados no período matutino (07:00 às 12:00h) e vespertino (14:00 às 18:00h), percorridos a velocidade média de 1,25 km/h. Realizou-se um intervalo entre 12:00 e 14:00h, para então retomarmos a



**Figura 1.** (a) Localização da área de estudo na América do Sul, Brasil, Mato Grosso; (b) Municípios limítrofes da UHE-Sinop; (c) Trilhas monitoradas por meio do método de transecto linear, na zona de influência da UHE-Sinop.

amostragem no período da tarde, consideramos a ida e o retorno como amostragens independentes. Tal intervalo entre as amostragens nos períodos da manhã e tarde, evita os momentos em que a temperatura está mais elevada, variável esta que influencia na redução da atividade e movimentação da mastofauna, grupo de interesse do monitoramento da usina hidroelétrica em questão (Peres e Cunha, 2011). Estes horários também estão adequados para monitoramento de calitriquídeos, pois estes costumam estar ativos por até 11 horas por dia, ainda que não exista consenso sobre a concentração de comportamentos de descanso ou redução da movimentação dos indivíduos nos horários mais quentes (Silva *et al.*, 2011).

Dados sobre o tamanho de grupos, a distância perpendicular dos avistamentos e a distância percorrida foram coletados observando as premissas do método de amostragem por transecto linear (Buckland *et al.*, 2001). Grupos de animais avistados a mais de 100 m um do outro foram considerados registros independentes, portanto, grupos distintos. Em função do comportamento evasivo e inconspícuo destes pequenos primatas, a distância perpendicular foi calculada em relação ao primeiro animal do grupo avistado. Não foi possível identificar o centro dos grupos ou registrar múltiplas distâncias perpendiculares dos indivíduos do grupo, como sugerido por Buckland *et al.*, (2010). Portanto, para reduzir o viés na estimativa de densidade, registramos o tamanho e a localização dos grupos com a maior acurácia possível, principalmente, para grupos avistados próximos ao transecto, para tanto foi utilizado um *Nikon Forestry Pro Laser Rangefinder*

(Buckland *et al.*, 2010). Vale ressaltar que, quando observados grupos de 5 a 8 indivíduos de *M. emiliae*, a distância entre os indivíduos mais próximos era de cerca de 2 a 3 m, e os indivíduos mais distantes, em geral, não estavam a mais de 15 m.

#### Análises estatísticas

Calculamos as taxas de encontro em cada transecto, dividindo o número total de grupos observados pela quilometragem total percorrida em cada transecto, os valores são apresentados utilizando o número de grupos a cada 10-km de censo realizado (grupo/10km) para facilitar a comparação com outros estudos (Branch, 1983; Gonçalves *et al.*, 2003).

Para a estimativa de densidade selecionamos o melhor modelo, baseado no menor valor de AIC (*Akaike Information Criteria*). Testamos os modelos, *half-normal*, *uniform* e *hazard rate* com ajuste cosseno. Utilizando-se o modelo selecionado, calculamos a largura da área amostrada (ESW), e a probabilidade de detecção, além da estimativa de densidade. O truncamento dos dados foi realizado após inspeção visual do gráfico, onde a probabilidade de detecção em função da distância perpendicular dos avistamentos foi cerca de 0.15 (Buckland *et al.*, 2001). As análises foram realizadas utilizando o pacote *Rdistance* no R 4.0.3 (McDonald *et al.*, 2019).

Além disso, realizamos o teste não-paramétrico de Mann-Whitney para avaliar entre os períodos de seca e chuva as diferenças da abundância relativa. Além disso,

utilizamos o teste não-paramétrico de *Kruskal-Wallis* para avaliar variações entre as taxas de encontros entre os transectos percorridos.

## Resultados

Realizamos 44 avistamentos de grupos de *Mico emiliae* em 1,192 km percorridos nos transectos da margem direita do rio Teles Pires, o que resultou em uma taxa de encontros de 0.36 grupo/10km para a região amostrada (Tabela 1). Animais solitários e grupos de 2-15 indivíduos foram observados durante a amostragem, sendo

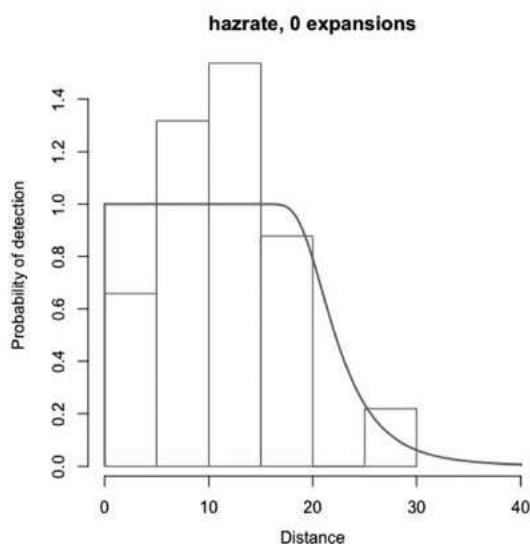
que o tamanho médio dos grupos foi de  $4.85 \pm 3.14$  indivíduos. As taxas de encontros variaram de 0.25 a 0.56 (DP:  $\pm 0.12$ ) grupo/10km ao longo dos transectos, entretanto não houve diferença significativa na taxa de encontro entre os transectos (*Kruskal-Wallis*,  $H=0.59$ ,  $p=0.89$ ). Os períodos de seca e chuva também não atuaram como fator de influência na variação da abundância, (*Mann-Whitney U* = 86,  $p=0.31$ ). Tivemos maior número de registros no período da manhã, porém o baixo número de registros e o desenho amostral adotado são inadequados para avaliações sobre os horários de atividade da espécie (Tabela 1).

**Tabela 1.** Taxa de encontro (grupo/10km) de *Mico emiliae* registradas durante o programa de monitoramento de fauna da Usina Hidrelétrica Sinop (número de indivíduos por 10 km de transecto percorrido).

Trilha	Geral		Período de seca		Período de chuva	
	Tx. de encontro (grupo/10 km)	Tamanho médio de grupo	Tx. de encontro (grupo/10 km)	Tamanho médio de grupo	Tx. de encontro (grupo/10 km)	Tamanho médio de grupo
D1	0.25	2.75 ( $\pm 1.25$ )	0.32	2.33 ( $\pm 1.15$ )	0.17	4*
D2	0.35	5.5 ( $\pm 2.87$ )	0.32	4.66 ( $\pm 3.51$ )	0.39	6 ( $\pm 2.73$ )
D3	0.56	5.60 ( $\pm 3.86$ )	0.45	6.25 ( $\pm 6.07$ )	0.67	5.16 ( $\pm 2.04$ )
D4	0.25	4 ( $\pm 3.03$ )	0.12	2.00 ( $\pm 1.41$ )	0.38	5 ( $\pm 3.26$ )
<b>Total</b>	<b>0.36</b>	<b>4.82 (<math>\pm 3.18</math>)</b>	<b>0.31</b>	<b>4.16 (<math>\pm 4.01</math>)</b>	<b>0.42</b>	<b>5.31 (<math>\pm 2.41</math>)</b>

\* Único registro na trilha D1 com o número de 4 indivíduos no grupo.

Para estimar a densidade, os dados foram truncados a 25 m, onde a probabilidade de detecção é cerca de 0.15 (Fig. 2). Esse valor de truncamento parece adequado, uma vez que o uso do sub-bosque de florestas secundárias, o pequeno porte e o comportamento evasivo dos micos ( $N=41$  avistamentos,  $13 \pm 6$  m) dificulta a visualização desses animais a longas distâncias.



**Figura 2.** Probabilidade de detecção (*Probability of detection*) em função da distância perpendicular (*Distance*) de grupos de *M. emiliae* avistados durante amostragem por transecto linear.

A largura da área amostrada ao longo dos transectos (ESW) foi de 21.5 m, e a probabilidade de detecção foi 86%. A densidade estimada para a área estudo foi 0.24 ind./ha (CI=0.16 a 0.33 ind./ha) e 0.07 grupo/ha (CI=0.05 a 0.11 grupo/ha), i. e., aproximadamente 1 grupo em 15 ha.

Durante o estudo, também foram registrados de forma fortuita a presença de dois grupos de *M. emiliae* em duas unidades de conservação no município de Sinop-MT, o Parque Natural Municipal Florestal (109 ha) e o Parque Natural Municipal Jardim Botânico (91 ha) (Fig. 1).

## Discussão

O método de transecção linear é vastamente aplicado em investigações sobre a abundância de espécies terrícolas e arborícolas, em especial primatas (Chiarello e Melo, 2001; Cullen Jr. e Rudran, 2003). Entretanto, o reduzido tamanho corporal de algumas espécies, como *Mico* spp., pode ser um fator complicador para o registro desses animais em florestas tropicais (Santana *et al.*, 2008). Neste estudo, as taxas de encontro de grupos de *M. emiliae* foram relativamente altas quando comparadas com amostragem realizadas com a mesma espécie mais ao norte de Mato Grosso (Martins-Oliveira *et al.*, 2019). Martins-Oliveira *et al.* (2019) registraram taxa de encontro de 0.2 grupo/10 km em ambos os ambientes amostrados, i.

e., floresta contínua e agrofloresta. Essa diferença pode ser atribuída a alguns fatores, que contribuem para variações na abundância de espécies de primatas, como a disponibilidade de recursos alimentares e presença de predadores entre as áreas (Mendes, 1999; Chiarello e Melo, 2001). Entretanto, essas informações não fazem parte do escopo da pesquisa realizada por Martins-Oliveira *et al.*, (2019), o que impede tais comparações. Vale ressaltar, que grupos de *M. emiliae* são capazes de ocupar ambientes antropizados e florestas em regeneração (Fialho e Canale, 2015). Além disso, calitriquídeos tem dieta generalista e costumam forragear em bordas de floresta e florestas secundárias (Hawes e Peres 2013). Portanto, maiores taxas de encontro de grupos de *M. emiliae* em florestas secundárias, como as amostradas no presente estudo, podem refletir o maior número de grupos suportados por esses habitats em relação às florestas primárias (Martins-Oliveira *et al.*, 2019; Hawes e Peres 2013). Por outro lado, as agroflorestas amostradas por Martins-Oliveira *et al.* (2019) tem baixa cobertura de dossel, o que faz dessas agroflorestas um ambiente pouco favorável para *M. emiliae*.

Apesar da escassez de dados sobre a localização das populações de *Mico emiliae* confirmando a área de ocupação da espécie dentro de sua extensão de ocorrência, Andrade *et al.* (2018) apresentam relatos recentes da espécie ocupando as florestas da margem esquerda do rio Xingu, aumentando em 83 % a área de ocupação anteriormente conhecida (Andrade *et al.*, 2018). Além disso, Garbino (2011), com base em um espécime coletado e depositado em coleção científica em 1997, confirmou a presença de *M. emiliae* no extremo sul da distribuição da espécie, no município de Cláudia MT. Neste estudo, ampliamos a distribuição da espécie em cerca de 50 km ao sul do registro anterior, confirmando a presença de grupos de *M. emiliae* no município de Sinop, em duas áreas protegidas dentro do perímetro urbano, o Parque Natural Municipal Florestal e o Parque Natural Municipal Jardim Botânico. Isso demonstra, a importância de estudos em diferentes tipos de habitat para compreendermos as atuais ameaças a sobrevivência das populações de *M. emiliae* e delinear estratégias adequadas para populações ocupando os diversos ambientes dentro de sua extensão de ocorrência.

Os calitriquídeos possuem uma dieta generalista e diversificada que pode variar entre frugívora-insetívora e gomívora-insetívora, pois consomem frutos, exsudatos vegetais (gomos e resinas) e invertebrados (Hawes e Peres, 2013; Silva, 2015). Assim, *Mico emiliae* pode contribuir para a dispersão de sementes dos frutos consumidos, bem como no controle de populações de invertebrados (Hawes e Peres, 2013; Fuzessy *et al.*, 2016; Martins-Oliveira *et al.*, 2020). Essas funções ecológicas desempenhadas por calitriquídeos contribuem para a restauração dos ecossistemas, principalmente de florestas secundárias (Cabral Rezende *et al.*, 2020). Este estudo contribui com informações sobre as populações de *M. emiliae* no

extremo sul da distribuição geográfica, onde a perda e fragmentação de habitat são intensos. Portanto, ressaltamos a necessidade de ampliar os estudos que busquem compreender o papel ecológico dessa espécie bem como sua contribuição para a manutenção dos ecossistemas na região de ecótono Amazônia – Cerrado. Destacamos, ainda, a importância da Área de Preservação permanente do entorno de reservatórios hidrelétricos, assim como seu monitoramento, bem como em os outros locais onde se confirma a presença dessas populações.

## Agradecimentos

Realizamos as coletas de dados durante o monitoramento de fauna terrestre no período de pré-enchimento do reservatório da Usina Hidrelétrica Sinop (UHE-Sinop) pela empresa Sinop Energia/CES.

## Referências

- Andrade, R. P., Mourthe, I., Saccardi, V. e Hernández-Ruz, E. J. 2018. Eastern extension of the geographic range of *Mico emiliae*. *Acta Amazon.* 48: 257–260.
- Ávila-Pires, F. D. 1986. On the validity of and geographical distribution of *Callithrix argentata emiliae* Thomas, 1920 (Primates, Callithricidae). 319-322. Em: de Mello, M.T. (ed.). 2. *Sociedade Brasileira de Primatologia.* 530p.
- Batista, B. M. F., Sánchez, D. C. M., da Silva, J. V., Martinez, D. T. e Pasa, M. C. 2012. Revisão dos impactos ambientais gerados na fase de instalação das hidrelétricas: Uma análise da sub-bacia do Alto Juruena-MT. *Biodiversidade* 11.1: 69–85.
- Branch L. C. 1983. Seasonal and habitat differences in the abundance of primates in the Amazon (Tapajós) National Park, Brazil. *Primates.* 24(3): 424-31.
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., Laake, J. L., Borchers, D. L. e Thomas, L. 2001. Introduction to Distance Sampling. *Oxford: Oxford University Press.*
- Buckland, S. T., Plumptre, A. J., Thomas, L. e Rexstad, E. A. 2010. Design and analysis of line transect surveys for primates. *Int. J. Primatol.* 31(5): 833–847.
- Cabral Rezende, G., Sobral-Souza, T. e Culot, L. 2020. Integrating climate and landscape models to prioritize areas and conservation strategies for an endangered arboreal primate. *Am. J. Primatol.* 82(12): e23202.
- Canale, G., Rylands, A. B. e Fialho, M. 2018. *Mico emiliae*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2018.* <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T42691A17933668>. Acessado em 14 de setembro de 2020.
- Chiarello, A. G. e Melo, F.R. 2001. Primate population densities and sizes in Atlantic forest remnants of northern Espírito Santo, Brazil. *Int. J. Primatol.* 22(3): 379–396.
- Costa-Araújo, R., Melo, F. R., Canale, G. R., Hernández-Rangel, S. M., Messias, M. R., Rossi, R. V., Silva, F. E., da Silva, M. N. F., Nash, S. D., Boubli, J. P., Farias, I.

- P. e Hrbek, T. 2019. The Munduruku marmoset: a new monkey species from southern Amazonia. *PeerJ* 25(7) e7019.
- Costa, L., Leite, Y., Mendes, S. e Ditchfield, A. 2005. Conservação de mamíferos no Brasil. *Megadiversidade* 1(1): 103–112.
- Cullen Júnior, L. e Rudran, R. 2003. Transectos lineares na estimativa de densidade de mamíferos e aves de médio e grande porte. *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 169–179.
- da Silva Junior C. A., de Medeiros Costa G., Rossi F. S., do Vale J. C. E., de Lima R. B., Lima M., de Oliveira-Junior J. F., Teodoro P. E. e Santos R. C. 2019. Remote sensing for updating the boundaries between the Brazilian Cerrado-Amazonia biomes. *Environ. Sci. Policy*. 101: 383–92.
- Estrada, A., Garber, P. A., Rylands, A. B., Roos, C., Fernandez-Duque, E., Fiore, A. D., Anne-Isola, Nekaris, K., Nijman, V., Heymann, E. W., Lambert, J. E., Rovero, F., Barelli, C., Setchell, J. M., Gillespie, T. R., Mittermeier, R. A., Arregoitia, L.V., de Guinea, M., Gouveia, S., Dobrovolski, R., Shanee, S., Shanee, N., Boyle, S. A., Fuentes, A., MacKinnon, K. C., Amato, K. R., Meyer, A. L. S., Wich, S., Sussman, R. W., Pan, R., Kone, I e Li, B. 2017. 'Impending extinction crisis of the world's primates: Why primates matter'. *Sci. Adv.* 3(1): e1600946.
- Fialho, A. S. e Canale, G. R. 2015. Avaliação do Risco de Extinção de *Mico emiliae* (Thomas, 1920) no Brasil. Processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira. ICMBio. <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/estado-de-conservacao/7215-mamiferos-mico-emiliae-sagui-desnethlage.html>
- Fuzessy, L. F., Cornelissen, T. G., Janson, C. e Silveira, F. A. O. 2016. How do primates affect seed germination? A meta-analysis of gut passage effects on neotropical plants. *Oikos* 125: 1069–1080.
- Garbino, G. S. T. 2011. The southernmost record of *Mico emiliae* (Thomas, 1920) for the State of Mato Grosso, Northern Brazil. *Neotrop. Primates* 18(2): 53–55.
- Gonçalves E. C., Ferrari S. F., Silva A., Coutinho P. E., Menezes E. V. and Schneider M. P. 2003. Effects of habitat fragmentation on the genetic variability of silvery marmosets, *Mico argentatus*. *Primates in Fragments*. 17–28. Springer, Boston, MA.
- Hawes, J. E. e Peres, C. A., 2013. Ecological correlates of trophic status and frugivory in Neotropical primates. *Oikos*. 123, 365–377, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0706.2013.00745.x>.
- IUCN. 2020. IUCN Red List of Threatened Species v. 2020-2. <http://www.iucnredlist.org/>. Acessado em 12 de setembro de 2020.
- Martins, M. A. N. e Silva, M. A. 2013. A Construção da barragem João Leite e os reflexos nas áreas de abrangência do reservatório. *IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Salvador/BA* 1-9.
- Martins-Oliveira, A. T., Bernardo, C. S. S., de Melo, F. R., Santos-Filho, M., Peres, C. A. e Canale, G. R. 2019. Primate and ungulate responses to teak agroforestry in a southern Amazonian landscape. *Mamm. Biol.* 96(1): 45–52.
- Martins-Oliveira, A.T., Canale, G.R., da Silva Nogueira, L.A., França, A.L., dos Santos, J.D.P. e Córdova, M.O. 2020. Estrutura e síndromes de dispersão da vegetação arbórea em floresta nativa e agrofloresta, na Amazônia Meridional. *Rev. Ciênc. Agrár.* 43(3): 352–362.
- McDonald, T. L., J. D. Carlisle. e McDonald, A. 2019. *Rdistance: distance-sampling analyses for density and abundance estimation*. R package version 2.1.3. [online] URL: <http://cran.r-project.org/package=Rdistance>
- Medeiros-Silva, G. M. D., Veríssimo, K. C. D. S. e Borstelmann de Oliveira, M. A. 2011. Orçamento das atividades diárias de dois grupos de *Callithrix jacchus* em área urbana. *Ver. Etol.* 10(2): 57–63.
- Mendes Pontes, A. R. 1999. Environmental determinants of primate abundance in Maracá Island, Roraima, Brazilian Amazônia. *J. Zool.* 247(2): 189–199.
- Newbold, T., Hudson, L. N., Hill, S. L., Contu, S., Lysenko, I., Senior, R. A., Böger, I., Bennett, D., Choimes, A., Collen, B., Day, J., de Palma, A., Díaz, S., Echeverria-Londoño, S., Edgar, M., Feldman, A., Garon, M., Harrison, M. L. K., Alhusseni, T., Ingram, D. J., Itescu, Y., Kattge, J., Kemp, V., Kirkpatrick, I., Kleyer, M., Correia, D. L. P., Martin, C., Meiri, S., Novosolov, M., Pan, Y., Phillips, H. R. P., Purves, D. W., Robinson, A., Simpson, J., Tuck, S., Weiher, E., White, H. J., Ewers, R. M., Mace, G. M., Scharlemann, J. P. W., e Purvis, A. 2015. Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature*, 520(7545): 45–50.
- Peres, C. A. e Cunha, A. A. 2011. Manual para censo e monitoramento de vertebrados de médio e grande porte por transeção linear em florestas tropicais. Wildlife Technical Series, *Wildlife Conservation Society*, Brasil.
- Rylands, A. B. 1982. The Behaviour and ecology of three species of Marmosets and Tamarins (Callitrichidae, Primates) in Brazil. *Thesis* (PhD). University of Cambridge, Cambridge, 1982.
- Rylands, A. B., Schneider, H., Langguth, A., Mittermeier, R. A., Groves, C.d.P. e Rodrigues-Luna, E. 2000. An assessment of the diversity of New World primates. *Neotrop. Primates* 8(2): 1413–4703.
- Rylands, A. B., Russel, A. M., Coimbra-Filho, A. F., Heymann, E. W., Rorres, S. Silva Jr., J. S., Kierulff, C. M., Noronha, M. A. e Röhe F. 2008. Conservation International. Tropical Pocket Guide Series. ISBN 978-1-934151-20-4.
- Rylands, A. B., Heymann, E. W., Lynch Alfaro, J., Buckner, J. C., Roos, C., Matauschek, C., Boubli, J. P., Sampaio, R. e Mittermeier, R. A. 2016. Taxonomic review of the New World tamarins (Primates: Callitrichidae). *Zool. J. Linnean Soc.* 177(4): 1003–1028.
- Sampaio, R., Coutinho, T. A., Neto, A. M., Konrath, L., de Moraes, L. F. P. e de Castro Sena, A. E. 2017. Diversidade de primatas no sul do Amazonas: oportunidades para a gestão de unidades de conservação. Primates diversity in the south of the Amazon: opportunities for

- the protected area management. *Biodiversidade Brasileira-BioBrasil*, (2): 71-84.
- Santana, B. E. M. M., Prado, M. R. D., Lessa, G., Rocha, E. C., e Melo, F. R. de. 2008. Density, population size, and abundance of primate populations in an Atlantic Forest in Minas Gerais, Brazil. *Ver. Arvore* 32(6): 1009–1117.
- Silva, F. E., Endo, W., dos Santos Junior, M. A., Sampaio, R., e Röhe, F. 2018. New insights into the distribution and conservation status of the Golden-White Tassel-Ear Marmoset *Mico chrysoleucos* (Primates, Callitrichidae). *Primates* 59(4): 347–353.
- Silva, M. A. F. da. A importância dos frutos na dieta de calitriquídeos e seu potencial como dispersores de sementes. 2015. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Instituto de Florestas, Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ.
- Simões, J. M, Melo, K. R, Mews, C. L, Ferreira, L. S, Henicka, T. S. e Palermo, P. R. A, 2016. Caracterização fitossociológica das tipologias da área de influência direta do reservatório da UHE Sinop. *Nativa* 4(1): 25–30.
-

## PARÂMETROS DEMOGRÁFICOS DE POPULAÇÕES DE DUAS ESPÉCIES AMEAÇADAS DE MACACOS-ARANHA, *ATELES CHAMEK* E *ATELES MARGINATUS*, NO ECÓTONO CERRADO-AMAZÔNIA

Patrick Ricardo De Lazari<sup>1,2</sup>, Angele Tatiane Martins Oliveira<sup>1,2,3</sup>, Pedro Henrique Duarte Sandmann<sup>2,4</sup>, Bruna Vivia Miguel<sup>2,3,6</sup>, Marina Carvalho Fontes<sup>2,4</sup>, Nelson Rocha Almeida Filho<sup>2,4</sup>, Guilherme Vitor Freire Guirau<sup>2,4</sup>, Tiago da Silva Henicka<sup>5</sup>, Luciano Ferreira da Silva<sup>2</sup>, Gustavo Rodrigues Canale<sup>2,3</sup> e Christine Steiner São Bernardo<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Estadual de Mato Grosso, Nova Xavantina, Mato Grosso, Brasil. E-mail: <lrpatrick@gmail.com>

<sup>2</sup>Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Naturais Humanas e Sociais, GECAS – Grupo de Ecologia Aplicada, Sinop, MT, Brasil.

<sup>3</sup>Instituto Ecótono, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

<sup>4</sup>Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Campus, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

<sup>5</sup>Professor da Rede Estadual da Educação Básica-Sinop-MT.

### Resumo

*Ateles* spp. estão entre os maiores primatas Neotropicais, ocupam principalmente florestas úmidas de terra firme, e consomem grandes quantidades de frutos com grandes sementes. Portanto, são importantes para a dispersão de sementes de plantas lenhosas em florestas tropicais. As ações antrópicas são a principal ameaça pela perda de habitat e caça. Estimar parâmetros demográficos de populações de macacos-aranha é fundamental para entender suas demandas ecológicas, avaliar os impactos antrópicos sobre as populações, e qualificar as medidas de conservação para as espécies. Entre 2016 e 2018, registramos as taxas de encontro, tamanho médio de grupos e estimamos a densidade populacional de *Ateles chamek* e *Ateles marginatus* ao longo de oito trilhas na mata ciliar do rio Teles Pires, quatro em cada lado da margem. Não houve diferença significativa entre as taxas de encontro de *A. chamek* e *A. marginatus* entre as estações seca e chuvosa. Foram registrados grupos com tamanho médio de  $5.6 \pm 4.9$  indivíduos, de *A. marginatus*, e taxa de encontro de 0.84 grupo/10 km na margem direita do rio Teles Pires. E na margem esquerda, grupos de *A. chamek* com tamanho médio de  $3.8 \pm 3.0$  indivíduos e taxa de encontro de 0.75 grupo/10 km. Confirmamos o rio Teles Pires como barreira geográfica separando as duas espécies de macacos-aranha, mas registramos grupos mistos nas duas margens, indicando a dispersão fortuita de alguns indivíduos. O ecótono Amazônia-Cerrado necessita de ações de conservação e mitigação de impactos, especialmente voltados para espécies florestais. Recomendamos o monitoramento contínuo dos parâmetros demográficos para as populações de *A. chamek* e *A. marginatus* para avaliar sua viabilidade populacional e detectar as ameaças locais.

**Palavras-chave:** Biodiversidade, programa Distance, endemismo transecto linear, mamíferos

### Abstract

*Ateles* spp. are among the largest Neotropical primates, and occupy mainly lowland evergreen rainforests. They feed on a great amount of large-seeded fruits and therefore are important seed dispersers of tropical plants. Spider monkeys are threatened by anthropic actions, such as habitat loss and hunting. Estimating demographic parameters of spider monkey populations is key to understanding their ecological needs, assessing anthropic impacts on populations, and qualifying conservation measures for the species. Between 2016 and 2018, we recorded encounter rates, average group sizes, and estimated population density of *A. chamek* and *A. marginatus* along eight 5 km-transects, in the riparian forest of the Teles Pires River, four on each side of the river bank. There was no significant difference between the encounter rates of *A. chamek* and *A. marginatus* between the dry and wet seasons. We recorded mean group size of  $5.6 \pm 4.9$  individuals and an encounter rate of 0.84 group/10 km of *A. marginatus* on the right bank of the Teles Pires River. And on the left bank, groups of *A. chamek* with mean group size of  $3.8 \pm 3.0$  individuals and encounter rate of 0.75 group/10 km. We confirmed the Teles Pires River as a geographic barrier separating these two species of spider monkeys, but we recorded mixed groups on both banks, indicating scattered dispersal events of some individuals. The Amazon-Cerrado ecotone needs conservation and mitigation measures, especially for forest species. We recommend a continuous monitoring of demographic parameters for populations of *A. chamek* and *A. marginatus* to assess their population viability and detect local threats.

**Key words:** Biodiversity, Distance software, endemism, line transect, mammals.



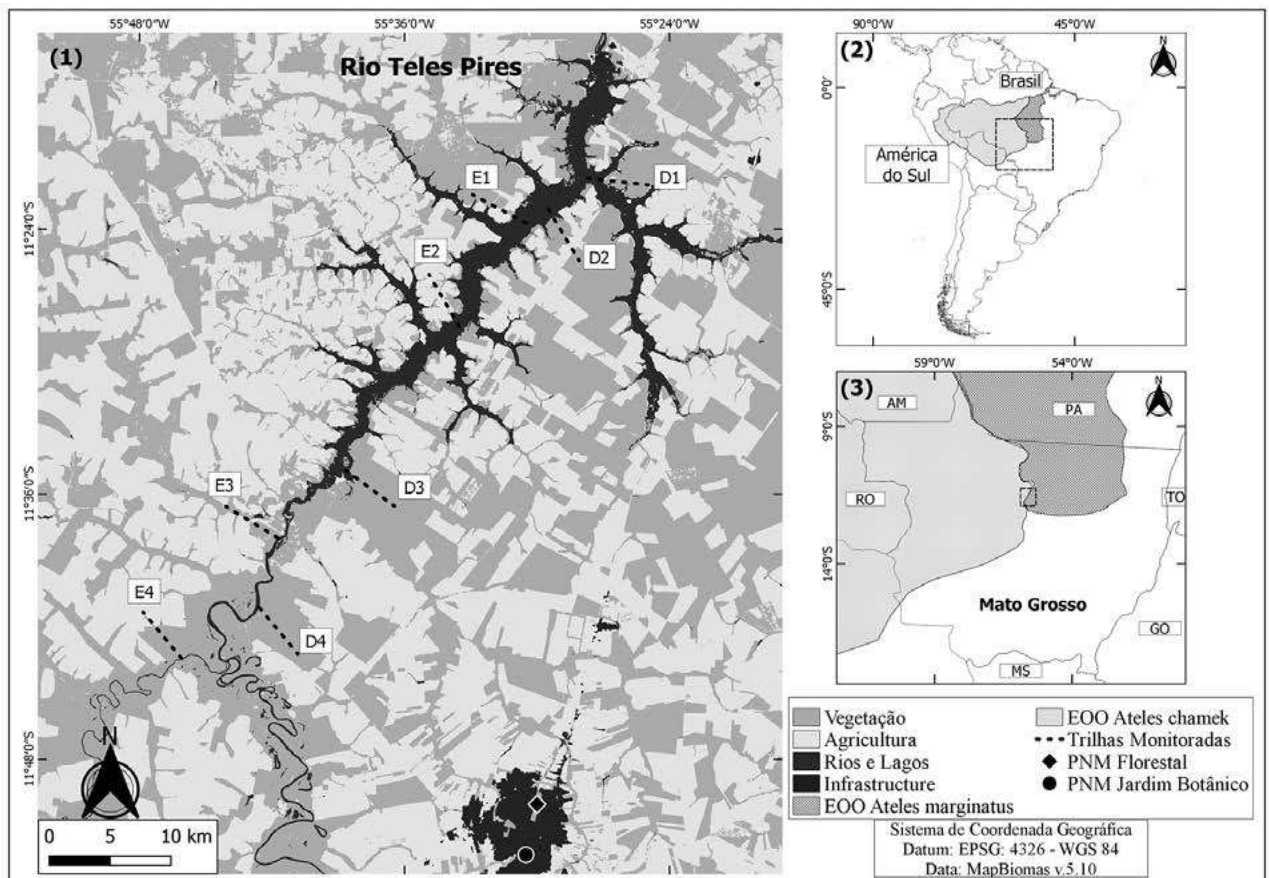
## Introdução

Os primatas do gênero *Ateles*, conhecidos como macacos-aranha ou coatás, estão entre os maiores e mais ameaçados primatas neotropicais (Dumas e Mazzoleni, 2017). Possuem ampla distribuição geográfica, desde o sul do México até a Bolívia e Centro-norte do Brasil (Morales-Jimenez *et al.*, 2014). Espécies do gênero *Ateles* possuem dieta predominantemente composta por frutos, flores e folhas, e complementada com insetos, sementes e brotos (Di Fiore, 2004). Eles são considerados importantes dispersores de sementes em razão da alta frequência de frutos na dieta. Por engolirem boa parte das sementes, incluindo as grandes sementes (>1 cm), sem danificá-las no processo de mastigação ou digestão, contribuem efetivamente para a manutenção das florestas e de serviços ecossistêmicos (Di Fiore *et al.*, 2008; Lange e Robson, 2019).

Apesar de amplamente distribuídos na região Neotropical, as populações de macacos-aranha possuem algumas particularidades que aumentam consideravelmente sua vulnerabilidade às alterações ambientais, como a perda e a fragmentação de seus habitats, e a outras ameaças antrópicas, como a caça ilegal. Por exemplo, a baixa taxa de natalidade de suas populações, e a demanda por

amplas áreas de vida, devido ao grande tamanho corporal sustentando por uma dieta folívoro-frugívora, coloca os macacos-aranha-de-cara-branca (*Ateles marginatus*, Geoffroy 1809) e macaco-aranha-de-cara-preta (*Ateles chamek*, Humboldt 1812) em perigo de extinção globalmente (Ramos-Fernandez e Ayala-Orozco, 2003; Ravetta e Ferrari, 2009; Ravetta *et al.*, 2021; Alves *et al.*, 2020). Vale ressaltar que a Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção do Brasil considera *A. chamek* espécie vulnerável (ICMBio, 2018).

Os empreendimentos hidrelétricos estão entre as atividades humanas que necessitam de monitoramento para a mitigação de potenciais impactos ambientais, visando, entre outros fins, evitar a erosão da biodiversidade local (Queiroz, 2012). Apesar de uma série de monitoramentos realizados durante processos de estudo e implementação dos empreendimentos hidrelétricos (Silveira, 2016), pouco se sabe sobre os impactos diretos ou indiretos destes sobre as populações de primatas Neotropicais, incluindo os macacos-aranha (Aquino *et al.*, 2013). Na região da área de influência indireta da Usina Hidrelétrica de Sinop (UHE – Sinop) *A. marginatus* e *A. chamek* possuem distribuição parapátrica separadas pelo rio Teles Pires, respectivamente à margem direita e à margem esquerda (Fig. 1, Mapa 2).



**Figura 1.** Mapa de localização da área de estudo. (1) Trilhas monitoradas por meio do método de transecto linear, na zona de influência da Usina Hidrelétrica (UHE-Sinop); (2) Localização da área de estudo no estado de Mato Grosso; (3) Áreas de distribuição de *Ateles chamek* e *Ateles marginatus*.

*A. marginatus* é uma espécie endêmica do Brasil, com ocorrência no interflúvio dos rios Tapajós e Xingu, nos estados do Pará e Mato Grosso (Ravetta *et al.*, 2021). As matas de transição entre Amazônia e Cerrado na região de Mato Grosso, entre as bacias do médio rio Teles Pires e do rio Xingu, possivelmente representam o limite sul de sua distribuição (Pimenta e Júnior, 2005; Ravetta *et al.*, 2021). *A. chamek* é encontrado também na Bolívia e no Peru, sendo que no Brasil possui sua área de ocorrência majoritariamente na região da Amazônia, no Acre, Rondônia, Amazonas, Pará e Mato Grosso (Alves *et al.*, 2020). As áreas limítrofes de sua distribuição ocorrem ao leste pelos rios Tapajós e Teles Pires, ao sul pelo rio Guaporé, e ao norte pelos rios Solimões e Japurá (Rabelo *et al.*, 2014; Santos-Filho *et al.*, 2017).

Entre 2016 e 2018, durante a fase de pré-enchimento do reservatório da Usina Hidrelétrica Sinop (UHE-Sinop- potência instalada: 400 MW; área de inundação: 337 km<sup>2</sup>) (PBA, 2013), registramos as taxas de encontro e os tamanhos de grupos de macacos-aranha-de-cara-branca e de-cara-preta em ambas as margens do Rio Teles Pires. Por meio do método de transectos lineares, calculamos a densidade das populações das espécies e avaliamos a ocorrência de variações sazonais sobre os parâmetros populacionais amostrados para as populações de *A. marginatus* e *A. chamek* nas florestas do extremo sul da distribuição do gênero *Ateles*. Estes parâmetros populacionais podem contribuir significativamente para os planos de conservação e manejo das populações destes primatas ameaçados.

## Material e métodos

### Área de estudo

O presente estudo foi conduzido na Área de Influência Direta (AID) da Usina Hidrelétrica Sinop (UHE-Sinop), localizada entre os municípios de Sinop, Cláudia, Itaúba, Ipiranga do Norte e Sorriso na região norte do estado de Mato Grosso (Fig. 1).

### Coleta de dados

Os dados foram coletados entre os anos de 2016 e 2018, durante o programa de monitoramento da fauna terrestre da UHE-Sinop, no período de pré-enchimento do reservatório, sendo realizado nesse período 12 campanhas de amostragem, sendo seis na estação seca e 6 na estação chuvosa. Portanto, os dados coletados representam o marco zero do estado das populações dos primatas estudados, permitindo comparações dos parâmetros demográficos ao longo do tempo. Em cada margem do rio Teles Pires foram estabelecidos quatro transectos lineares com cinco km de extensão. Em cada campanha, os transectos foram percorridos durante três vezes com um intervalo de 4 dias entre os censos. As trilhas foram percorridas no período da manhã (7:00-11:00h) e tarde (14:00-18:00h) a uma velocidade média de 1.25 km/h. Este intervalo entre as amostragens evita as maiores temperaturas do

dia, quando os animais diminuem sua movimentação, dificultando assim a detecção (Peres e Cunha, 2011). A abundância relativa foi estimada com base nos registros de encontros de grupos de macacos-aranha (*Ateles marginatus* e *Ateles chamek*) por quilometragem percorrida expressa na taxa de grupo/10 km-percorrido (Iwanaga e Ferrari, 2002).

### Análises estatísticas

As taxas de encontro foram calculadas dividindo o número total de grupos observados pela quilometragem total percorrida em cada transecto, os valores são apresentados utilizando o número de grupos a cada 10-km de censo realizado (grupo/10 km) para facilitar a comparação com outros estudos (Branch, 1983; Iwanaga e Ferrari, 2002). As densidades foram estimadas com base na largura da área amostrada (ESW) e probabilidade de detecção calculadas com base no melhor modelo selecionado pelo menor valor de AIC (*Akaike Information Criteria*). Foram testados os modelos, *half-normal*, *uniform* e *hazard rate* com ajuste cosseno. Após inspeção visual do gráfico de probabilidade de detecção em função da distância perpendicular dos avistamentos, os dados foram truncados onde a probabilidade de detecção é aproximadamente de 0.15. (Buckland *et al.*, 2001). As análises foram realizadas utilizando o pacote *Rdistance* no R 4.0.3 (McDonald *et al.*, 2019). Realizamos o teste não-paramétrico de Mann-Whitney para comparar as taxas de encontro de grupos em cada transecto nas estações seca e chuvosas para cada espécie, e para comparar as taxas de encontro de grupos entre as espécies.

## Resultados

Durante o período de três anos de monitoramento das populações de macacos-aranha, percorremos 2,205 km em trilhas abertas nas florestas das margens do rio Teles Pires, sendo distribuídos em 1,149 km percorridos durante a estação seca e 1,056 km durante a estação chuvosa. Considerando todos os registros visuais de grupos de macacos-aranha em ambas as margens do rio Teles Pires, foram feitos 86 registros visuais de grupos de *Ateles chamek*, resultando em uma taxa de encontro de 0.39 grupo/10km, e foram realizados 101 registros visuais de grupos de *Ateles marginatus*, resultando em taxa de encontro de 0.45 grupo/10 km.

Nas florestas da margem direita do rio Teles Pires foram percorridos 1,119 km em quatro transectos (média de 25 ± 2.8 km percorridos em cada transecto por campanha). Foram realizados 94 avistamentos de grupos de *Ateles marginatus*. Estes grupos, com tamanho médio de 5.6 ± 4.9 indivíduos, foram registrados nos quatro transectos da margem direita do rio Teles Pires à taxa de encontro de 0.84 grupo/10km (Tabela 1). Nos mesmos transectos da margem direita, foram realizados 10 registros de grupos de *Ateles chamek*, formando grupos mistos de tamanho médio de 11.5 ± 5.4 indivíduos com

*A. marginatus*, ou grupos menores formados apenas por macacos-aranha-de-cara-preta, com tamanho médio de  $4.1 \pm 3.1$  indivíduos (Tabela 1). Tanto *A. marginatus* quanto *A. chamek* foram registrados nos quatro transectos da margem direita.

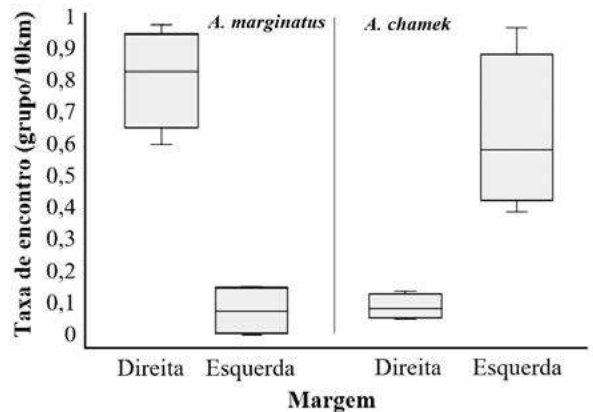
Nas florestas da margem esquerda do rio Teles Pires, foram percorridos 1,013km em 4 transectos (média de  $23 \pm 5.2$ km percorridos em cada transecto por campanha). Foram realizados 7 registros visuais de grupos de *Ateles marginatus*, e 76 registros visuais de grupos de *A. chamek* (Tabela 1). Na margem esquerda, *A. marginatus* foi registrado somente em dois transectos, enquanto que *A. chamek* foi registrado nos quatro transectos. Registramos grupos de *A. chamek* com tamanho médio de  $3.8 \pm 3.0$  indivíduos, à taxa de encontro de 0.75 grupo/10km. Também foram registrados grupos mistos de *A. marginatus* e *A. chamek* por três vezes na margem esquerda do rio Teles Pires, sempre com apenas um indivíduo de macaco-aranha-de-cara-branca entre outros macacos-aranha-de-cara-preta, em grupos de 2 a 18 indivíduos. Durante outros três registros, foram também encontrados grupos de 2 a 3 indivíduos de macacos-aranha-de-cara-branca, e um registro de um indivíduo solitário desta espécie. Somando-se todos os registros visuais, de 292 registros na margem esquerda, 281 (96% do total de registros) eram *A. chamek*. Na margem direita, dos 568 registros, 527 eram da espécie *A. marginatus*, representando 93% do total de registros.

**Tabela 1.** Taxa de encontro (grupo/10km) e tamanho médio do grupo ( $\pm$ Desvio Padrão) de *Ateles chamek* e *Ateles marginatus* na margem direita e esquerda do rio Teles Pires, Sinop-MT.

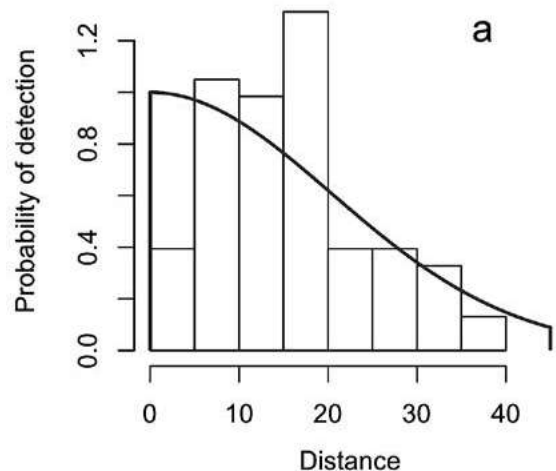
Espécies	Taxa de encontro por margem		Tamanho médio do grupo por margem	
	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda
<i>A. chamek</i>	0.09	0.75	$4.1 \pm 3.8$	$3.8 \pm 3.0$
<i>A. marginatus</i>	0.84	0.07	$5.6 \pm 5.3$	$1.5 \pm 0.78$
Grupos mistos	0.04	0.03	$11.5 \pm 5.4$	$9.7 \pm 6.5$

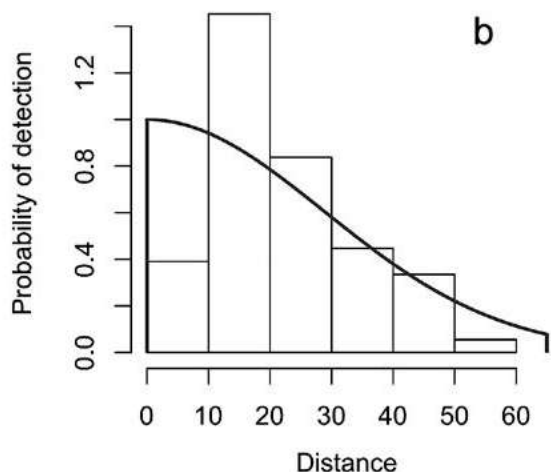
As taxas de encontro de grupos de *A. marginatus* foram significativamente maiores comparando-se as amostragens dos quatro transectos da margem direita com os quatro transectos da margem esquerda do rio Teles Pires (Mann-Whitney,  $U=0$ ,  $Z=2.17$ ,  $p=0.02$ ) (Fig. 2). Por outro lado, *A. chamek* apresentou maiores taxas de encontro de grupos na margem esquerda (Mann-Whitney,  $U=0$ ,  $Z=2.16$ ,  $p=0.03$ ) (Fig. 2). Já as taxas de encontro em períodos de seca ou chuva não apresentaram diferença significativa tanto para *A. marginatus* (Mann-Whitney,  $U=223.5$ ;  $Z=0.65$ ;  $p=0.5$ ), quanto para *A. chamek* (Mann-Whitney,  $U=205.5$ ;

$Z=0.35$ ;  $p=0.72$ ). Para a estimativa da densidade de *A. marginatus* na margem direita do rio Teles Pires, estimamos em 37.3 m a largura da área amostrada ao longo dos transectos (ESW), com probabilidade de detecção de 83% (Fig. 2a). Utilizando o melhor modelo selecionado, com base nos avistamentos de *A. marginatus* (half-normal com ajuste de cosseno) (Fig. 3a), estimamos a densidade em 0.05 ind./ha (CI 95% = 0.04 a 0.06 ind./ha) e 0.01 grupo/ha (CI 95% = 0.008 a 0.011 grupo/ha) para as populações de macacos-aranha-de-cara-branca na margem direita do rio Teles Pires. Na margem esquerda do rio Teles Pires, a densidade de *A. chamek* foi estimada com base na área amostrada ao longo dos transectos (ESW) de 55 m e com probabilidade de detecção de 84% (Fig. 3b). A partir do melhor modelo selecionado (half-normal com ajuste de cosseno), estimamos 0.02 ind./ha (CI 95% = 0.006 a 0.040 ind./ha) e 0.006 grupo/ha (CI 95% = 0.003 a 0.009 grupo/ha) para as populações de *A. chamek*.



**Figura 2.** Box plot com mediana, primeiro e terceiro quartil e máximo e mínimo da taxa de encontro (grupo/10km) para *Ateles marginatus* e *Ateles chamek* na margem direita (4 transectos) e esquerda (4 transectos) da bacia do médio rio Teles Pires na região de Sinop-MT.





**Figura 3.** Probabilidade de detecção (*Probability of detection*) em diferentes categorias de distância perpendicular do transecto ao animal observado (*Distance*) para *Ateles marginatus* (a) e *Ateles chamek* (b), respectivamente, nas margens direita e esquerda do rio Teles Pires, ambos com base no modelo half-normal com ajuste de cosseno.

## Discussão

Foram registrados *Ateles chamek* e *A. marginatus* nas duas margens do rio Teles Pires, entretanto, as taxas de encontro de grupos de *A. marginatus* na margem direita foram significativamente maiores do que as taxas de encontro de grupos de *A. chamek* na mesma margem. O inverso foi registrado na margem esquerda, onde predominaram os encontros com grupos de *A. chamek*. Além disto, mais de 90% dos macacos-aranha identificados na margem direita eram *A. marginatus*, com resultado similar para *A. chamek* na margem esquerda. Estes resultados indicam que o rio Teles Pires é uma barreira geográfica para as populações de *A. marginatus* e *A. chamek*, porém dispersões esporádicas de indivíduos ou até mesmo sub-grupos cruzando o rio devem ocorrer entre as populações de ambas as espécies. De fato, é possível que ocorra, ainda que em baixa frequência, a dispersão de organismos através das barreiras geográficas, mesmo quando a disjunção é provocada por uma barreira física, como um grande rio (Pyron e Burbrink, 2010).

Os atelídeos estão entre os maiores primatas neotropicais (Dumas e Mazzoleni, 2017) e seu grande tamanho de corpo está relacionado com a capacidade de ocupação dos habitats (Benchimol e Venticini, 2014). As maiores espécies são também as melhores nadadoras, e possuem maior capacidade para transpor barreiras aquáticas (Ayres e Clutton-Brock, 1992). Na Amazônia, muitos rios não são barreiras para algumas espécies de *Ateles*, que já foram registradas no momento em que realizavam a travessia de uma margem a outra (Ayres e Clutton-Brock,

1992; Collins e Dubach, 2000; Nunes, 2014; Santos-Filho *et al.*, 2017). Apesar da distância entre as margens em alguns pontos do rio Teles Pires atingirem mais de 500 m de largura, a formação de ilhas, as alterações de cursos do rio, e a formação de calhas secundárias ao longo dos anos podem contribuir para a redução das distâncias entre as populações das duas espécies (Rabelo *et al.*, 2014). Ademais, já foram registrados macacos-aranha-de-cara-preta braquiando de uma margem à outra por cabos de aço que auxiliam a travessia de balsas no rio Teles Pires (G. Canale observação pessoal). Portanto, a presença de grupos mistos entre *A. marginatus* e *A. chamek*, e a evidência da passagem esporádica de indivíduos pela barreira geográfica, ou seja, pelo rio Teles Pires na zona limítrofe entre suas distribuições geográficas foi confirmada, como esperado (Pyron e Burbrink, 2010; Santos-Filho *et al.*, 2017).

As taxas de encontro de grupos de *Ateles chamek* e *A. marginatus* na região deste estudo podem ser consideradas relativamente altas quando comparadas com outros registros na Amazônia, tanto para *A. chamek* (Iwanaga e Ferrari, 2002; Aquino *et al.*, 2013; Martins-Oliveira *et al.*, 2019), quanto para *A. marginatus* (Ravetta, 2001). De fato, a abundância de macacos-aranha está positivamente associada a qualidade do habitat (Ravetta, 2001). Entretanto, as altas taxas de encontro aqui registradas parecem estar associadas a redução recente do habitat disponível, entre 1995 e 2000, para as populações de *A. marginatus* e *A. chamek*. Em curto prazo, as reduções de habitat podem ser acompanhadas de um efeito de adensamento (*crowding effect*) das populações animais remanescentes, até que os impactos da redução de alimentos, e outras consequências da perda de habitat, afetem efetivamente a capacidade reprodutiva e/ou de sobrevivência dos animais (Vallejos *et al.*, 2020).

A distribuição dos recursos alimentares nas florestas tropicais varia amplamente no tempo e no espaço, e essa variação pode afetar a abundância e distribuição de primatas frugívoros (Wallace, 2006; Mourthé, 2014). Porém, no presente estudo, as taxas de encontro de grupos de *Ateles chamek* e *A. marginatus* não sofreram variações significativas em função da estação amostrada (seca ou chuvosa). Isso, possivelmente, pode ocorrer em função da região ser um ecótono entre Cerrado e Amazônia, e, portanto, plantas destes ambientes diferentes exibem comportamentos fenológicos diferentes (Muniz, 2008), o que pode propiciar recursos alimentares para os frugívoros, independente da estação do ano (Mourthé, 2014). Além disso, em outras regiões, há relatos de macacos-aranha usando recursos alimentares disponíveis na matriz adjacente às florestas, principalmente em áreas de agricultura (Chaves *et al.*, 2012; Estrada *et al.*, 2012).

Apesar das populações de *Ateles chamek* e *A. marginatus* serem abundantes na área deste estudo, estas populações de atelíneos estão no extremo sul da distribuição geográfica do gênero *Ateles*. Nesta região, conhecida como arco do desmatamento, são constantemente pressionadas por ações antrópicas, que reduzem e fragmentam seus habitats (Garcia *et al.*, 2019). Os grupos de macacos-aranha, de ambas as espécies, têm movimentos limitados pela matriz do entorno dos remanescentes florestais amostrados, dominada por monoculturas de grãos e pastagens formadas por gramíneas exóticas (Da Silva *et al.*, 2015). Portanto, a paisagem como um todo tem sofrido redução nos serviços ecossistêmicos providos pela fauna florestal, como, por exemplo, a contribuição dos atelíneos na dispersão de grandes sementes de plantas (Fuzessy *et al.*, 2016; Martins-Oliveira *et al.*, 2020). Frente as ameaças da expansão agropecuária, as florestas remanescentes atuam como um filtro seletivo sobre os movimentos dos animais em toda a paisagem (Gascon *et al.*, 1999). Desse modo, a configuração das florestas no entorno da UHE Sinop regula o movimento das populações de grandes frugívoros, bem como sua capacidade de locomoção e dispersão (Lees e Peres, 2009).

Iniciando-se na década de 1970 e intensificando-se a partir de 1995, a retirada legal e ilegal de madeira e minérios, e a expansão da agropecuária reduziram e fragmentaram as florestas do extremo sul das distribuições geográficas de macacos-aranha-de-cara-branca e -de-cara-preta. Mais recentemente, a expansão urbana e implementação de grandes empreendimentos de infraestrutura, podem contribuir para a redução e fragmentação dos habitats destas populações de atelíneos, além dos incêndios florestais.

Aqui, evidenciamos a necessidade de proteger as florestas remanescentes, bem como promover a conectividade entre elas, permitindo e facilitando a movimentação e dispersão de populações de *Ateles chamek* e *A. marginatus* na região. Estudos devem ser conduzidos afim de identificar outros possíveis fatores que possam causar variação na abundância entre as margens do médio rio Teles Pires, bem como acompanhar os efeitos de médio e longo prazo causados pelas pressões antrópicas.

## Agradecimentos

A Sinop Energia pelo financiamento do projeto do Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre da UHE Sinop. Aos proprietários rurais pela autorização para a realização da pesquisa.

## Referências

Alves, S. L., de Melo, F. R., Boubli, J., Rylands, A. B., Mesias, M., Mittermeier, R. A., Ravetta, A., Paim, F., Wallace, R. e Calouro, A. M. 2020. *Ateles chamek* (amended version of 2020 assessment). The IUCN Red List of

Threatened Species 2021: e.T41547A191685783. Acesso em 12 Março 2021.

- Aquino, R., Cornejo, F. M. e Heymann, E. W. 2013. Primate abundance and habitat preferences on the lower Urubamba and Tambo rivers, central-eastern Peruvian Amazonia. *Primates* 54: 377–383.
- Ayres, J. M. e Clutton-Brock, T. H. 1992. River boundaries and species range size in Amazonian primates. *American Naturalist* 140: 531–537.
- Benchimol, M. e Venticinque, E. M. 2014. Responses of primates to landscape change in Amazonian land-bridge islands – a multi-scale analysis. *Biotropica* 46: 470–478.
- Branch, L. C. 1983. Seasonal and habitat differences in the abundance of primates in the Amazon (Tapajós) National Park, Brazil. *Primates* 24(3): 424–431.
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., Laake, J. L., Borchers, D. L., Thomas, L. 2001. *Introduction to Distance Sampling*. Oxford University Press, Oxford.
- Chaves, O. M., Stoner, K. E. e Arroyo-Rodríguez, V. 2012. Differences in diet between spider monkey groups living in forest fragments and continuous forest in Lacandona, Mexico. *Biotropica* 44: 105–113. doi:10.1111/j.1744-7429.2011.00766.x
- Collins, A. C. e Dubach, J. M. 2000. Biogeographic and ecological forces responsible for speciation in *Ateles*. *Int. J. Primatol.* 21: 421–444.
- Da Silva, L. G., Ribeiro, M. C., Hasui, É., da Costa, C. A., e da Cunha, R. G. T. 2015. Patch size, functional isolation, visibility and matrix permeability influences Neotropical primate occurrence within highly fragmented landscapes. *PLoS One* 10(2) e0114025. doi: 10.1371/journal.pone.0114025
- Di Fiore, A. 2004. Diet feeding ecology of woolly monkeys in a western Amazonian rain forest. *Int. J. Primatol.* 25(4): 767–801.
- Di Fiore, A., Link, A. e Dew, J. L. 2008. Diets of wild spider monkeys. In: *Spider Monkeys: Behavior, Ecology and Evolution of the Genus Ateles*, C. J. Campbell (ed.), Rev. ed., pp. 81–137. Cambridge University Press, Cambridge.
- Dumas, F. e Mazzoleni, S. 2017. Neotropical primate evolution and phylogenetic reconstruction using chromosomal data. *Eur. Zool. J.* 84(1): 1–18.
- Estrada, A., Raboy, B. E. e Oliveira, L. C. 2012. Agroecosystems and primate conservation in the tropics: a review. *Am. J. Primatol.* 74 (8): 696–711.
- Fuzessy, L. F., Cornelissen, T. G., Janson, C. e Silveira, F. A. O. 2016. How do primates affect seed germination? A meta-analysis of gut passage effects on neotropical plants. *Oikos* 125: 1069–1080.
- Garcia, A. S., Vilela, V. M. de F. N., Rizzo, R., West, P., Gerber, J. S., Engstrom, P. M. e Ballester, M. V. R. 2019. Assessing land use/cover dynamics and exploring drivers in the Amazon's arc of deforestation through a hierarchical, multi-scale and multi-temporal classification approach. *Remote Sens. Appl. Soc. Environ.* 15: 100233.

- Gascon, C., Lovejoy, T. E., Bierregaard Jr., R. O., Malcolm, J. R., Stouer, P. C., Vasconcelos, H., Laurance, W. F., Zimmerman, B., Tocher, M. e Borges, S. 1999. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. *Biol. Conserv.* 91: 223–229.
- ICMBio. 2018. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Vol. 2. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília, DF, Brasil.
- Iwanaga, S. e Ferrari, S. F. 2002. Geographic Distribution and Abundance of Woolly (*Lagothrix cana*) and Spider (*Ateles chamek*) Monkeys in Southwestern Brazilian Amazonia. *Am. J. Primatol.* 56: 57–64.
- Lange, L. R. e Robson N. M. 2019. Demography, habitat use and activity budget of a wild group of black-faced black spider monkeys (*Ateles chamek*) in Las Piedras, south-eastern Perú. *Neotrop. Primates* 25(1): 21–29.
- Lees, A. C. e Peres, C. A. 2009. Gap-crossing movements predict species occupancy in Amazonian forest fragments. *Oikos* 118(2): 280–290.
- Martins-Oliveira, A. T., Canale, G. R., Nogueira, L. A. S., França, A. L., Santos, J. P. e Córdova, M. O. 2020. Estrutura e síndrome de dispersão da vegetação arbórea em floresta nativa e agrofloresta, na Amazônia Meridional. *Ver. Ciênc. Agrár.* 43(3): 352–362.
- Martins-Oliveira, A. T., Bernardo, C. S. S., de Melo, F. R., Santos-Filho, M., Peres, C. A e Canale, G.R. 2019. Primate and ungulate responses to teak agroforestry in a southern Amazonian landscape. *Mamm. Biol.* 96(1): 45–52.
- McDonald, T., Carlisle, J., McDonald, A., Nielson, R., Augustine, B., Griswald, J., McKann, P., Jeroue, L., Abigail, H., Michael, K., Reynolds, J., Quang, P., Becker, E., Christ, A. e Russell, B. 2019. Rdistance: Distance Sampling Analyses. R package version 2.1.3.
- Morales-Jimenez, A. L., Disotell, T. e Di Fiore, A. 2015. Revisiting the phylogenetic relationships, biogeography, and taxonomy of spider monkeys (genus *Ateles*) in light of new molecular data. *Mol. Phylogenet Evol.* 82(Part B): 467–483.
- Mourthé, I. 2014. Response of frugivorous primates to changes in fruit supply in a northern Amazonian forest. *Braz. J. Biol.* 74(3): 720–727.
- Nunes, A. V. 2014. Report of a black spider monkey (*Ateles chamek*) swimming in a large river in central-western Brazil. *Neotrop. Primates* 21: 204–206.
- PBA – Projeto Básico Ambiental da Usina Hidrelétrica Sinop. 2013. Acesso dia 14 de setembro de 2020. Disponível em: [http://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/Dossie/Sinop/Docs\\_oficiais/PBA%20-%20UHE%20Sinop.pdf](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Sinop/Docs_oficiais/PBA%20-%20UHE%20Sinop.pdf)
- Peres, C. A. e Cunha, A. 2011. *Line-transect censuses of large-bodied tropical forest vertebrates: a handbook*. Wildlife Conservation Society, Brasília.
- Pimenta, F. E. e Júnior, J. S. S. 2005. An Update on the Distribution of Primates of the Tapajós-Xingu Interfluvium, Central Amazonia. *Neotrop. Primates* 13(2): 23–28.
- Pyron, R. A. e Burbrink, F. T. 2010. Hard and soft allopatry: physically and ecologically mediated modes of geographic speciation. *J. Biogeogr.* 37(10): 2005–2015.
- Queiroz, A. R. S. D. e Motta-Veiga, M. 2012. Análise dos impactos sociais e à saúde de grandes empreendimentos hidrelétricos: lições para uma gestão energética sustentável. *Ciênc. Saúde Colet.* 17: 1387–1398.
- Rabelo, R. M., Silva, F. E., Vieira, T., Ferreira-Ferreira, J., Paim, F. P., Dutra, W., Silva-Junior, J. S. e Valsecchi, J. 2014. Extension of the geographic range of *Ateles chamek* (Primates, Atelidae): evidence of river-barrier crossing by an Amazonian primate. *Primates* 55: 67–171.
- Ramos-Fernández, G. e Ayala-Orozco, B. 2003. Population size and habitat use of spider monkeys at Punta Laguna, Mexico. Em: *Primates in fragments*, L. K. Marsh (ed.), pp. 191–209. Springer, Boston, MA.
- Ravetta, A. L., Buss, G. e Mittermeier, R. A. 2021. *Ateles marginatus* (amended version of 2019 assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species 2021*: e.T2282A191689524. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-1.RLTS.T2282A191689524.en>. Acesso em 10 abril 2021.
- Ravetta, A. L. 2001. O Coatá-da-testa-branca (*Ateles Marginatus*) no baixo Rio Tapajós, Pará: Distribuição, Abundância e Conservação. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém-PA, BR.
- Ravetta, A. L. e Ferrari, S. F. 2009. Geographic distribution and population characteristics of the endangered white-fronted spider monkey (*Ateles marginatus*) on the lower Tapajós River in central Brazilian Amazonia. *Primates* 50: 261–268.
- Santos-Filho, M., Bernardo, C. S. S., Van der Laan Barbosa, H. W., Gusmão, A. C., Jerusalinsky, L. e Canale, G. R. 2017. A new distribution range of *Ateles chamek* (Humboldt 1812) in an ecotone of three biomes in the Paraguay River Basin. *Primates* 58(3): 441–448.
- Silveira, M. 2016. A Implantação de hidrelétricas na Amazônia brasileira, impactos socioambientais e à saúde com as transformações no território: o caso da UHE de Belo Monte. Tese de doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, BR.
- Vallejos, M. A. V., Padial, A. A., Vitule, J. R. S. e Monteiro-Filho, E. L. D. A. 2020. Effects of crowding due to habitat loss on species assemblage patterns. *Conserv. Biol.* 34(2): 405–415.
- Wallace, R. 2006. Seasonal variations in black-faced black spider monkey (*Ateles chamek*) habitat use and ranging behavior in a southern Amazonian tropical forest. *Am. J. Primatol.* 68(4): 313–332.

## NEW RECORDS FOR *CALLITHRIX AURITA* AND *CALLITHRIX* HYBRIDS IN THE REGION OF VIÇOSA, MINAS GERAIS, BRAZIL

Orlando Vitor Vital<sup>1</sup>, Natan Tomaz Massardi<sup>1</sup>, Samuel Lucas Silvério Brasileiro<sup>1</sup>,  
Thales Claussen Vicente Côrrea<sup>1</sup>, Dante Feital Gjørup<sup>1</sup>, Leandro Jerusalinsky<sup>2</sup>  
and Fabiano Rodrigues de Melo<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Centro de Conservação dos Saguis-da-Serra, Vila Secundino, 1, Universidade Federal de Viçosa, Campus Universitário, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, E-mail: <vitalorlando@gmail.com>

<sup>2</sup> Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Primatas Brasileiros, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio/CPB. Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo, BR 230, km 10, Cabedelo, PB, Brasil, CEP 58.108-012.

<sup>3</sup> Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Campus Universitário, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

### Abstract

The genus *Callithrix* includes six species distributed across eastern Brazil in the Atlantic Rainforest, Caatinga, and Cerrado biomes. The buffy-tufted-ear marmoset (*Callithrix aurita*) is endemic to the Atlantic Rainforest and occurs in the states of Minas Gerais, Rio de Janeiro, and São Paulo. This species is considered ‘Endangered’ and listed among the world’s 25 most threatened primates. The release into the wild of marmosets kept as pets has led to numerous invasive populations in southeastern Brazil, which hybridize with native congeneric species. This, combined with habitat loss and fragmentation, has caused a dramatic decline in *C. aurita* populations, and threatens them with extinction. The city of Viçosa, in Minas Gerais, has an almost 50-year history of introduced *Callithrix* species. *C. aurita*, the native species, was last recorded in the region in 1995. With the aim of updating knowledge on the current situation of *Callithrix* in the region, we surveyed 43 fragments of the Atlantic Forest in Viçosa and nearby cities between 2017 and 2019. We recorded 22 groups of hybrid forms, three solitary individuals of hybrid marmosets, two mixed groups of *C. aurita* with hybrids, and a single group of *C. aurita*. This record of *C. aurita* was the first of a pure group of the species in the region in 20 years. These results highlight one of the most important threats to *C. aurita*, and management actions are urgently needed to control invasive and hybrid populations, to allow the endangered buffy-tufted-ear marmoset to recover.

**Keywords:** Survey, playback, fragmentation, hybridization, primates, Atlantic Forest.

### Resumo

O gênero *Callithrix* corresponde a seis espécies de primatas cuja distribuição abrange o leste brasileiro. O sagui-da-serra-escuro (*Callithrix aurita*) é endêmico da Mata Atlântica e ocorre em Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. A espécie encontra-se ‘Em Perigo’ de extinção e consta entre os 25 primatas mais ameaçados do mundo. O tráfico ilegal de espécies do gênero *Callithrix* ocasionou a liberação de inúmeros saguis alóctones no sudeste brasileiro, resultando em populações invasoras que hibridam com as espécies nativas. Isto, aliado à fragmentação de habitats, fez com que as populações de *C. aurita* diminuíssem ao longo dos anos, resultando no seu atual risco de extinção. A cidade de Viçosa, em Minas Gerais, possui um histórico de introdução de espécies alóctones do gênero *Callithrix* de quase 50 anos, sendo que a espécie nativa, *C. aurita*, foi registrada pela última vez na região em 1995. A fim de atualizar a situação dessas espécies na região, entre 2017 e 2019, foi realizado um levantamento populacional para o gênero *Callithrix*, amostrando 43 fragmentos em Viçosa e região. Foram registrados 22 grupos de formas híbridas do gênero *Callithrix*, três indivíduos híbridos solitários, dois grupos mistos de *C. aurita* com híbridos e um único grupo de *C. aurita*. Estas informações confirmam a grave situação de *C. aurita* nessa região e indicam a necessidade de realizar ações de manejo urgentes para controlar as populações invasoras e híbridas e para conservar o ameaçado sagui-da-serra-escuro.

**Palavras-chave:** Levantamento populacional, playback, fragmentação, hibridação, primatas, Mata Atlântica

### Introduction

The genus *Callithrix* is endemic to Brazil and includes the six non-Amazonian marmosets (*Callithrix aurita*, *C. flaviceps*, *C. geoffroyi*, *C. jacchus*, *C. kuhlii*, and *C. penicillata*). These species are widely distributed in eastern

Brazil, with parapatric distributions across the Atlantic Forest, Caatinga and Cerrado (Rylands *et al.*, 2000; Rylands; Coimbra-Filho and Mittermeier, 2009). The genus has some unique characteristics, such as twin births and dental adaptations to gummivory (Coimbra-Filho and Mittermeier, 1977; Sussman and Kinzey, 1984). Due to



their relatively recent genetic divergence, *Callithrix* species can produce fertile hybrid offspring through interspecific mating (Malukiewicz, 2014).

The buffy-tufted-ear marmoset, *Callithrix aurita*, is endemic to the Atlantic Forest, in the states of Rio de Janeiro, São Paulo and Minas Gerais (Muskin, 1984; Rylands, Coimbra-Filho and Mittermeier, 2009). The species is categorized as Endangered (Melo *et al.*, 2018, 2020) due to an estimated population reduction of ~50% in the last 18 years (Melo *et al.*, 2020) and the remaining subpopulations being isolated in forest fragments (Bechara, 2012; Bernardo and Galetti, 2004). Additionally, the species competes with invasive congeneric species (*C. geoffroyi*, *C. jacchus* and *C. penicillata*) and their hybrid forms, which have been introduced into *C. aurita* distributional range (Bechara, 2012; Melo *et al.*, 2015; Carvalho *et al.* 2018).

The *Callithrix* genus has species-specific pelage patterns which can be used as diagnostic features (Vivo, 1991). *Callithrix aurita* has short, white or yellowish ear tufts, a black body color usually dotted with red, and a non-striated dorsum (Fig. 1A). The white-faced marmoset, *C. geoffroyi*, on the other hand, has long black preauricular

tufts; face, forehead and throat entirely white; in addition to the striated back with an orange base pelage, ranging from black and gray bands on its final portion (Fig. 1B). *Callithrix jacchus*, known as common marmoset, has white and long ear tufts; brown to grayish-brown sides of the face; medium white spot on the forehead; dark-brown chest and abdomen; third-posterior part of the dorsum striated with the pelage varying between dark-brown and light gray (Fig. 1C). *C. penicillata*, the black-tufted marmoset, has long preauricular tufts ranging from dark brown to black; medium white spot on the forehead; posterior portion of the back striated with the pelage varying between bands of brown or black and gray (Fig. 1D). All these characteristics were described by Vivo (1991).

In the hybridization process, hybrid individuals are expected to show a wider phenotypic variation than the parental populations, that can result in a mix of phenotypic patterns of each parent, making it possible to distinguish the hybrid's parental species in the first generations (Fuzessy *et al.* 2014) but as the hybrid forms reproduce, those patterns fade away, creating a marmoset with a greyish-pattern pelage, a mix of many generations of hybrids and the parental species could be just inferred (Fig. 1E).



**Figure 1.** Examples of pelage patterns in *Callithrix* genus. (A) *Callithrix jacchus*. Photo: Ronaldo Pereira. (B) *Callithrix penicillata*. Photo: Fabiano Melo. (C) *Callithrix geoffroyi*. Photo: Milene Figueredo. (D) *Callithrix aurita* and (E) hybrid individuals. Photos: Orlando Vital.

The introduction of non-native species is a huge ecological risk for native *Callithrix* in southeast Brazil, caused by the illegal pet trade that began decades ago and is still an ongoing problem (Mittermeier 1982; Carvalho 2018). Those traded marmosets are often released in rural areas or escape from their owners and colonize rainforest fragments. In that process, those individuals occasionally make contact with *C. aurita* populations, creating mixed groups (i. e., *Callithrix* spp.) at first and leading to hybridization in mid-term (Carvalho *et al.* 2018). The hybridization has caused genetic erosion in *C. aurita* populations throughout its distributional range, including within conservation units, despite those being created as safe areas for the species (Muskin, 1984; Rylands, Coimbra-Filho and Mittermeier, 1993; Costa *et al.*, 2005; Bechara, 2012; Carvalho *et al.*, 2013; Aximoff *et al.*, 2016). Those factors, combined with the isolation of *C. aurita* populations due habitat loss, has led the species to be included in the top 25 most threatened primate species list (Carvalho *et al.*, 2019), emphasizing the importance of surveying *C. aurita*, to evaluate the situation throughout its distribution and to identify whether there are still pure populations of native species (Norris *et al.*, 2011; Melo *et al.*, 2020; Carvalho *et al.*, 2018).

We surveyed *Callithrix aurita* populations, in addition to congeneric alien species and their hybrid forms, in forest fragments of Viçosa and nearby municipalities, in Minas Gerais state, Brazil, using pelage patterns to identify native, invasive and hybrid species in the field. *Callithrix aurita* has not been observed in the Viçosa region since 1995 (Pereira *et al.*, 1995), although this is part of its historic distributional range. This survey was proposed as a priority under the National Action Plan for the Conservation of Mammals of the Central Atlantic Forest (Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Mamíferos da Mata Atlântica Central - PAN MA-MAC) (Escarlate-Tavares *et al.*, 2016), and again in the National Action Plan for the Conservation of the Primates of the Atlantic Forest and the Maned Sloth (Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Primatas da Mata Atlântica e da Preguiça-de-Coleira - PAN PPMA) (ICMBio, 2019).

## Methods

### Study area

The study was carried out in 43 fragments in nine municipalities in the region of Viçosa, in the southeast of Minas Gerais state, Brazil (Fig. 2). The region was once covered in Atlantic Forest, but severe anthropic disturbance in the last two centuries has reduced the area of native vegetation to numerous fragments of variable sizes (Valverde, 1958; Dean, 1996). The region is a complex matrix of small and medium-sized cities, pastures, silviculture (eucalyptus), and crops such as coffee and corn (Melo, 2006). The altitude in this region varies from 565 to 1,075 m (Alvares *et al.*, 2013) and, following the

Köppen classification, the climate is Subtropical Humid (Cwa), with hot summers and dry winters (Alvares *et al.*, 2013).

### Data Collection

We used an adapted method of linear transects combined with playback (Gestich *et al.*, 2016). An JWL® WMA - 7110 Amplifier was used to reproduce long-calls of *Callithrix aurita*, useful for attracting its congeners and hybrids as well (FRM, *pers. comm.*). Callitrichids use long-calls to attract mates, for group location, and in territorial defense (Snowdon, 1993).

The data were collected in two main campaigns: June-October 2017; and August-December 2018. Additionally, a fragment was sampled in May 2019. All fragments were sampled only once, with the exception of the fragment where the pure *Callithrix aurita* group was found. Since that group was found at the beginning of the first campaign, it was monitored through the following years, and more groups were found there, as described in the results.

Surveys were conducted in the morning (07:00 - 12:00) and afternoon (14:00 - 18:00), always by at least two researchers. Transect walks began at the fragment edge, surveying pre-existing trails to the interior of the patch, or along its edges when trails were not available. We played vocalization recordings for two minutes, then waited for the group's response for two minutes in silence; this process was repeated three times for each location point. The points were separated by 100 m minimum distance along the transect. The number of transect points varied with fragment size and especially by degree of difficulty to access the entire fragment area. When animals responded to the recordings, we continued playback until the group approached, allowing us to directly observe and photograph the group members for further identification by pelage patterns.

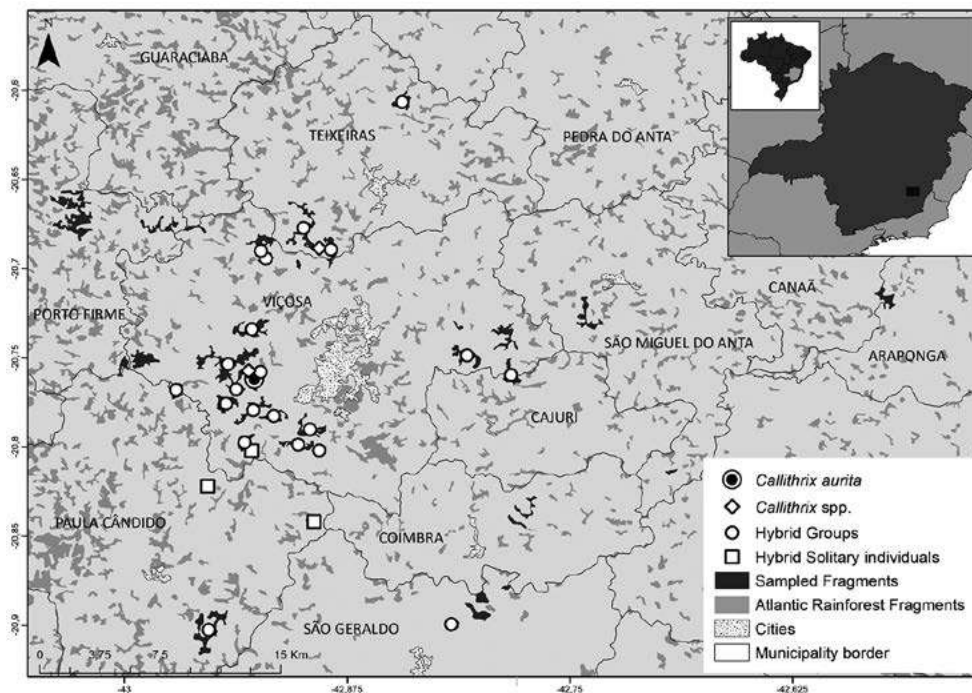
## Results

We recorded *Callithrix* in 25 out of the 43 fragments (Appendix 1). A total of 28 different groups were observed, including: one group of *C. aurita*; two mixed groups, composed of *C. aurita* and hybrids; three solitary (i.e., the rest of a possible group were not identified) hybrid individuals; and 22 groups composed only of hybrids (Fig. 2). We confirmed the presence of *C. aurita* in only two fragments.

In a fragment next to Viçosa's rural area, we found a group of 6-8 *Callithrix aurita* individuals in July 2017. Due to the rarity of the species in the region, we made subsequent campaigns to that fragment to monitor the *C. aurita* group, and it was last seen in March 2018. In the next year we found a mixed group composed of two *C. aurita* individuals and two hybrid forms, and later a

group formed by only hybrids in the same fragment; the group composed of only *C. aurita* was never seen again in that area. In the area around Teixeiras we found a single *C. aurita* individual living in a group composed of three hybrid individuals.

Hybrid forms were found in 25 fragments comprising the great majority of occurrences, with pelage traits indicating ancestry from up to three invasive species, *Callithrix geoffroyi*, *C. penicillata* and *C. jacchus*. Out of the 22 hybrid groups found, eight groups included individuals with *C. aurita* pelage characteristics.



**Figure 2.** Sampled fragments in the municipality of Viçosa - MG and cities nearby, displaying the location of *Callithrix* groups found. *Callithrix* spp. involves mixed groups formed by individuals of *C. aurita* and hybrids; hybrid groups are formed only by hybrid individuals. Solitary individuals denote marmosets found alone, with the rest of the group not identified in the survey.

## Discussion

The rediscovery of *Callithrix aurita* in Viçosa was an unexpected but positive result given the history of marmoset invasion and hybridization, and that the species had not been recorded here since the 1995 (Pereira, 1995; Fuzessy *et al.*, 2014; Pereira, 2012). In addition, we noted a pelage pattern in some individuals indicating hybridization (i. e., darkish pelage, but striated dorsum) with *C. aurita* in eight groups sampled, as well as in the described mixed group, suggesting an ancestry or at least an interaction with the native species a few generations ago. Thus, it seems likely that the former population of *C. aurita* in the Viçosa region was larger than we had expected.

The pure group of *Callithrix aurita* was found in 2017 and continued to be monitored by our research team but it was last seen in March 2018. Also in 2018 we located a mixed group and later a hybrid group living in the same fragment where the *C. aurita* group had been observed. We still do not know what happened with the pure group but it is clearly an example of how fast a fragment can be colonized by hybrid forms, outcompeting and/or mixing

with native groups. Hybridization in callitrichids has been observed experimentally in captivity, and in areas of natural and anthropogenic hybridization (Malukiewicz, 2019). This process, with the exception of what occurs naturally in the edges of its parapatric distributional ranges, constitutes a threat to *C. aurita* genetic integrity. In addition, invasive species and hybrids are outcompeting and replacing native populations throughout the distributional range of *C. aurita* (Carvalho *et al.*, 2019).

The large number of hybrid marmosets found in the Viçosa region is worrying but not unexpected, as there have been reports of non-native marmoset introductions since the 1970s (Fuzessy *et al.*, 2014). The high reproductive rates of *Callithrix* have allowed the hybrid populations to rapidly increase, colonizing rural and urban fragments in the decades since the first introductions. The individuals we observed had morphological characteristics from four *Callithrix* species: *C. geoffroyi*, *C. penicillata*, *C. jacchus* and *C. aurita*. These results corroborate what has been found in other *Callithrix* surveys in southeast Brazil, hybridization that mainly involves invasive *C. penicillata* and *C. jacchus* (Aximoff *et al.*, 2016; Detogne *et al.*, 2017; Norris *et al.*, 2011; Pereira *et al.*, 2008; Silva *et al.*, 2018).

*Callithrix penicillata* and *C. jacchus* are more adapted for gummivory than *C. aurita*, which may mean they are better able to adapt to fragmented habitats where other resources are scarce, making them potential competitors for *C. aurita* (Mendes, Brandão and Igayara, 2016). *C. geoffroyi*, also observed in the study, is native to the Atlantic Rainforest, but not historically sympatric with *C. aurita* (Rylands, Coimbra-Filho and Mittermeier, 2009). The similarity of the niches used by both species leads to competition by *C. aurita* and invasive *C. geoffroyi* groups (Pereira *et al.*, 2008).

The development of effective methods to control the invasive and hybrid forms and implement recovery strategies for native populations are needed. A Captive Management Program has been set up by the National Center for Research and Conservation of Brazilian Primates of the Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation (ICMBio/CPB) and the Brazilian Association of Zoos and Aquaria (AZAB). This program is developing a large captive colony of pure *Callithrix aurita* for future reintroductions in areas where the species has been extirpated. The recently opened Mountain Marmosets Conservation Center of the Universidade Federal de Viçosa will breed and maintain captive groups of *C. aurita* and *C. flaviceps* – another Threatened *Callithrix* species. These projects are part of the Mountain Marmosets Conservation Program, as part of the implementation of the NAP PPMA (ICMBio, 2019).

Even though our results confirmed that isolation and hybridization are widespread in the study region, we also found that there was still a pure group of *C. aurita*. This, together with ongoing research and management actions, provides some hope for the species' future.

## Acknowledgments

We would like to thank the farm owners who kindly allowed us to enter their properties to collect our data. Also, we are grateful to all the colleagues at the Centro de Conservação dos Saguins-da-Serra (CCSS). And finally, we thank the João Moojen Museum of Zoology for providing the necessary logistics for this survey. NTM received a scientific initiation fellowship from the PIBIC/ICMBio program, under advisors LJ and FRM.

## References

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M. and Sparovek, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol. Z.* 22 (6): 711–728.
- Aximoff, I., Soares, H. M., Pissinatti, A. and Bueno, C. 2016. Registros de *Callithrix aurita* (Primates, Callitrichidae) e seus híbridos no Parque Nacional do Itatiaia. *Oecologia Australis.* 20 (4): 520–525.
- Bechara, I. M. 2012. Abordagens metodológicas em Biogeografia da Conservação para avaliar o risco de extinção de espécies: um estudo de caso com *Callithrix aurita*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
- Bernardo, C. S. S. and Galetti, M. 2004. Densidade e tamanho populacional de primatas em um fragmento florestal no sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 21 (4): 827–832.
- Carvalho, R. S., Silva, D. A., Loiola, S., Pereira, D. G., Carvalho, E. F. and Bergallo, H.G. 2013. Molecular identification of a Buffy-tufted-ear marmoset (*Callithrix aurita*) incorporated in a group of invasive marmosets in the Serra dos Órgãos National Park, Rio de Janeiro – Brazil. *Forensic Sci. Genet. Suppl. Ser. 4:* 230–231.
- Carvalho, R. S., Bergallo, H. G., Cronemberger, C., Guimarães-Luiz, T., Igayara-Souza, C. A., Jerusalinsky, L., Knogge, C., Lacerda, W. R., Malukiewicz, J., Melo, F. R., Moreira, S. B., Pereira, D. G., Pissinatti, A., Port-Carvalho, M., Ruiz-Miranda, C. R. and Wormell, D. 2018. *Callithrix aurita*: a marmoset species on its way to extinction in the Brazilian Atlantic Forest. *Neotrop. Primates.* 24 (1): 1–8.
- Carvalho, R. S., Fransen, S. J., Valença-Montenegro, M. M., Dunn, N. J., Igayara-Souza, C. A., Port-Carvalho, M., Wormell, D., Melo, F. R., Silva, A., Lacerda, W. R. and Jerusalinsky, L. 2019. Buffy-tufted-ear marmoset *Callithrix aurita* É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1812. In: *Primates in peril: The world's 25 most endangered primates 2018-2020*, C. Schwitzer, R. A. Mittermeier, A. B. Rylands, F. Chiozza, E. A. Williamson, D. Byler, S. Wich, T. Humle, C. Johnson, H. Mynott and G. McCabe (eds.), pp.78–81. IUCN SSC Primate Specialist Group, International Primatological Society, Global Wildlife Conservation, and Bristol Zoological Society, Washington, DC.
- Coimbra-Filho, A. F. and Mittermeier, R. A. 1977. Tree-gouging, exudate-eating and the “short-tusked” condition in *Callithrix* and *Cebuella*. In: *The behaviour and conservation of the Callitrichidae*, D. G. Kleiman (ed.), pp.105–115. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Costa, L. P., Leite, Y. L. R., Mendes, S. L., and Ditchfield, A. D. 2005. Mammal conservation in Brazil. *Conserv. Biol.* 19(3): 672–679.
- Dean, W. 1996. *A ferro e fogo: A história e a devastação da Mata Atlântica brasileira*. São Paulo: Companhia das Letras, pp. 484.
- Detogne, N., Ferregueti, A. C., Mello, J. H. F., Santana, M. C., Dias, A. C., Mota, N. C. J., Gonçalves, A. E. C., Souza, C. P. and Bergallo, H. G. 2017. Spatial distribution of buffy-tufted-ear (*Callithrix aurita*) and invasive marmosets (*Callithrix* spp.) in a tropical rainforest reserve in southeastern Brazil. *Am. J. Primatol.* 79: e22718, 1–11.
- Escarlate-Tavares, F., Valença-Montenegro, M. M. and Jerusalinsky, L. 2016. *Plano de Ação Nacional para Conservação dos Mamíferos da Mata Atlântica Central. Série Espécies Ameaçadas*. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Brasília, DF.

- Fuzessy, L. F., Silva, I. O., Malukiewicz, J., Silva, F. F. R., Pônzio, M. C., Boere, V. and Ackermann, R. R. 2014. Morphological variation in wild marmosets (*Callithrix penicillata* and *C. geoffroyi*) and their hybrids. *Evol. Biol.* 41 (3): 480–493.
- Gestich, C. C., Caselli, C. B., Nagy-Reis, M. B., Setz, E. Z. F. and Cunha, R. G. T. 2016. Estimating primate population densities: the systematic use of playbacks along transects in population surveys. *Am. J. Primatol.* 79: e22586, 1–9.
- ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2019. *Sumário Executivo do Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Primatas da Mata Atlântica e Preguiça-de-coleira*. Ministério do Meio Ambiente, Brasil.
- Malukiewicz, J., Boere, V., Fuzessy, L. F., Grativol, A. D., French, J. A., Silva, I. D. O. E., Pereira, L. C. M., Ruiz-Miranda, L. C., Valença, Y. M. and Stone, A. C. 2014. Hybridization effects and genetic diversity of the common and black-tufted marmoset (*Callithrix jacchus* and *Callithrix penicillata*) mitochondrial control region. *Am. J. Phys. Anthropol.* 155 (4): 522–536.
- Malukiewicz, J. 2019. A review of experimental, natural, and anthropogenic hybridization in *Callithrix* marmosets. *Int. J. Primatol.* 40 (1): 72–98.
- Melo, F. R., Bicca-Marques, J., Ferraz, D. da S., Jerusalinsky, L., Mittermeier, R. A., Oliveira, L.C., Port-Carvalho, M., Ruiz-Miranda, C.R., Valença-Montenegro, M., da Cunha, R. and do Valle, R.R. 2020. *Callithrix aurita* (amended version of 2019 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T3570A166617776. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-1.RLTS.T3570A166617776.en>. Accessed 01 September 2020.
- Melo, F.R.; Ferraz, D. S., Valença-Montenegro, M. M., Oliveira, L. C., Pereira, D. G. and M. Port-Carvalho. 2018. *Callithrix aurita* (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1812) In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (Org.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume II - Mamíferos. Brasília: ICMBio. p. 206–213
- Melo, L. V. 2006. “Questão Ambiental em Viçosa - MG: Uma análise da legislação municipal no período de 1970 - 2004”. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil.
- Mendes, S. L., Brandão, L. D. and Igayara, C. 2016. *Callithrix aurita* (E. Geoffroy in Humboldt, 1812). In: *Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Mamíferos da Mata Atlântica Central*, F. Escarlate-Tavares, M. M. Valença-Montenegro and L. Jerusalinsky (eds.), pp.142–147. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília.
- Muskin, A. 1984. Field notes and geographic distribution of *Callithrix aurita* in eastern Brazil. *Am. J. Primatol.* 7: 377–380.
- Norris, D., Rocha-Mendes, F., Marques, R., Nobre, R. A. and Galetti, M. 2011. Density and spatial distribution of Buffy-tufted-ear marmosets (*Callithrix aurita*) in a continuous Atlantic Forest. *Int. J. Primatol.* 32: 811–829.
- Pereira, R., Gonçalves, A. M., Melo, F. R. and Feio, R. 1995. Primates from the vicinity of Viçosa, Minas Gerais, Brazil. *Neotrop. Primates* 3(4): 165–207.
- Pereira, A. M. 2012. Composição, distribuição, densidade e riqueza de primatas em fragmentos florestais no município de Viçosa-MG. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil.
- Pereira, D. G., Oliveira, M. E. A. and Ruiz-Miranda, C. R. 2008. Interações entre Calitriquídeos exóticos e nativos no Parque Nacional da Serra dos Órgãos - RJ. *Espaço e Geografia.* 11(1): 87–114.
- Rylands, A. B., Schneider, H., Languth, A., Mittermeier, R., Groves, C. P. and Rodríguez-luna, E. 2000. An assessment of the diversity of New World Primates. *Neotrop. Primates* 8(2): 61–93.
- Rylands, A. B., Coimbra-Filho, A. F. and Mittermeier, R. A. 2009. The systematics and distributions of the marmosets (*Callithrix*, *Callibella*, *Cebuella*, and *Mico*) and *Callimico* (*Callimico*) (Callitrichidae, primates). In: *The Smallest Anthropoids: The marmoset/ Callimico radiation*, S. M. Ford, L. M. Porter, L. C. Davis (eds.), pp.25–61. Springer, New York, NY.
- Silva, F., Malukiewicz, J., Silva, L. C., Carvalho, R., Ruiz-Miranda, C., Coelho, F. A., Figueira, M., Boere, V. and Silva, I. 2018. A survey of wild and introduced marmosets (*Callithrix*: Callitrichidae) in the Southern and Eastern Portions of the State of Minas Gerais, Brazil. *Primate Conserv.* 32: 1–18.
- Snowdon, C. T. 1993. A vocal taxonomy of the callitrichids. In: *Marmosets and Tamarins: Systematics, Behaviour, and Ecology*, A. B. Rylands (ed.), pp.78-94. Oxford University Press, Oxford, U.K.
- Sussman, R. W. and Kinzey, W. G. 1984. The ecological role of the callitrichidae: A review. *Am. J. Phys. Anthropol.* 64: 419–449.
- Valverde, O. 1958. Estudo Regional da Zona da Mata de Minas Gerais. *Ver. Bras. Geogr.* 20 (1): 1–82.
- Vivo, M. 1991. Taxonomia de *Callithrix Erxleben*, 1777 (Callitrichidae, Primates). *Fundação Biodiversitas*.

## EMISSÃO DE VOCALIZAÇÕES SIRENA POR INFANTES DE MACACOS-PREGO (*SAPAJUS LIBIDINOSUS*)

Luíza Gonzalez Ferreira<sup>1</sup> e Patrícia Izar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, E-mail: <luiza.gonzalez@usp.br>

### Resumo

O estudo do desenvolvimento vocal pode levar em conta tanto a produção das vocalizações, quanto o uso e compreensão delas. Há poucas evidências de que primatas não-humanos aprendem a produzir vocalizações, mas há evidências de aprendizado para o uso delas. Macacos-prego emitem uma vocalização chamada sirena, simultaneamente a um display, na situação específica de reencontro entre membros de um grupo após um período sem contato. Estudos anteriores sugerem que sirenas são emitidas mais comumente em reencontros entre machos. Embora infantes já tenham sido observados em contexto de reencontro, ainda não há descrição da emissão de sirena por eles. O objetivo deste trabalho foi identificar a idade do surgimento e o contexto de emissão das primeiras vocalizações do tipo sirena em macacos-prego (*Sapajus libidinosus*). Cinco infantes machos e duas infantes fêmeas foram acompanhados pelo método animal focal, desde o nascimento até os onze meses de idade, e as suas vocalizações foram registradas *ad libitum*. Foram registrados cinco eventos com display em que puderam ser identificados os infantes envolvidos. Em quatro destes eventos o infante emitiu sirena e em um evento o infante emitiu trill. O infante mais novo a emitir sirena tinha seis meses de idade. Os eventos foram iniciados por infantes e dirigidos ao macho-alfa. Em todos os casos, o macho-alfa respondeu com outras vocalizações que não foram sirena, sugerindo que ele não percebe o evento como um reencontro. Nossas observações indicam que a vocalização sirena aparece cedo no repertório vocal de *S. libidinosus*, mas a experiência do contexto de emissão é importante para o desenvolvimento do uso de sirena.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento vocal; desenvolvimento de uso; contexto de encontro.

### Abstract

The study of vocal development addresses both the production of vocalizations and their use and comprehension. In non-human primates, there is little evidence of vocal production learning whereas there is evidence of vocal usage learning. Capuchin monkeys emit specific vocalizations called sirenas simultaneously with a display, when group members reunite after a period of separation. Prior studies suggest sirenas are typically emitted by adult males during reunions. Sirenas have not been reported for infants yet, despite infants being present when subgroups reunite. The aim of this study was to identify the age of onset and the context of emission of the first sirena calls in infant bearded capuchin monkeys (*Sapajus libidinosus*). Data were collected on five infant males and two infant females using the focal animal follow method, from birth to 11 months, and their vocalizations were recorded *ad libitum*. Five events with display were recorded in which the infants involved could be identified. In four of these events the infant emitted sirena and in one event the infant emitted trill. The youngest age observed for an infant to emit a sirena vocalization was at 6 months old. The events were started by infants and directed to the alpha male. In all events, the alpha male emitted vocalizations other than sirena, which suggests that he does not perceive the event as a reunion. Our observations show that sirena calls appear early in the *S. libidinosus* vocal repertoire but their adequate usage may depend on experience to learn the association between the correct context and the call.

**Keywords:** Vocal development, use development, encounter context.

### Introdução

O estudo do desenvolvimento vocal pode levar em conta tanto a produção de vocalizações quanto o contexto em que vocalizações são produzidas, buscando identificar o uso das vocalizações no contexto adequado, bem como respostas adequadas às vocalizações emitidas por outros (Janik e Slater, 2000). Em primatas não-humanos, as poucas evidências sugerem que não há aprendizado da produção vocal ao longo do desenvolvimento, pois

não há diferença nas vocalizações emitidas por infantes e por adultos (Owren, 1993; Winter, 1973). Por outro lado, há mais evidências do aprendizado do uso das vocalizações ao longo do desenvolvimento, i.e., aprendizagem contextual (Seyfarth e Cheney, 1997). Infantes de macacos vervets (*Cercopithecus aethiops*), por exemplo, emitem vocalizações de alarme não só para predadores, mas também para animais que não oferecem perigo para a espécie (Seyfarth e Cheney, 1986). Ao longo de seu desenvolvimento, essas vocalizações



vão sendo emitidas mais exclusivamente aos predadores reais (Seyfarth e Cheney, 1986). Adultos de *Macaca nemestrina* emitem gritos em contexto de agressão, que variam em algumas características acústicas específicas, de acordo com o ranking relativo do oponente e a severidade da agressão (Gouzoules e Gouzoules, 1989). Infantes com idade inferior a dois anos também emitem gritos apenas no contexto de agressão, no entanto, as características acústicas variam de forma aleatória e não de acordo com o oponente e severidade de agressão (Gouzoules e Gouzoules, 1995). Esses estudos mostram que certas vocalizações emitidas por indivíduos imaturos são menos contexto-específicas do que as mesmas vocalizações emitidas por adultos, sugerindo que indivíduos imaturos precisam aprender a associar cada vocalização ao contexto correto.

Macacos-prego (*Sapajus*) emitem vocalizações específicas em contexto de encontro entre indivíduos que permaneceram horas sem contato (*Sapajus nigritus*: Di Bitetti e Wheeler, 2017), podendo ou não exibir um display concomitantemente, que envolve a rápida aproximação dos indivíduos, culminando em um “abraço” (*Sapajus* spp.: Matheson, Johnson, e Feuerstein, 1996). Em cativeiro, essas vocalizações são emitidas tanto por jovens machos (Phillips e Shauver Goodchild, 2005), quanto por machos adultos (Matheson *et al.*, 1996), em encontros com o macho dominante após um período sem contato (Matheson *et al.*, 1996; Phillips e Shauver Goodchild, 2005). Em habitat natural, essa vocalização foi observada em reencontros entre machos ou entre fêmeas com o macho-alfa, numa população de macaco-prego (*Sapajus nigritus*) que apresenta dinâmica de fissão-fusão, i.e., o grupo se divide em subgrupos durante o forrageamento; e em contexto de encontro entre grupos, com indivíduo de grupos diferentes ou com indivíduos do mesmo grupo após o encontro entre grupos (Lynch Alfaro, 2008).

O objetivo deste trabalho foi identificar a idade do surgimento e o contexto de emissão das primeiras vocalizações do tipo sirena em macacos-prego da espécie *Sapajus libidinosus*. O comportamento de reencontro já foi observado em infantes de *Sapajus* (Lynch Alfaro, 2008; Matheson *et al.*, 1996; Phillips e Shauver Goodchild, 2005), mas os estudos não mencionam se eles emitem sirena durante o encontro. A população de *Sapajus libidinosus* estudada aqui não apresenta dinâmica de fissão-fusão (Izar *et al.* 2012). No entanto, os membros do grupo se distanciam durante o forrageio, cerca de vinte metros em média entre cada diade (Howard *et al.*, 2018), de modo que alguns indivíduos, por exemplo aqueles na periferia do grupo, podem ficar sem contato visual com outros por um longo período de tempo (observação pessoal). Mesmo sem a fissão em subgrupos, machos e fêmeas, jovens e adultos já foram observados emitindo displays de reencontro, com emissão de

sirena (ver Figura 1a) e sem, depois de permanecerem um período sem contato visual com os indivíduos que eles reencontraram (observação pessoal, Marcos Fonseca de Oliveira, com. pessoal). Também há registro da exibição de reencontro, durante encontro intergrupais, entre machos adultos emigrantes e os machos de seu grupo de origem (Verderane, 2010).

De fato, o uso dessas vocalizações por infantes não foi investigado nos trabalhos de cativeiro (Matheson *et al.*, 1996; Phillips e Shauver Goodchild, 2005), nem no trabalho de vida livre (Lynch Alfaro, 2008). Identificar o contexto de emissão de vocalizações sirena por infantes possibilita a comparação com o contexto de emissão por adultos e contribui para entender mais sobre o desenvolvimento do uso de vocalizações em primatas não humanos.

## Metodologia

### Área de Estudo

O estudo foi realizado na Fazenda Boa Vista, uma área localizada no município de Gilbués, Piauí (coordenadas 9°39'36"S e 45°25'09"W), no ecótono entre o Cerrado e a Caatinga. O ambiente é uma planície arenosa limitada por morros de arenito (Fragaszy, Visalberghi, e Fedigan, 2004), apresentando, em geral, vegetação baixa e heterogênea, mas há diversidade de fisionomias, com áreas onde há predomínio de árvores de médio porte, áreas de formação de buritizais, áreas com predomínio de vegetação herbácea, arbustiva e palmeiras rasteiras (para maiores detalhes, ver Visalberghi *et al.*, 2007).

O regime de chuvas demarca dois períodos: estação seca (de maio a setembro) e estação chuvosa (de outubro a abril), mas não há diferenças na abundância de frutos entre essas duas estações (Spagnoletti *et al.*, 2012).

### Período e sujeitos de estudo

Os dados de sete infantes foram coletados entre outubro de 2018 e julho de 2019. Três foram acompanhados desde o primeiro mês de vida, dois desde o segundo mês de vida, e mais dois, sendo um desde o sexto mês e outro a partir do nono mês. Como os nascimentos ocorreram em momentos diferentes ao longo do estudo, a idade final de acompanhamento de cada infante variou de seis a onze meses (Tabela 1).

Os grupos aqui estudados são acompanhados sistematicamente desde 2006 (p. ex., Izar *et al.*, 2012; Verderane, Izar, Visalberghi, e Fragaszy, 2013; Visalberghi *et al.*, 2007), de forma que todos os indivíduos são bem habituados à presença humana. Os indivíduos foram reconhecidos por características individuais (cor do pelo, cicatrizes etc.), bem como suas relações de parentesco materno e idade e receberam nomes para facilitar as observações.



**Tabela 1.** Sexo e variação da idade dos infantes de *S. libidinosus* estudados.

Nome	Sexo	Idade durante o estudo
Herói	Macho	Entre zero e 11 meses
Amora	Fêmea	Entre zero e 10 meses
Chico	Macho	Entre 2 e 8 meses
Marie	Fêmea	Entre 2 e 7 meses
Espinafre	Macho	Entre zero e 6 meses
Sazon	Macho	Entre 9 e 10 meses
Amendoim	Macho	6 meses

### Procedimentos

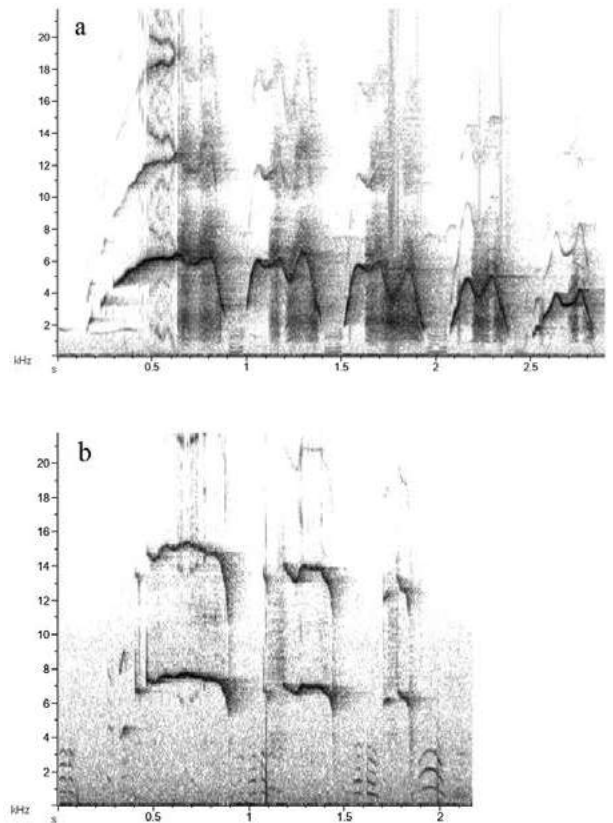
Este trabalho é parte de um estudo mais amplo e de longo prazo sobre desenvolvimento vocal, e envolveu a coleta de dados durante cinco dias por semana, do início do dia até o final da tarde. A coleta de dados foi realizada por LGF em outubro e novembro de 2018 e julho de 2019 e por um assistente de campo de novembro de 2018 até junho de 2019. Esse assistente foi treinado e acompanhado por LGF até atingir a mesma acuidade visual na interpretação do comportamento e na identificação dos indivíduos observados durante todo o período.

Todos os infantes foram amostrados pelo método animal focal (Altmann, 1974). Cada infante foi acompanhado pelo menos uma vez por semana, segundo ordem previamente determinada por sorteio, sendo gravadas todas as vocalizações emitidas pelo focal. Os displays de encontro que envolveram os infantes foram registrados *ad libitum*, sempre que era observado o display. Foi considerado um display de reencontro quando o infante se aproximava rapidamente com os braços abertos de outro indivíduo, emitindo ou não sirena, podendo ou não culminar em um “abraço”. Os indivíduos envolvidos no contexto de display de reencontro eram identificados, assim como quem emitiu a vocalização (quando possível).

### Resultados

Em 115 horas de gravação de todos os infantes, foram registrados seis eventos de exibição de display de encontros que envolveram um infante, mas em um deles não foi possível identificar o infante. Dos cinco encontros em que os infantes foram identificados, quatro foram iniciados por infantes (uma fêmea e três machos), que se aproximaram rapidamente do macho-alfa, fazendo o display (Encontros 1, 2, 3 e 5, Tabela 2). Em três encontros, o display foi acompanhado pela emissão de sirena (Fig. 1.b). Em um desses encontros, o infante emitiu sirena duas vezes num intervalo de 20 segundos entre cada emissão (Encontro 2, Tabela 2).

Um encontro foi iniciado por um juvenil de dois anos de idade, enquanto o infante recém-nascido estava nas costas de sua mãe e não reagiu ao encontro (Encontro 4, Tabela 2).



**Figura 1** (a). Espectrograma de sirena emitido pelo macho-alfa durante o encontro com outro macho adulto do mesmo grupo; (b) Espectrograma de sirena emitido por um infante de seis meses durante o encontro com o macho-alfa.

**Tabela 2.** Descrição de cada evento de encontro.

	Descrição
Encontro 1	O Chico, com oito meses, se aproxima rapidamente do macho-alfa com os braços abertos e emite sirena, e o macho-alfa responde com notas de contato (Di Bitetti, 2017).
Encontro 2	O Espinafre, com seis meses, se aproxima rapidamente do macho-alfa com os braços abertos e emite sirena, e o macho-alfa responde com uma série de assobios. O infante se mantém perto do macho-alfa e após 20 segundos, emite sirena novamente.
Encontro 3	A Amora, com dez meses, se aproxima rapidamente do macho-alfa com os braços abertos e emite sirena. O macho-alfa emite série de assobios, chihuis e notas de contato (Di Bitetti e Wheeler, 2017).
Encontro 4	O juvenil macho de dois anos se aproxima rapidamente da sua mãe que apareceu com um recém-nascido (Herói) nas costas, com o olhar direcionado para ele e permaneceu tocando no infante enquanto emitia sirena.

Table 2. Continued from page 112

	Descrição
Encontro 4	A fêmea não havia sido observada ao longo do dia inteiro e apareceu no final da tarde com o recém-nascido (fora observada no dia anterior sem o infante). Por isso, é provável que essa tenha sido a primeira vez o que o juvenil viu seu irmão mais novo. O infante recém-nascido parecia estar dormindo e não teve nenhuma reação evidente que tenha sido possível de observar.
Encontro 5	O Amendoim, de seis meses, estava nas costas de sua mãe, sai das costas e se aproxima rapidamente do macho-alfa até ficar em contato com ele, o macho-alfa emite uma série de assobios e o infante emite trill.
Encontro 6	Um infante desconhecido e o macho-alfa participaram desse encontro, mas não foi possível observar quem iniciou o comportamento, se houve display e quem emitiu sirena.

## Discussão

Esse trabalho teve como objetivo identificar a idade do surgimento e o contexto de emissão das primeiras vocalizações do tipo sirena. Todas as emissões de sirena por infantes ocorreram em eventos de display de encontro com o macho-alfa e o infante mais novo a emitir sirena foi um macho de seis meses de vida. Em *Sapajus nigritus*, o repertório vocal dos infantes nessa idade não é igual ao repertório dos adultos; algumas vocalizações só vão surgir mais tardiamente no repertório, como vocalizações associadas a alimento (Di Bitetti e Wheeler, 2017). Dessa forma, consideramos que a vocalização sirena aparece relativamente cedo no repertório vocal do infante de *Sapajus libidinosus*.

O contexto de emissão de sirena pelos infantes de *Sapajus libidinosus*, embora tenha sido semelhante ao de emissão por adultos e jovens, ou seja, em momento da retomada de contato com outros indivíduos (Lynch Alfaro, 2008; Matheson *et al.*, 1996; Phillips e Shauver Goodchild, 2005), apresentou algumas peculiaridades que sugerem aprendizagem para o uso contextual adulto da sirena. O aprendizado do uso de vocalizações é comum em primatas (Janik e Slater, 2000) e a experiência é importante para o uso de vocalizações no contexto adulto (Seyfarth e Cheney, 1997). Em primeiro lugar, em nosso estudo, os infantes emitiram sirena, mas o macho-alfa respondeu com outras vocalizações. Já em *S. nigritus*, a emissão de sirena no contexto de reencontro é feita pelo macho-alfa para outros adultos e jovens (Di Bitetti e Wheeler, 2017). Além disso, o macho-alfa respondeu aos infantes com vocalizações que, em *S. nigritus*, são emitidas por indivíduos que presenciam, mas não participam, do reencontro entre dois indivíduos (Di Bitetti e Wheeler, 2017). As séries de assobios emitidas pelo macho-alfa durante os reencontros descritos aqui podem ser emitidas ou quando o emissor está tentando retomar contato com outros indivíduos do grupo (Long Distance Whistle Series: Di

Bitetti e Wheeler, 2017) ou durante a alimentação (Food Associated Whistle Series: Di Bitetti e Wheeler, 2017). Outras vocalizações emitidas pelo macho-alfa, como os chihuis e notas de contato, também são emitidas em contexto de alimentação e forrageio (Di Bitetti e Wheeler, 2017), sendo vocalizações calmantes, afiliativas. O uso dessas vocalizações pelo macho-alfa em resposta à sirena dos infantes pode promover uma diminuição de tensão. Sugerimos que a aproximação do infante não é percebida como um reencontro pelo macho-alfa, somente para o infante, que, então, com a experiência aprenderia o contexto correto de reencontro para emissão da sirena.

A emissão de trill por um infante em um dos eventos de encontro descritos aqui também sugere aprendizagem contextual para o uso da sirena. Os trills são emitidos comumente por infantes quando estes se aproximam de outros indivíduos (Gros-Louis, 2002) e parece promover comportamentos afiliativos (Gros-Louis, 2002). Uma hipótese para a função da sirena é a de reforçar laços afiliativos (Matheson *et al.*, 1996; Lynch Alfaro, 2008), de forma que o uso de trill nesse caso pode indicar uma generalização dessa vocalização em um contexto afiliativo. A ausência da emissão de sirena neste caso pode sugerir a falta de experiência dessa vocalização e, portanto, a falta de associação da vocalização com o contexto de uso. Por outro lado, é necessário considerar que esse encontro ocorreu de uma forma diferente dos outros encontros com a emissão de sirena. O infante estava nas costas da mãe antes de executar o display do encontro e, portanto, tinha a companhia de sua mãe, que é um indivíduo ativo na sua proteção durante a infância (Verderane e Izar, 2019). Dessa forma, a situação de reencontro poderia ser menos tensa do que as outras situações descritas neste trabalho e a ausência de emissão de sirena nesse caso poderia refletir a falta de necessidade de reduzir a tensão durante o encontro. É necessária uma investigação de comportamentos agonísticos e afiliativos para entender a função de sirena para essa espécie de macaco-prego e verificar se essa vocalização é influenciada pelo tipo de relação estabelecida entre os infantes e o macho-alfa. O uso dessa vocalização apenas por alguns indivíduos pode sugerir a diferença dessa relação, mas o baixo número de eventos descritos aqui não nos possibilita fazer tais comparações.

Dois infantes machos e uma infante fêmea emitiram sirena durante o encontro. Na população deste estudo, fêmeas jovens e adultas já foram observadas emitindo sirena em contexto de reencontro com outras fêmeas (Marcos Fonseca de Oliveira, com. pessoal), o que difere de *S. nigritus* na qual há um viés de sexo na emissão dessa vocalização (Lynch Alfaro, 2008). Além disso, machos juvenis de *S. nigritus* participam de reencontro com o display, sem a emissão de vocalização, mais do que fêmeas e machos (Lynch Alfaro, 2008). Neste trabalho, foi observado a emissão de sirena por um macho juvenil com um recém-nascido (Encontro 4; Tabela 2), de forma que

o uso de sirena em relação ao sexo e idade pode diferir entre as espécies de *Sapajus*. Sendo assim, a sirena pode ser importante para mediar as interações sociais não só de machos adultos, sendo importante a investigação do uso dessa vocalização de forma mais ampla.

Em conclusão, mostramos que vocalizações sirena aparecem cedo no desenvolvimento vocal de *Sapajus libidinosus* de vida livre. A descrição do uso de sirena por infantes sugere que a experiência do contexto de emissão é importante para o desenvolvimento do uso de sirena. Além disso, relações sociais diferenciadas desde o início do desenvolvimento levam a um uso diferenciado dessa vocalização, mas o tamanho amostral deste trabalho não foi suficiente para conclusões mais precisas. Dessa forma, são necessários trabalhos futuros que aprofundem a investigação do contexto da emissão de sirena por infantes ao longo do seu desenvolvimento, assim como a associação dessa vocalização com interações afiliativas e agonísticas.

### Agradecimento

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (2014/13237-1) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (140394/2018-4) pelo apoio financeiro para que essa pesquisa fosse realizada. Também agradecemos ao Claudio Fonseca pela assistência em campo e à Maria da Conceição Fonseca de Oliveira por permitir o trabalho na Fazenda Boa Vista. Agradecemos à editora Jessica Lynch e a pareceristas anônimo(a)s pelos comentários pertinentes que ajudaram a melhorar a qualidade do trabalho.

### Referências

Altmann, J. 1974. Observational Study of Behavior: Sampling Methods. *Behaviour* 49(3): 227–267.

Di Bitetti, M. S., e Wheeler, B. C. 2017. The vocal repertoire of the black-horned capuchin (*Cebus [Sapajus] nigritus*): an acoustic and contextual analysis. In: *Primateology in Argentina*, pp. 171–199.

Fragaszy, D. M., Visalberghi, E., e Fedigan, L. M. 2004. Behavioral ecology: how do capuchins make a living? In: *The Complete Capuchin: the biology of the genus Cebus*, pp. 36–54. Cambridge: Cambridge University Press.

Gouzoules, H., e Gouzoules, S. 1989. Design features and developmental modification of pigtail macaque, *Macaca nemestrina*, agonistic screams. *Anim. Behav.* 37: 383–401.

Gouzoules, H., e Gouzoules, S. 1995. Recruitment screams of pigtail monkeys (*Macaca nemestrina*): ontogenetic perspectives. *Behaviour* 132: 431–450.

Gros-Louis, J. 2002. Contexts and behavioral correlates of trill vocalizations in wild white-faced capuchin monkeys (*Cebus capucinus*). *Am. J. Primatol.* 57(4): 189–202. <https://doi.org/10.1002/ajp.10042>.

Howard, A., Mainali, K., Fagan, W. F., Visalberghi, E., Izar, P., Jones, C., e Fragaszy, D. 2018. Foraging and inter-individual distances of bearded capuchin monkeys. *Am. J. Primatol.* 80(8), e22900.

Izar, P., Verderane, M. P., Peternelli-dos-Santos, L., Mendonça-Furtado, O., Presotto, A., Tokuda, M., ... Fragaszy, D. 2012. Flexible and conservative features of social systems in tufted capuchin monkeys: Comparing the socioecology of *Sapajus libidinosus* and *Sapajus nigritus*. *Am. J. Primatol.* 74(4): 315–331. <https://doi.org/10.1002/ajp.20968>.

Janik, V. M., e Slater, P. J. B. 2000. The different roles of social learning in vocal communication. *Anim. Behav.* 60(1): 1–11. <https://doi.org/10.1006/anbe.2000.1410>.

Lynch Alfaro, J. 2008. Scream-embrace displays in wild black-horned capuchin monkeys. *Am. J. Primatol.* 70(6): 551–559. <https://doi.org/10.1002/ajp.20528>.

Matheson, M. D., Johnson, J. S., e Feuerstein, J. 1996. Male reunion displays in tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Am. J. Primatol.* 40(2): 183–188. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2345\(1996\)40:2<183::AID-AJP5>3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2345(1996)40:2<183::AID-AJP5>3.0.CO;2-U).

Owren, M. J., Dieter, J. A., Seyfarth, R. M., e Cheney, D. L. 1993. Vocalizations of Rhesus (*Macaca mulatta*) and Japanese (*M. fuscata*) Macaques cross-fostered between species show evidence of only limited modification. *Develop. Psychobiol.* 26 (June 1992): 389–406.

Phillips, K. A., e Shauver Goodchild, L. M. 2005. Reunion displays in captive male brown capuchins (*Cebus apella*). *Primates* 46(2): 121–125. <https://doi.org/10.1007/s10329-004-0113-9>.

Seyfarth, R. M., e Cheney, D. L. 1997. Some general features of vocal development in nonhuman primates. In C. T. Snowdon e M. Hausberger (Orgs.), *Social Influences on Vocal Development*, pp. 249–273. New York, Cambridge University Press.

Seyfarth, R. M., e Cheney, D. L. 1986. Vocal development in vervet monkeys. *Anim. Behav.* 34: 1640–1658

Spagnoletti, N., Visalberghi, E., Verderane, M. P., Ottoni, E., Izar, P., e Fragaszy, D. 2012. Stone tool use in wild bearded capuchin monkeys, *Cebus libidinosus*. Is it a strategy to overcome food scarcity? *Anim. Behav.* 83(5): 1285–1294. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2012.03.002>.

Verderane, M. P. 2010. Socioecologia de macacos-prego (*Cebus libidinosus*) em área de ecótono cerrado/caatinga (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

Verderane, M. P., Izar, P., Visalberghi, E., e Fragaszy, D. M. 2013. Socioecology of wild bearded capuchin monkeys (*Sapajus libidinosus*): An analysis of social relationships among female primates that use tools in feeding. *Behaviour* 150: 659–689. <https://doi.org/10.1163/1568539X-00003076>.

Verderane, M. P., Izar, P. 2019. Maternal care styles in primates: considering a New World species. *Psicologia USP*, 2019, 30, e190055.

Visalberghi, E., Fragaszy, D., Ottoni, E., Izar, P., de Oliveira, M. G., e Andrade, F. R. D. 2007. Characteristics of

hammer stones and anvils used by wild bearded capuchin monkeys (*Cebus libidinosus*) to crack open palm nuts. *Am. J. Phys. Anthropol.* 132(3): 426–444. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20546>.

Winter, P., Handley, P., Ploog, D., e Schott, D. 1973. Ontogeny of Squirrel monkey calls under normal conditions and under acoustic isolation. *Behaviour* 47(3): 230–239.

## POR QUE OS BUGIOS RUIVOS SE COÇAM?

Sheila Regina Schmidt Francisco<sup>1,2,3</sup>, Aline Naissa Dada<sup>1,2,3</sup>, Camila de Jesus Pereira<sup>1,2</sup>  
e Zelinda Maria Braga Hirano<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciências Naturais. Universidade Regional de Blumenau (FURB), Rua Antônio da Veiga, 140, Victor Konder, Blumenau, SC, Brasil. E-mail: <sheila.bqa@gmail.com>

<sup>2</sup> Centro de Pesquisas Biológicas de Indaial – CEPESBI/Projeto Bugio/FURB, Rua Rio de Janeiro, 401, Sol, Indaial, SC, Brasil. E-mail: <bugio@furb.br>

<sup>3</sup> Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP 14040-903, Brasil. E-mail: <alinenaisadada@hotmail.com>

### Resumo

Este trabalho avaliou o comportamento de coçar em bugios-ruivos (*Alouatta guariba clamitans*) mantidos sob cuidados humanos no CEPESBI/Projeto Bugio/FURB e relacionou com eventos que antecedem e os comportamentos sucedem o ato de se coçar para verificar suas funções. Para tanto, foram avaliados 26 animais divididos em quatro grupos, conforme o sexo e a faixa etária dos animais (machos adultos, fêmeas adultas, fêmeas juvenis e machos juvenis). Os comportamentos foram registrados pelo método de todas as ocorrências. Foram realizadas 7 observações amostrais para cada animal. Obteve-se 364 horas amostrais com 300 minutos e 3,042 instantes de comportamento de se coçar. Observou-se que bugios adultos se coçam mais do que juvenis. Ruídos externos ao recinto foram os principais eventos que antederam os episódios de coceira. Os animais adultos utilizaram mais as mãos para se coçar do que os pés e a cauda. Esta preferência não foi observada nos juvenis. Todos os animais direcionam o olhar para longe durante o ato de se coçar, comportamento, este, mais evidente nas fêmeas adultas quando um evento externo ao recinto antecedeu o ato de se coçar. Todos estes achados podem indicar que o ato de se coçar pode significar que o animal encontra-se sob estresse ou em alerta. Observou-se ainda que após o ato de se coçar os bugios permaneceram mais vezes em descanso ou em locomoção. Não pudemos determinar se o ato de se coçar pode indicar mudança eminente de comportamento, como já demonstrado em outros primatas, pois não foram registrados todos os comportamentos que antecederam o ato de se coçar. A parte do corpo mais coçada por todos os animais foi a cabeça, seguida dos membros posteriores e das costas. A região da cabeça, que inclui a face, o crânio e o osso hioide, e das costas são as regiões com maior número de glândulas produtoras de pigmento nos machos adultos e de glândulas produtoras de pigmentos em estágio intermediário nas fêmeas e nos juvenis. Assim, o ato de se coçar pode participar do espalhamento da secreção colorida liberada por estas glândulas para colorir de ruivo o pelo dos animais. Este trabalho demonstrou que, assim como em outros primatas, o comportamento de se coçar é um indicativo de ansiedade e/ou estresse em bugios ruivos mantido sob cuidados humanos. Além disso, como demonstrado em vários trabalhos, este comportamento pode ter múltiplos gatilhos, como perigo, incerteza, mudança eminente de comportamento e também participar do espalhamento de secreção colorida/odorífera pela pele do animal. Para melhor entendimento do comportamento de se coçar em bugios ruivos, estudos complementares se fazem necessários.

**Palavras-chave:** Coloração do pelo, secreção epidérmica, *Alouatta guariba*, comportamento, estresse.

### Abstract

The aim of this study was to evaluate self-scratching behavior in southern brown howler monkeys (*Alouatta guariba clamitans*) kept under human care at CEPESBI / Projeto Bugio / FURB and to identify the events that precede and the behaviors that follow self-scratching, to verify its functions. For this purpose, 26 animals were evaluated, divided into four groups according to the sex and age of the animals: adult males, adult females, juvenile females and juvenile males. Behaviors were recorded using the method of all occurrences. Seven sample observations were made for each animal. 364 sample hours were obtained with 300 minutes and 3,042 instances of self-scratching. Adult howler monkeys were observed to self-scratch more than juveniles. Noises outside the enclosure were the main events that preceded the self-scratching. Adult animals used their hands to scratch more than their feet or tail. This preference was not observed in juveniles. All animals direct their gaze far away during self-scratching, a behavior that was more evident in adult females when an event outside the enclosure preceded the act of self-scratching. All of these findings suggest that self-scratching can indicate that the animal is under stress or on alert. It was also observed that after self-scratching, howler monkeys were most often resting or in locomotion. We have not been able to determine whether self-scratching may indicate an imminent change in behavior, as has already been shown in other primates, because we didn't register all the behaviors that preceded self-scratching. The head was the body part most scratched by all animals, followed by the hind limbs and

the back. The head, which includes the face, skull and hyoid bone, and the back are the regions with the largest number of glands producing pigment in adult males and intermediate pigment producing glands in females and juveniles. Thus, self-scratching can facilitate the spread of the colored secretion released by these glands to color the animals' orange hair. This work demonstrated that, as in other primates, self-scratching behavior is indicative of anxiety and/or stress in brown howler monkeys kept under human care. In addition, as demonstrated in several studies, this behavior can have multiple triggers, such as danger, uncertainty, imminent behavior changes and also facilitation of the spread of colored/odorant secretion through the animal's skin. For a better understanding of the behavior of self-scratching in brown howler monkeys, complementary studies are necessary.

**Keywords:** Hair color, epidermal secretion, *Alouatta guariba*, behavior, stress.

## Introdução

O ato de se coçar é um comportamento autodirigido que tem sido estudado em vários contextos sociais e não sociais entre primatas não humanos (PNH) (Schino *et al.*, 1991; Troisi *et al.*, 1991; Peignot *et al.*, 2003; Frölinch *et al.*, 2019). Este comportamento vem sendo relacionado à comunicação entre estes primatas podendo indicar situações de estresse, perigo e refletir estados emocionais (Maestriperi *et al.*, 1992). De acordo com Diezinger e Anderson (1986), macacos Rhesus que vivem em grupo podem se coçar para avisar aos vizinhos sobre uma mudança iminente de comportamento. A evidência de se coçar como um indicador de excitação negativa em contextos sociais e não sociais também foi documentada para chimpanzés. Por exemplo, existem diferenças significativas nas taxas do comportamento de se coçar em chimpanzés alojados sozinhos ou em condições de superlotação (Baker e Aureli, 1997).

Além dos trabalhos desenvolvidos com chimpanzés, já foi demonstrado que o aumento na frequência do ato de se coçar foi observado entre diversas espécies de primatas do velho mundo em contextos em que há aumento de ansiedade e/ou estresse como durante o risco de ameaça ou agressão entre coespecíficos (Castles e Whiten, 1998), em interações envolvendo hierarquia (Diezinger e Anderson, 1986; Kaburu *et al.*, 2012; Peignot *et al.*, 2004), durante o aumento da ansiedade materna (Maestriperi, 1993), em tentativas de predação (Palagi e Norscia, 2011), durante a estação de acasalamento, na fase do estro em fêmeas (Schlafani *et al.*, 2012), e durante tarefas computadorizadas destinadas a aumentar a frustração e a incerteza em macacos (Elder e Menzel, 2001; Leavens *et al.*, 2004).

Por outro lado, vários estudos demonstraram, também em primatas do velho mundo, que o ato de coçar diminui durante circunstâncias que aliviam a ansiedade (Aureli e Yates, 2010) e depois da reconciliação após encontros agonísticos (Aureli *et al.*, 1989). Estudos envolvendo testes com substâncias ansiogênicas e ansiolíticas em *Macaça fascicularis* demonstraram que as substâncias ansiogênicas aumentaram o número de episódios de coceira e que substâncias ansiolíticas diminuem este comportamento (Schino *et al.*, 1996).

Poucos trabalhos com primatas do novo mundo foram realizados até o momento para avaliar o comportamento de coceira. Badihi (2006), demonstrou que quando ambientes complexos, com escolhas e enriquecimento estão disponíveis nos recintos de *Callithrix jacchus*, os animais apresentam menos episódios de coceira do que quando estão em ambientes padrão de alojamento. Da mesma forma, *Callithrix jacchus* e *Sapajus nigritus* se coçam com maior frequência quando estão distantes de outros membros do grupo do que na presença deles, sugerindo que mesmo a separação a curta distância dos membros do grupo pode ser um fator que afeta a resposta emocional (Polizzi di Sorrentino *et al.*, 2012, Neal e Caine 2016). Assim como em primatas do velho mundo, estudos usando antigênicos e ansiolíticos durante circunstâncias que provocam ansiedade mostraram aumento e diminuição concomitantes do ato de se coçar durante essas manipulações, respectivamente (Barros *et al.*, 2004; Cilia e Piper, 1996). O ato de se coçar tem servido como uma forma não invasiva de medir a ansiedade e bem-estar em populações cativas de primatas não humanos (Bassett *et al.*, 2003).

Em *Alouatta guariba clamitans* mantidos sob cuidados humanos, Dada *et al.* (2011) descreve em etograma comportamental o comportamento de se coçar, porém, sem relacioná-lo com eventos estressores ou de ansiedade. Já Hirano (2004), relaciona o ato de se coçar observado nestes animais com o espalhamento da secreção epidérmica colorida, responsável pela coloração vermelha intensa nos machos dessa espécie.

Primatas da subespécie *A. g. clamitans* possuem dimorfismo sexual evidente na fase adulta em que machos são ruivos e fêmeas e filhotes, em sua maioria, variam do marrom escuro ao preto. Esta coloração parece estar associada à liberação na pele de secreção epidérmica colorida por glândulas sudoríparas modificadas, que de acordo com Hirano (2004), tem a capacidade de corar o pelo dos machos adultos de cor avermelhada. Esta coloração pode informar às fêmeas de que o macho mais vermelho apresenta maior aptidão (Hirano, 2004). Levando-se em consideração que a coloração ruiva do pelo ocorre através da secreção epidérmica e que os animais apresentam áreas de concentração das glândulas na região hioide, base da cauda e nuca (Hirano *et al.*, 2003), hipotetiza-se que o ato de coçar pode servir como um mecanismo

de espalhamento da secreção epidérmica colorida, e desta forma indiretamente servir como um mecanismo de comunicação visual e odorífera para esta subespécie. Assim, para melhor entender o papel do ato de se coçar nesta subespécie, este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de se coçar em bugios-ruivos (*A. g. clamitans*) mantidos sob cuidados humanos no CEPESBI/Projeto Bugio/FURB, testando cinco hipóteses: área coçada - a região do corpo mais coçada; membro utilizado - o membro do corpo mais utilizado para se coçar; contexto anterior - relacionar o ato de se coçar com eventos que antecederam o comportamento; contexto posterior - relacionar os comportamentos que sucederam o ato de se coçar; e direção do olhar - para qual direção o animal estava olhando no ato de coçar.

## Metodologia

### Local e animais

Foram utilizados 26 bugios-ruivos (*A. g. clamitans*), mantidos no Centro de Pesquisas Biológicas de Indaial- Projeto Bugio (CEPESBI), um criadouro científico localizado em Indaial, SC. Os animais foram divididos em quatro grupos experimentais: 8 machos adultos (MA), 10 fêmeas adultas (FA) e 5 machos juvenis (MJ) e 3 fêmeas juvenis (FJ). Os recintos têm dimensões de  $3 \times 5 \times 2.6$  m (largura x comprimento x altura), com contenção coberta de  $3 \times 1.5 \times 2.6$  m, e são enriquecidos com troncos, mangueiras, cordas e caixas com aquecimento (1-3 indivíduos por recinto). O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais - CEUA da FURB e aprovado sob o protocolo n.º.021/18.

### Procedimento Experimental

Os comportamentos de se coçar foram registrados durante os meses de setembro de 2018 a julho de 2019. Ato de se coçar foi definido como o ato autodirigido de esfregar qualquer parte do próprio corpo usando as patas. Os comportamentos foram registrados pelo método de todas as ocorrências (Altman, 1974), sendo anotado o indivíduo, a parte do corpo coçada (AB - abdome; ANO - região anogenital; MANT - membros anteriores; MPOST - membros posteriores; CAB - cabeça; PESC - pescoço; e COST - costas), conforme a Figura 1, a parte do corpo utilizada para se coçar (MD - mão direita; ME - mão esquerda; PD - pé direito; PE - pé esquerdo; e C - cauda). Foram registrados todos os eventos que antecederam o ato de se coçar, sendo eles: (AtMj) - limpeza dos recintos e áreas externas do recinto, oferta de alimentação e água aos animais; comportamento de outro animal (COA) - qualquer comportamento, efetuado por outro animal, que chame a atenção do animal, com exceção de vocalização; (PESS) - circulação de qualquer pessoa no entorno do recinto; ruído (RU) - qualquer som externo ao cativeiro, como aves, buzinas, música, ferramentas na manutenção da estrutura dos recintos, som de portão do CEPESBI abrindo ou fechando; vocalização própria e/ou de outros animais (VOC) - ato de rugir ou latir emitido

pelo animal avaliado ou outro bugio). O comportamento de se coçar foi contabilizado na ausência de eventos externos, quando os pesquisadores, durante a amostragem não percebiam nenhum evento ocorrendo e desta forma registravam o comportamento que o animal estava executando (AUS). Dentre os contextos que sucederam o ato de se coçar foram registrados apenas comportamentos: alimentação (ALI) - ato do animal se alimentar, Catação (AUC) - autocatação ou catar outro animal ou ser catado; cheirar (CHI) - cheirar qualquer local ou objeto do recinto; descanso (DES) - animal sentado ou deitado; esfregação (ESF) - ato de esfregar qualquer parte do corpo em qualquer local do recinto; excreção (EXC) - ato de urinar ou defecar; interação social (INS) - ato de interagir fisicamente com outros animais do seu recinto ou de outro recinto; vocalização (VOC) - ato de rugir ou latir emitido pelo animal avaliado ou outro bugio. A direção do olhar no momento do ato de se coçar foi categorizada em: ANIMAL - visualizando outro animal, LONGE - animal olhando para longe, RECINTO - animal olhando para o recinto, OF - olhos fechados, PESSOAS - animal olhando para alguma pessoa próxima ao recinto, SI - sem informação. Foram realizadas sete observações amostrais para cada animal, com duração de duas horas cada. Os comportamentos foram registrados aleatoriamente em diferentes horários, tanto matutino quanto vespertino.

### Análise dos dados

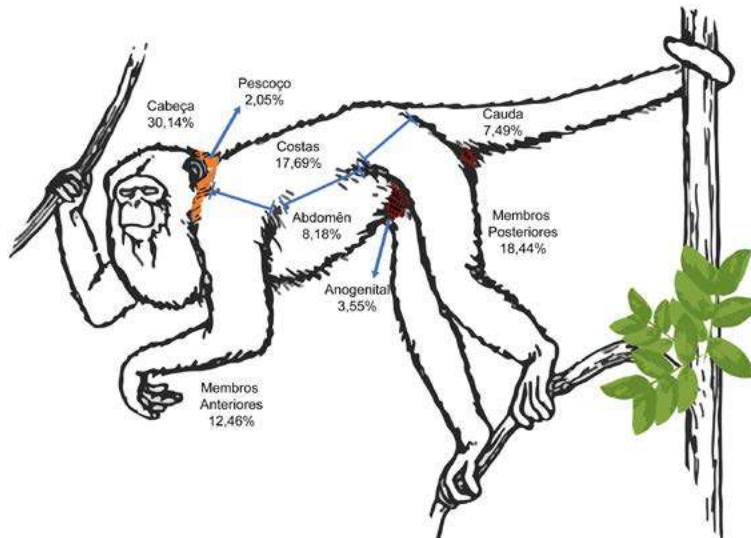
Para as análises estatísticas foram construídos modelos lineares e testou as diferenças entre as categorias de cada hipótese (área coçada, membro utilizado, contexto anterior, contexto posterior e direção do olhar) utilizando a Análise de Variância (ANOVA), através do programa R (R Core Team, 2021). A distribuição da variável dependente (número de coceiras) foi avaliada utilizando o teste de Shapiro-Wilk e posteriormente utilizando a função *fitdistrplus* do pacote *fitdistrplus* (Delignette-Muller e Dutang, 2015). A variável dependente variou entre distribuição *poisson* (contexto posterior) e *binomial negativo* (contexto anterior, área coçada, membro utilizado, direção do olhar), dependendo do agrupamento da hipótese utilizada para cada modelo. Na ausência de distribuição normal utilizou-se a análise de modelos lineares generalizados (função *glm*). Como o modelo que utilizou distribuição *poisson* apresentou *overdispersion*, controlou-se utilizando *quasipoisson*. Para os modelos nos quais usou distribuição *binomial negativo*, comparou-se a distribuição *binomial negativo* com *poisson* (função *odTest* do pacote *pscl*). Para todos estes modelos a distribuição *binomial negativo* teve melhor ajuste e prosseguiu-se as análises usando a função *glm.nb* do pacote *pscl* (Jackman, 2020). Para cada modelo testou-se as diferenças entre sexo e maturidade, pois *a priori* reconhece que podem existir diferenças de comportamento entre machos, fêmeas, adultos e juvenis dentro do contexto de cada hipótese testada. Para os modelos das hipóteses área coçada, membro utilizado e



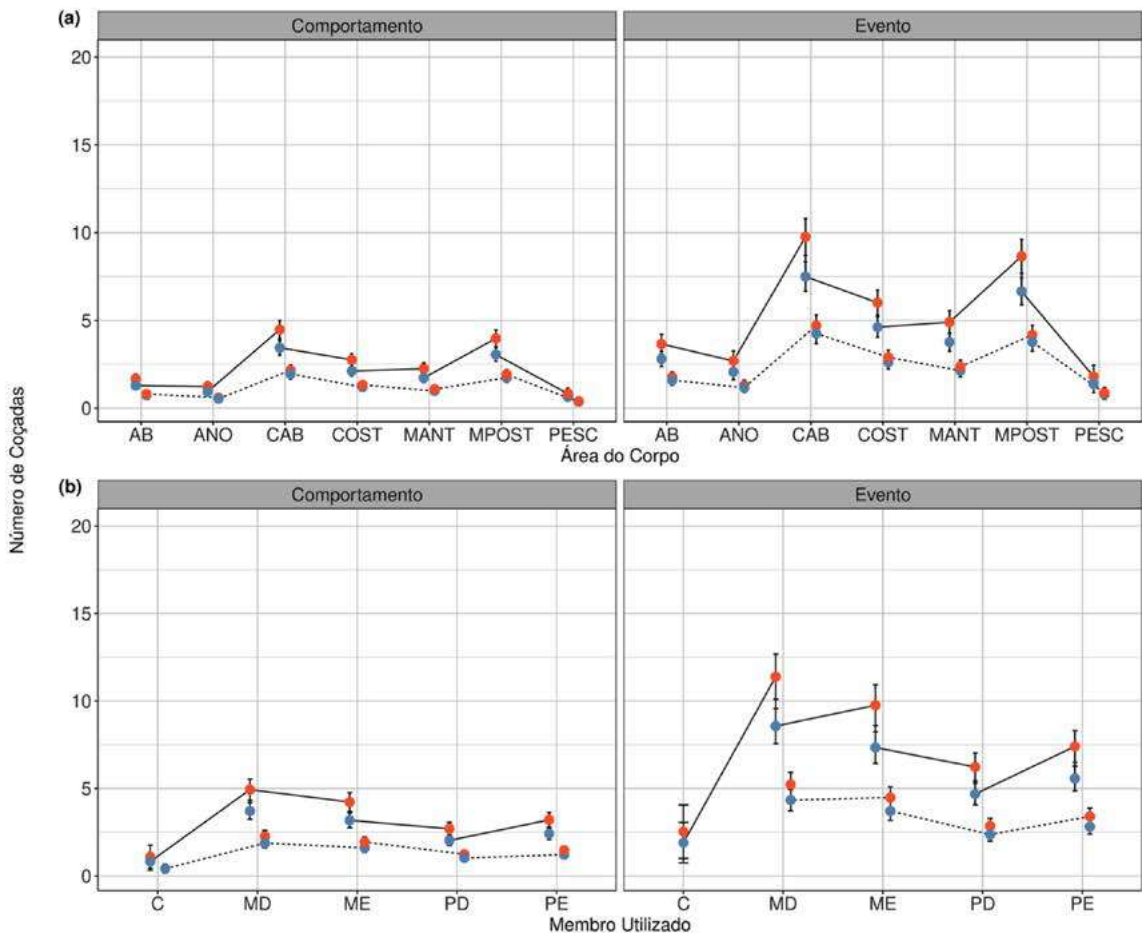
direção do olhar, adicionou-se mais uma variável independente no modelo denominada *tipo*, compreendendo o contexto durante a observação em duas categorias: evento ou comportamento.

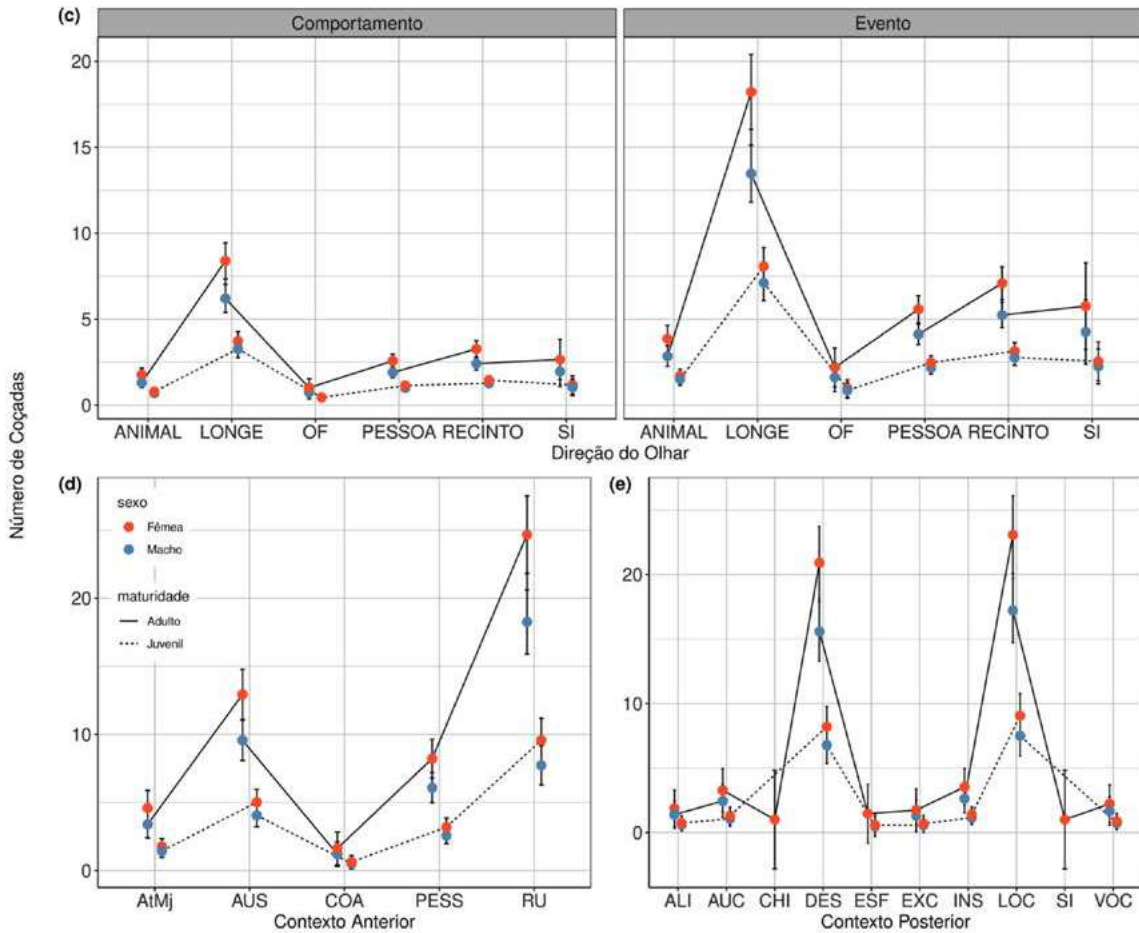
**Resultados**

Obteve-se 364 horas de observação, que resultaram em 3042 episódios do comportamento de coçar (FA = 1,270; MA = 918; FJ = 609; MJ = 377), totalizando 300 min.



**Figura 1.** Diagrama representando as regiões do corpo coçadas e o percentual de episódios de coceira realizados por bugios-ruivos (*A. g. clamitans*) mantidos sob cuidados humanos no CEPESBI/Projeto Bugio/FURB. Onde: área quadriculada representa região anogenital e a área hachurada representa o pescoço.





**Figura 2.** Resultados da análise do comportamento de se coçar em bugios ruivos mantidos sob cuidados humanos no CEPESBI/ Projeto Bugio (a) áreas do corpo coçadas na ausência de evento e presença de evento, (b) membros mais utilizados para executar a coceira, na ausência de evento e presença de evento, (c) direção do olhar, na ausência de evento e presença de evento, (d) contextos que antecederam o ato de se coçar e (e) comportamentos observados após o ato de coçar. Em todos os gráficos as esferas laranja indicam as fêmeas e as azuis os machos. As linhas contínuas indicam os dados dos adultos e as linhas pontilhadas os dados dos juvenis. Na Figura 2a: AB – abdômen; ANO – região anogenital; CAB – cabeça; COST – região dorsal; MPOST – membros posteriores; MANT – membros anteriores; PESC – Pescoço. Na Figura 2b: C – cauda; MD – membro anterior direito; ME – membro anterior esquerdo; PD – membro posterior direito; PE – membro posterior esquerdo. Na Figura 2c – OF -fora de observação; SI – sem informação. Na Figura 2d - AtMj – atividades de manejo; AUS – ausência de evento; COA – comportamento de outro animal; PESS – circulação de pessoas; RU – ruídos; Na Figura 2e - ALI – alimentação; AUC – catação; CHI – cheirar; DES – descanso; ESF – esfregação; EXC – excreção; INS – interação social; LOC – locomoção; VOC – vocalização própria ou de outro animal; SI – sem informação.

Nas Figuras 1 e 2(a), observamos que os bugios coçam mais a CAB, seguido dos MPOST e das COST ( $X_{26}=370.30; p<0.01$ ), tanto na ausência como na presença de eventos desencadeadores do comportamento ( $X_{21}=271.62; p<0.01$ ). Observamos ainda, que as FA coçam estas regiões com maior frequência do que os MA ( $X_{21}=22.50; p<0.01$ ) e que os bugios adultos se coçam mais do que os FJ e MJ ( $X_{21}=195.29; p<0.01$ ) independente da área do corpo coçada. AB, ANO, MANT, MPOST e o PESC foram as regiões menos coçadas em todos os animais.

A Figura 2(b) mostra que os animais utilizaram principalmente os MD e ME para se coçar ( $X_{24}=113.107; p<0.01$ ), seguido dos PD e PE e da C, tanto na presença como na ausência de eventos antecedentes ao ato de se coçar ( $(X_{21}=277.264; p<0.01)$ ). Todos os animais

dirigem o olhar, mais frequentemente, para longe durante o ato de se coçar ( $X_{25}=530.02; p<0.01$ ), na presença ou na ausência de eventos que desencadeiam o ato ( $X_{21}=190.90; p<0.01$ ).

Quando analisamos os eventos que antecederam os episódios de coceira, observamos que RU foi o principal evento desencadeador do ato de se coçar nos bugios ( $X_{24}=389.05; p<0.01$ ) (Fig. 2(d)). Observou-se ainda, que as FA se coçam mais quando há RU, PESS e AUS do que os MA ( $X_{21}=16.75; p<0.01$ ) e que os adultos se coçam mais do que os MJ e as FJ em todos os contextos avaliados ( $X_{21}=178.87; p<0.01$ ). Conforme a Figura 2(e), após se coçar, os comportamentos mais observados foram DES e LOC em todos os animais ( $X_{29}=448.25; p<0.01$ ), independente do sexo ( $X_{21}=13.72; p<0.01$ ) ou da maturidade ( $X_{21}=141.25; p<0.01$ ) do animal (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resultados da análise de variância (ANOVA), referentes às áreas do corpo coçadas, os membros do corpo utilizados para se coçar e dos contextos que antecederam e sucederam o ato de se coçar, levando-se em consideração o contexto geral, o tipo de contexto que desencadeou o ato de se coçar, o sexo e a maturidade dos animais mantidos sob cuidados humanos no CEPESBI/Projeto Bugio.

	Regressão Linear (Qui2)	Graus de liberdade	Valor de p
Área do corpo mais coçada	370.30	6	<0.01
Tipo (evento × comportamento)	271.62	1	<0.01
Sexo	22.50	1	<0.01
Maturidade	195.29	1	<0.01
Sexo: maturidade	2.81	1	0.009
Membro mais utilizado para se coçar	113.107	4	<0.01
Tipo (evento × comportamento)	277.375	1	<0.01
Sexo	27.264	1	<0.01
Maturidade	213.778	1	<0.01
Sexo: maturidade	0.896	1	0.438
Direção do olhar	530.02	5	<0.01
Tipo (evento × comportamento)	190.90	1	<0.01
Sexo	20.05	1	<0.01
Maturidade	173.06	1	<0.01
Sexo: maturidade	2.41	1	0.1206
Contexto anterior a ato de se coçar	389.05	4	<0.01
Sexo	16.75	1	<0.01
Maturidade	178.87	1	<0.01
Sexo: maturidade	0.46	1	0.4984
Comportamento posterior ao ato de se coçar	448.25	9	<0.01
Sexo	13.72	1	<0.01
Maturidade	141.25	1	<0.01
Sexo: maturidade	0.43	1	<0.01

## Discussão

A coceira tem sido utilizada como comportamento diretamente relacionado a situações emocionais e de estresse em primatas do velho mundo (Aureli e Yates, 2010; Schlafani *et al.*, 2012) e também em *Callithrix jacchus* e *Sapajus nigritus* (Polizzi di Sorrentino *et al.*, 2012, Neal e Caine 2016). Demonstrou-se neste trabalho, que RU, não envolvendo atividades de manejo ou circulação de pessoas no entorno do recinto, foram os fatores que mais desencadearam o ato de se coçar nos bugios ruivos avaliados. Este evento demonstra que, assim como em

outros primatas, o ato de se coçar pode representar uma resposta a eventos estressantes em bugios ruivos mantidos sob cuidados humanos. Primatas, incluindo humanos, se coçam em situações de estresse, tensão e conflito (Troisi *et al.*, 1991; Whitehouse *et al.*, 2017). Estudos afirmam que este ato seja um subproduto de processos fisiológicos associados ao estresse. No entanto, é possível que haja uma relação entre se coçar e estresse como uma indicação de estado de estresse do animal e portanto, coçar pode ter uma função social (Whitehouse *et al.*, 2017).

Demonstramos também que MA e FA se coçam mais tanto na presença e como na ausência de eventos externos, quando comparado com MJ e FJ, o que pode ser devido aos indivíduos adultos exercem funções de liderança e proteção do bando (Neville *et al.*, 1988), sendo assim, são mais suscetíveis a eventos estressores. Na presença de RU ou PESS, as FA apresentam maior frequência de comportamento de se coçar do que os MA, o que não é percebido quando há ausência de eventos, sugerindo que as fêmeas podem ser mais suscetíveis a eventos estressores do que os MA e que podem expressar sua ansiedade com o comportamento de se coçar. Estudos avaliaram o ato de se coçar em FA com filhotes e encontraram uma correlação positiva entre ansiedade materna e o comportamento de se coçar (Troisi *et al.*, 1991; Frölinch *et al.*, 2019). Levando-se em consideração que todas as FA estudadas estão pareadas com MA, esta função de proteção do bando pode, mesmo em cativeiro e sem filhotes, ser um fator importante para que as FA apresentem essa maior suscetibilidade a eventos estressores do que os MA.

Tanto MA como FA direcionam o olhar para longe com maior frequência, durante o ato de se coçar, do que os MJ e as FJ. Quando há algum evento externo desencadeando o ato de coçar, esta direção do olhar para longe, é ainda mais evidente, o que pode demonstrar um estado de alerta do animal em resposta ao estímulo. Corroborando com os achados de Tkaczynski *et al.* (2014), que encontraram associação positiva entre as taxas de vigilância e frequência de comportamento de se coçar em babuínos (*Papio anubis*). Considera-se a conduta vigiar como qualquer “correr dos olhos” direcionando para além do alcance dos braços do animal, excluindo olhadelas para o próprio corpo do animal, animal próximo, substrato próximo ou algum item alimentar (Treves *et al.*, 2001).

Demonstrou-se ainda, que, de todas as regiões coçadas pelos bugios, a região da cabeça, seguida das costas e dos membros posteriores foram as que apresentaram maior frequência. Com base na sequência de regiões coçadas pelos bugios ruivos, acredita-se que, além da função na comunicação emocional, evidente neste trabalho, o ato de se coçar pode participar da comunicação visual em bugios ruivos, pois pode participar, intencionalmente ou não, do espalhamento da secreção colorida liberada pelas GPPs presentes na epiderme destes animais. Estas

glândulas estão presentes na epiderme de todos os bugios ruivos, porém em MA as mesmas são mais desenvolvidas, GPPs, do que nas FA e FJ e MJ, em que são denominadas GPPis (glândulas produtoras de pigmento em estágio intermediário) (Hirano, 2004). Segundo a autora, as GPPis liberam uma secreção com composição química diferente das GPPs, não corando a pelagem de FA, FJ e MJ. Neste trabalho, as regiões mais coçadas coincidiram com as regiões com maior presença de GPPs, cabeça, que envolve a face, crânio e osso hioide, as costas, que envolvem o dorso e os membros posteriores que se localizam logo abaixo da base da cauda, locais descritos por Hirano (2004) como os locais de maior concentração de GPPs nos bugios ruivos. A secreção, assim como o suor em humanos, pode escorrer quando liberada em grande quantidade, podendo escorrer da base da cauda para os membros posteriores, levando o animal a se coçar como um ato reflexo. Este comportamento pode participar do espalhamento da secreção, assim como a secreção da nuca pode escorrer pelas costas (fato observado pelos pesquisadores durante a coleta de dados e feita comunicação pessoal). Os membros posteriores possuem menos secreção do que a cabeça e as costas, mas são coloridos e frequentemente coçados pelo animal.

Não somente em bugios ruivos, mas também em outros animais, já foi demonstrada a presença e glândulas secretoras de pigmento. Hausman (1920) descreveu que mamíferos possuem secreções com pigmentos, geralmente localizadas na região do dorso e base da cauda, que são secretadas na superfície da pele, corando os pelos dos animais. Além disso, os primatas neotropicais possuem glândulas de odor em várias partes do corpo: focinho, região gular, tórax ou esternal, dorsal, virilha ou inguinal, suprapúbica, anal ou anogenital (Epple e Lorenz, 1967). Desta forma, sugere-se que o comportamento de coceira pode participar do mecanismo de espalhamento de secreção colorida e odorífera em diversas subespécies de primatas.

Mootnick *et al.* (2012), avaliaram amplamente a utilização dos membros anteriores e posteriores no ato de se coçar de macacos do Novo Mundo e do Velho Mundo. Os autores verificam que todos os macacos do novo mundo usavam as mãos e os pés para se coçar, enquanto grandes prosímios africanos utilizaram somente as mãos. Pressões evolutivas podem ter sido responsáveis por estas divergências, resultando nas diferenças no repertório comportamental associado aos membros anteriores e posteriores observados nestes animais (Mootnick *et al.*, 2012). Neste trabalho foi observado, também, que os bugios se coçam utilizando as mãos, os pés e raramente a cauda. Demonstramos ainda que estes animais utilizam principalmente os membros anteriores (MD e ME) em comparação aos membros posteriores (PD e PE) e a cauda, o que corrobora com os achados de Mootnick *et al.* (2012), que demonstrou que em 70,67 % dos episódios de coceira observados em macacos do Novo Mundo foram

utilizadas as mãos. Ambientes de cativeiro, podem beneficiar uma maior manifestação da preferência manual em primatas do que o observado em indivíduos de vida livre das mesmas espécies (McGrew e Marchant, 1997; Garber *et al.* 2008). Condições como interação com humanos, restrição de espaço e inserção de elementos artificiais, podem induzir os primatas realizarem ações diferentes dos observados em ambiente natural (Slomp, 2016). Assim como em estudos com outros primatas (Laska, 1996; Talebi e Ades, 2004; Laurence *et al.*, 2011; Nelson e Boevin., 2015), não foi observada preferência em lateralidade no ato de se coçar nos bugios avaliados.

Observou-se ainda, que os comportamentos mais frequentes após o ato de se coçar foram o DES e a LOC. Diezinger e Anderson (1986), observaram que macacos Rhesus se coçam para demonstrar uma alteração eminente de comportamento após episódios de coceira. No presente trabalho não foram registrados todos os comportamentos que antecederam o ato de se coçar nos bugios ruivos, assim, não foi possível avaliar se esse ato pode indicar alteração eminente de comportamento nestes animais.

## Conclusão

Este é o primeiro trabalho que avalia o ato de se coçar em *A. g. clamitans*. Com os nossos achados foi possível demonstrar que os indivíduos coçam mais a cabeça, as costas e os membros posteriores. O evento que mais desencadeou o ato de se coçar foi ruído como sons de aves, buzinas, ferramentas durante a manutenção dos recintos próximos ao recinto do animal avaliado, e a entrada, abertura e fechamento do portão do CEPESBI/Projeto Bugio. Observamos, ainda, que estes animais utilizam predominantemente os membros anteriores para se coçar, sem demonstrar preferência por um dos lados do corpo. O alto índice de coceira observado diante da presença de eventos externos ao recinto dos animais associado a direção do olhar, para longe, do animal durante o ato de se coçar sugerem fortemente um papel do comportamento de se coçar como um indicador de estresse e/ou ansiedade em bugios ruivos mantidos sob cuidados humanos. Além disso, sendo um estudo preliminar sobre o comportamento de se coçar de bugios ruivos, para melhor entender o papel o ato de se coçar como meio de comunicação nesta subespécie são necessários estudos que associem a liberação secreção colorida com o índice de esfregação e o ato de se coçar e o comportamento dos outros indivíduos do grupo.

## Referências

- Altmann, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behavior* 49: 227-267.
- Aureli, F., van Schaik, C. P. e van Hooff, J. 1989. Functional aspects of reconciliation among captive long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*). *Am. J. Primatol.* 19: 39-51.

- Aureli, F., e Yates, K. 2010. Distress prevention by grooming others in crested black macaques. *Biol. Lett.* 6: 27–29.
- Badihi, I. 2006. The effects of complexity, choice and control on the behaviour and the welfare of captive common marmosets (*Callithrix jacchus*). (tese de doutorado). University of Stirling 424 p. Available from: STORRE. <http://hdl.handle.net/1893/120>
- Baker, K. C. e Aureli, F. 1997. Behavioural indicators of anxiety: an empirical test in chimpanzees. *Behaviour* 134: 1031–1050.
- Barros, M., de Souza Silva, M. A., Huston, J. P. e Tomaz, C. 2004. Multibehavioral analysis of fear and anxiety before, during, and after experimentally induced predatory stress in *Callithrix penicillata*. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 78: 357–367.
- Bassett, L., Buchanan-Smith, H. M., McKinley, J. e Smith, T. 2003. Effects of training on stress-related behavior of the common marmoset (*Callithrix jacchus*) in relation to coping with routine husbandry procedure.
- Castles, D. L. e Whiten, A. 1998. Post-conflict behaviour of wild olive baboons. II. Stress and self-directed behaviour. *Ethology* 104: 148–160.
- Cilia, J. e Piper, D. C. 1996. Marmoset conspecific confrontation: an ethologically-based model of anxiety. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 58: 85–91.
- Dada, A. N., Souza-Junior, J. C., Oliveira, D. A. G. e Hirano, Z.M.B. 2011. Padrões comportamentais de bugio-ruivo (*Alouatta clamitans* Cabrera, 1940) em cativeiro (Primates: Atelidae), p.137-159. In: Miranda, J.M.D. e Hirano, Z.M.B. (Eds.). *A Primatologia no Brasil 12*. Curitiba, Sociedade Brasileira de Primatologia.
- Diezinger, F. e Anderson, J. R. 1986. Starting from scratch: a first look at a “displacement activity” in group-living rhesus monkeys. *Am. J. Primatol.* 11: 117–124.
- Elder, C. M. e Menzel, C. R. 2001. Dissociation of cortisol and behavioral indicators of stress in an orangutan (*Pongo pygmaeus*) during a computerized task. *Primates* 42: 345–357.
- Epple, G. e Lorenz, R. 1967. Vorkommen, Morphologie und Funktion der Sternaldrüse bei den Platyrrhini *Folia Primatol.* 7: 98 -126.
- Fröhlich, M., Lee, K., Mitra Setia, T., Schuppli, C. e van Schaik, C. P. 2019. The loud scratch: a newly identified gesture of Sumatran orangutan mothers in the wild. *Biol. Lett.* 15(7), 20190209.
- Garber, P. A., Gomes, D. F. e Bicca Marques, J. C. 2008. Experimental field study of hand preference in wild Black-horned (*Cebus nigritus*) and White-faced (*Cebus capucinus*): evidence for individual and species differences. *Anim. Cogn.* 11: 401–411.
- Hausman, L. A. 1920. Structural characteristics of the hair of mammals. *Am. Nat.* 54(635): 496–523.
- Hirano, Z. M. B. 2004. Secreção epidérmica de *Alouatta guariba clamitans* (Primates: Atelidae). Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. doi:10.11606/T.59.2004.tde-26042012-090335. Recuperado em 2020-09-30, de [www.teses.usp.br](http://www.teses.usp.br)
- Hirano, Z. M. B., Tramonte, R., Silva, A. R., Rodrigues, R. B. e Ferreira dos Santos, W. 2003. Morphology of epidermal glands responsible for release of colored secretions in *Alouatta guariba clamitans*. *Lab. Primates Newsl.* 42(2): 4–6.
- Kaburu, S. S. K., MacLarnon, A., Majolo, B., Qarro, M. e Semple, S. 2012. Dominance rank and self-scratching among wild female Barbary macaques (*Macaca sylvanus*). *Afr. Zool.* 47: 74–79
- Laska, A. M. 1996. Manual laterality in spider monkeys (*Ateles geoffroyi*) solving visually and tactually guided food-reaching tasks. *Cortex* 32(4): 717–726.
- Laurence, A., Wallez, C. e Blois-Heulin, C. 2011. Task complexity, posture, age, sex: which is the main factor influencing manual laterality in captive *Cercocebus torquatus torquatus*? *Laterality* 16(5): 586–606.
- Leavens, D. A., Aureli, F. e Hopkins, W.D. 2004. Behavioral evidence for the cutaneous expression of emotion in a chimpanzee (*Pan troglodytes*). *Behavior* 141: 979–997.
- Maestripieri, D. 1993. Maternal anxiety in rhesus macaques (*Macaca mulatta*) I. Measurement of anxiety and identification of anxiety-eliciting situations. *Ethology* 95: 19–31.
- Maestripieri, D., Schino, G., Aureli, F. e Troisi, A. 1992. Uma proposta modesta: atividades de deslocamento como um indicador de emoções em primatas. *Anim. Behav.* 44, 967-979 em <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003347205805925>
- McGrew, W.C. e Marchant, L. F. 1997. On the other hand: current issues in and meta analysis of the behavioral laterality of hand function in non-human primates. *American J. Phys. Anthropol.* 40: 201–232.
- Mittermeier R. A., Rylands, A. B., Van Roosmalen, M. G. M., Norconk, M. A., Konstant, W. R., e Famolare, L. 2008. Monkeys of the Guianas: Guyana, Suriname, French Guiana. Pocket Identification Guide. Illustrated by Stephen D. Nash. *Conservation International Tropical Pocket Guide Series*, Conservation International, Arlington, VA.
- Mootnick, A. R., Cunningham, C. e Baker, E. 2012. Phylogenetic separation in limb use in captive gibbons (Hylobatidae): A comparison across the primate order. *Am. J. Primatol.* 74(11): 1035–1043.
- Neal, S. J. e Caine, N. G. 2016. Scratching under positive and negative arousal in Common Marmosets (*Callithrix jacchus*). *J. Primatol.* 78: 216–226
- Nelson, E. L. e Boevin, E. R. 2015. Precise digit use increases the expression of handedness in Colombian spider monkeys (*Ateles fusciceps rufiventris*). *Am. J. Primatol.* 77(12): 1253–1262.
- Neville, M. K., Glander, K. E., Braza, F. e Rylands, A. B. 1988. The Howling Monkeys, Genus *Alouatta*, p. 349-453. In: Ecology and Behavior of Neotropical Primates. R. A. Mittermeier, A. B. Rylands, A. Coimbra-Filho and G. A. B. Fonseca (Eds.). Washington etc.

- Palagi, E. e Norscia, I. 2011. Scratching around stress: hierarchy and reconciliation make the difference in wild brown lemurs (*Eulemur fulvus*). *Stress* 14: 93–97.
- Peignot, P., Jankowski, F. e Anderson, J. R. 2004. On self-scratching in captive mandrills (*Mandrillus sphinx*). *Folia Primatol.* 75: 160–164.
- Polizzi di Sorrentino, E., Schino, G., Tiddi, B. e Aureli, F. 2012. Scratching as a window into the emotional responses of wild tufted capuchin monkeys. *Ethology* 118: 1072–1084.
- Schino, G., Troisi, A., Peretta, G. e Monaco, V. 1991. Measuring anxiety in nonhuman primates: effect of lorazepam on macaque scratching. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 38(4): 889–891.
- Schino, G., Perretta, G., Taglioni, A. M., Monaco, V. e Troisi, A. 1996. Primate displacement activities as an ethopharmacological model of anxiety. *Anxiety* 2: 186–191.
- Schlafani, A., Norscia, I., Antonacci, D. e Palagi, E. 2012. Scratching around mating: factors affecting anxiety in wild *Lemur catta*. *Primates* 53: 247–254
- Slomp, D. V. 2016. Lateralidade no uso das mãos durante a alimentação por *Brachyteles hypoxanthus* em ambiente natural. Dissertação de mestrado apresentada a Faculdade de Biociências/PUCRS, Porto Alegre, Brasil.
- Talebi, M. e Ades, C. 2004. Um estudo naturalístico da preferência manual em muriquis (*Brachyteles arachnoides*). In: *A primatologia no Brasil*, volume 8. Mendes I. M., Chiarello, A. C. (Orgs.). Vitória, ES: IPEMA/SBPr p 251-262.
- Tkaczynski, P., MacLarnon, A., e Ross, C. 2014. Associations between spatial position, stress and anxiety in forest baboons *Papio anubis*. *Behav. Processes* 108: 1–6.
- Treves, A., Drescher, A., e Ingrisano, N. 2001. Vigilance and aggregation in black howler monkeys (*Alouatta pigra*). *Behav. Ecol. Sociobiol.* 50(1): 90–95.
- Troisi, A., Schino, G., D'Antoni, M., Pandolfi, N., Aureli, F., and D'Amato, F. R. 1991. Scratching as a behavioral index of anxiety in macaque mothers. *Behav. Neural Biol.* 56(3): 307–313.
- Whitehouse, J., Micheletta, J., e Waller, B. M. 2017. Stress behaviours buffer macaques from aggression. *Sci. Rep.* 7(1): 1–9.

## EFFECTO DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL SOBRE LAS POSTURAS DE DESCANSO DEL MONO AULLADOR (*ALOUATTA PALLIATA*)

Rael Martín Palestino-Sánchez<sup>1\*</sup>, Francisco García-Orduña<sup>2</sup>, Domingo Canales-Espinosa<sup>2</sup>,  
María Fernanda López-Flores<sup>3</sup>, Juan Francisco Rodríguez-Landa<sup>4</sup>, A. Román Sandoval-Jiménez<sup>1</sup>  
y María de Jesús Rovirosa-Hernández<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Maestría en Neuroetología, Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 91190, México.

\* < raelpalestino20@gmail.com >

<sup>2</sup>Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 91190, México.

<sup>3</sup>Doctorado en Ciencias Biomédicas, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 91190, México.

<sup>4</sup>Laboratorio de Neurofarmacología, Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 91190, México.

### Abstract

The effects of climate change are increasingly evident on biodiversity in general, altering the behavioral processes of organisms. Consequently, individuals must implement strategies that allow them to counteract these effects. One strategy is the use of body postures that allow mammals to maintain thermal equilibrium with respect to the environmental temperature. The objective of this study was to determine if the howler monkey (*Alouatta palliata*) uses specific body postures when resting that depend on ambient temperature. For eight months, resting behavior of monkeys was registered through focal sampling, across a range of ambient temperatures. Six different postures were observed, independent of sex, which were classified according to the proximity and position of the extremities to the body in: 1 = semi-fetal, 2 = sitting, 3 = lying, 4 = lying-back, 5 = stretched, and 6 = extended. In addition, we characterize the most common posture for each temperature range, determining that postures are significantly influenced by ambient temperature ( $rS = 0.779$ ;  $n = 21$ ;  $P < 0.001$ ). Each posture was displayed in a specific temperature range, with significant differences ( $H = 215.114$ ;  $DF = 5$ ;  $P < 0.001$ ) in the temperature recorded for the different resting positions of the monkeys. *Alouatta palliata*, like other primate species, responds to environmental stimuli through behavioral strategies, allowing them to adapt to changing habitat conditions, and to maintain a thermal and energetic equilibrium.

**Keywords:** Behavior, climate change, strategies, postures, thermoregulation.

### Resumen

Los efectos del cambio climático cada vez son más evidentes sobre la biodiversidad en general, pudiendo modificar los procesos conductuales de los organismos. En consecuencia, los individuos deben implementar estrategias que les permitan contrarrestar tales efectos. Una estrategia es el uso de posturas corporales que permiten a los mamíferos mantener un equilibrio térmico con respecto a la temperatura ambiental. El objetivo de este estudio fue determinar si el mono aullador de manto (*Alouatta palliata*), utiliza posturas corporales específicas al descansar, y si éstas dependen de la temperatura ambiental. Durante ocho meses se registró la conducta de descanso mediante muestreos focales, así como la temperatura ambiental. Se observaron independiente al sexo, seis posturas diferentes, que se clasificaron de acuerdo a la cercanía y posición de las extremidades al cuerpo en: 1 = semi-fetal, 2 = sentado, 3 = acostado, 4 = recostado, 5 = estirado y 6 = extendido. Posteriormente, se obtuvo la postura más dominante que se registró en cada rango de temperatura, determinando que el uso de ésta es significativamente influenciado por la temperatura ambiental ( $rS = 0.779$ ;  $n = 21$ ;  $P < 0.001$ ). Cada postura presentó un rango específico de temperatura, y se encontraron diferencias ( $H = 215.114$ ;  $DF = 5$ ;  $P < 0.001$ ) en la temperatura registrada para cada una durante el descanso de los monos. *Alouatta palliata*, al igual que otras especies de primates, responde a estímulos ambientales a través de estrategias conductuales, permitiéndole adaptarse a las condiciones cambiantes del hábitat y mantener un equilibrio térmico y energético.

**Palabras clave:** Conducta, cambio climático, estrategias, posturas, termorregulación.

### Introducción

El impacto del clima sobre la vida ha sido evidente a lo largo de la historia, por ejemplo, el aumento de la temperatura ambiental promedio, el cual ha sucedido principalmente por las actividades antropogénicas (IPCC,

2014). En las zonas del centro y norte de México, se ha observado que el cambio climático ha disminuido en los últimos años las horas frías o con temperaturas bajas, influyendo en el aumento de los períodos de sequías (Medina-García *et al.*, 2019). Otra consecuencia del cambio climático es el aumento de las catástrofes naturales



(p. ej., huracanes), que ponen en riesgo a la fauna silvestre (Ameca *et al.*, 2018), al ser humano y a otras especies en general.

Los mamíferos tienen la flexibilidad de regular su temperatura corporal respecto a la variación de la temperatura ambiental (Shelton y Alberts, 2018). También pueden hacer uso de otras estrategias conductuales como respuesta ante la variación de la temperatura, como la selección de sitios para descansar (Eppley *et al.*, 2017), o la inversión de un mayor tiempo destinado al consumo de agua de fuentes alternativas (Dias *et al.*, 2013). En primates, se ha relacionado el despliegue de posturas corporales específicas durante el descanso como una estrategia termorreguladora, ya que cambian de acuerdo con la variación de la temperatura ambiental (Bicca-Marques y Calegari-Marques 1988; Azevedo y Bicca-Marques 2003; Gestich *et al.* 2014; Lopes y Bicca-Marques, 2017). Estas estrategias conductuales surgen como una respuesta a las características ambientales, lo cual refleja la flexibilidad conductual que presentan las especies (Kearney *et al.*, 2009; Dausmann, 2013; Gestich *et al.* 2014; Lopes y Bicca-Marques, 2017).

*Alouatta palliata* es una de las especies más flexibles conductualmente, ya que cuando existe un deterioro del hábitat o no hay disponibilidad de los recursos necesarios, puede modificar su dieta, incluso aumentar el tiempo de exploración por recursos alimenticios (McKinney, 2019), es decir que, *A. palliata* puede modificar el tiempo que invierte en cada conducta diaria de acuerdo con la calidad del hábitat (Bicca-Marques *et al.*, 2019); pero, no se ha estudiado si dicha flexibilidad conductual también se presenta como respuesta a los estímulos ambientales como la temperatura, considerando que la temperatura ambiental puede afectar la temperatura corporal de esta especie (Thompson *et al.*, 2014). El objetivo de este estudio es determinar si *A. palliata* utiliza durante el descanso, posturas corporales específicas en relación con la temperatura ambiental como estrategia termorreguladora, y si éstas varían de acuerdo al sexo, postulando la hipótesis que, independiente al sexo conforme varía la temperatura ambiental, *A. palliata* va a usar posturas corporales que varían en extensión y/o proximidad de las extremidades a su cuerpo. Se predice que: (1) el sexo no determina el uso de posturas corporales, (2) a mayor temperatura ambiental utilizarán posturas corporales disipadoras de calor, es decir, con una mayor extensión y separación de sus extremidades al cuerpo, y, (3) a menor temperatura ambiental utilizarán posturas corporales para conservar calor, esto es, con una mayor proximidad de sus extremidades al cuerpo.

## Método

### Ética

El estudio usó métodos no invasivos siguiendo los protocolos de la Sociedad Internacional de Primatología,

y cumpliendo los requisitos legales de la ley mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

### Área de estudio

El trabajo se realizó en la isla Agaltepec, Catemaco, Veracruz, México, la cual se localiza entre las coordenadas 18°24'51" N, 95°05'34.6" W. La isla tiene una superficie de 8.3 ha, y el clima se divide en dos temporadas, húmeda de junio a enero y seca de febrero a mayo.

### Sujetos de estudio

De un grupo de 23 individuos, se incluyeron únicamente 7 machos adultos, 6 hembras adultas, 1 hembra sub-adulta y 3 machos sub-adultos ( $n = 17$ ); los juveniles e infantes no se consideraron dentro del estudio. Los sujetos fueron catalogados de acuerdo con Balcells y Veà (2009) para su identificación.

### Registro de temperatura ambiental

La temperatura ambiental se obtuvo en cada uno de los registros conductuales, a través de la estación climática La Flor de Catemaco, S. de R. L. de C. V. (Coyame, 18°26'15" N, 95°01'32" W). La estación se encuentra localizada a una altitud y en condiciones similares al sitio de estudio. Adicionalmente, se utilizó una estación meteorológica profesional (ACU-RITE®, Schaumburg, IL) y un hidrómetro de bolsillo (Kestrel® 3000, Global Test Supply, Wilmington, NC), con la finalidad de tener un mejor control en la toma de datos ambientales, para finalmente obtener un promedio entre las tres estaciones climáticas.

### Datos Conductuales

Se realizó un muestreo piloto durante 10 días para identificar a los sujetos de estudio, habituar a los animales a la presencia del investigador, y familiarizarse con la colecta de datos de campo mediante el muestreo *ad libitum* (Martin y Bateson, 1991). Las observaciones se realizaron por medio de muestreos animal focal de 60 min continuos (Martin y Bateson, 1991), durante los meses de octubre, noviembre de 2018, enero, febrero, marzo, abril, julio, y agosto de 2019, seis días por mes, tres días continuos por semana, con un horario de 07:00 a 15:00 h. Se realizó un total de 384 horas de trabajo de campo, de las cuales sólo 137 horas fueron de registro animal focal. El tiempo restante abarcó la búsqueda de los individuos e identificación de las posturas.

Las posturas corporales fueron clasificadas de acuerdo a la magnitud y extensión de las extremidades al cuerpo, esto es, entre más próximas estén y menos extendidas, se consideró como una postura conservadora de calor, y entre más extendidas y separadas estén al cuerpo, se consideró como una postura disipadora de calor. Se obtuvo la postura más frecuente para cada grado centígrado, es decir, la postura que más se registró a los 17°C, a los 18°C y así sucesivamente, con la finalidad de comprobar si los monos aulladores utilizan posturas

corporales específicas como estrategia termorreguladora de acuerdo con la temperatura ambiental.

#### Análisis de datos







Para determinar si existe diferencia en el uso de posturas de acuerdo al sexo, se utilizó una prueba de U de Mann-Whitney, comparando el tiempo invertido a cada postura. Después, para determinar la relación entre el uso de posturas corporales como estrategia termorreguladora, se utilizó una correlación de Spearman para determinar la relación entre la postura dominante y la temperatura ambiental. Posteriormente, para comprobar que las posturas no se presentan de forma aleatoria, por medio de la prueba de Kruskal-Wallis con comparaciones

múltiples de Dunn, se comparó la temperatura ambiental que se registró cada una de las posturas corporales. Todos los datos fueron analizados en el programa estadístico de Sigma Plot v. 10.0 °.

## Resultados

#### Descripción de las posturas

De acuerdo con los resultados, se determinaron seis diferentes posturas corporales (semi-fetal, sentado, acostado, recostado, estirado, y extendido) que utiliza *Alouatta palliata* al descansar (Fig. 1). Estas no mostraron diferencias en el uso de acuerdo al sexo (Tabla 1).

Postura	Descripción	Postura	Descripción
 1. Semi-fetal	Espalda curva, brazos y piernas próximos al cuerpo, forma de bola	 4. Recostado	Espalda semi-recta, brazos parcialmente separados y extendidos, piernas flexionadas y próximas al cuerpo
 2. Sentado	Posición de sentado, espalda vertical y semi-recta, brazos parcialmente separados del cuerpo, piernas flexionadas	 5. Estirado	Espalda recta, brazos parcialmente separados y extendidos, piernas suspendidas, extendidas y separadas del cuerpo
 3. Acostado	Espalda horizontal semi-recta, brazos y piernas flexionadas y próximas al cuerpo	 6. Extendido	Espalda recta, brazos y piernas suspendidas, extendidas, y separadas del cuerpo

**Figura 1.** Posturas corporales utilizadas por *Alouatta palliata* durante el descanso: 1) Semi-fetal; 2) Sentado; 3) Acostado; 4) Recostado; 5) Estirado; 6) Extendido.

**Tabla 1.** Comparación del uso de posturas corporales durante el descanso de acuerdo al sexo.

Comparación	Postura	U	P
H vs M	Semi-fetal	330.000	> 0.932
H vs M	Sentado	11334.500	> 0.592
H vs M	Acostado	1417.500	> 0.252
H vs M	Recostado	847.500	> 0.104
H vs M	Estirado	255.000	> 0.255
H vs M	Extendido	44.500	> 0.134

H=hembra; M=macho

#### Uso de las posturas corporales

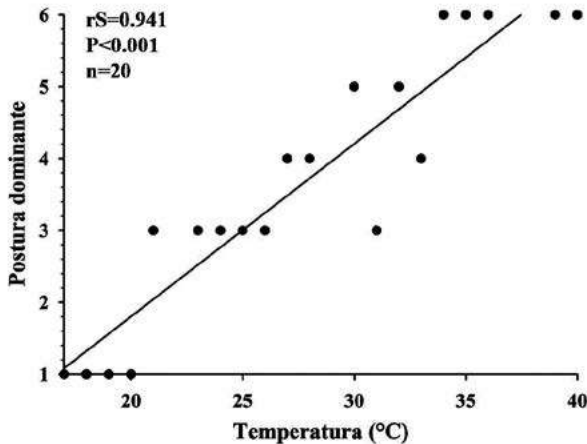
Se observó que cada postura utilizada durante el descanso estuvo asociada a un rango particular de temperatura ambiental (Tabla 2). Las posturas conservadoras de calor donde el individuo se encuentra más compactado y con las extremidades próximas al cuerpo (semi-fetal, acostado, y recostado) se presentan en una temperatura promedio menor a 29.5°C. Mientras que, las posturas disipadoras de calor, donde el individuo está extendido y con las extremidades más separadas del cuerpo (tendido y extendido) se presentan en una temperatura promedio mayor a 31°C. Por otro lado, la postura de sentado se presentó en casi todos los rangos de temperatura

ambiental de 17.6°C hasta los 37.4°C, la cual también se utiliza en otros comportamientos y no es exclusiva como estrategia térmica, por lo que no se consideró dentro de los siguientes análisis.

**Tabla 2.** Rango de temperatura en la que se presenta cada postura corporal registrada durante el descanso.

Rango de temperatura ambiente (°C)					
Postura	Frecuencia	Mínima	Máxima	Promedio	Clasificación
Semi-fetal	50	17.4	28.5	21.2	Conservadora
Sentado	299	17.6	37.4	26.4	Neutra
Acostado	115	18.4	33.2	27.5	Conservadora
Recostado	91	22.1	36.7	29.5	Disipadora
Estirado	51	27.1	38.5	31.1	Disipadora
Extendido	24	29.1	40.2	35.9	Disipadora

Al analizar la correlación entre la postura con mayor frecuencia en cada uno de los rango de temperatura, se observó que ésta fue positiva ( $r_s = 0.941$ ;  $n = 20$ ;  $P < 0.001$ ). Conforme aumentaba la temperatura ambiental los individuos utilizaron en mayor medida posturas con las extremidades más separadas del cuerpo (Fig. 2).

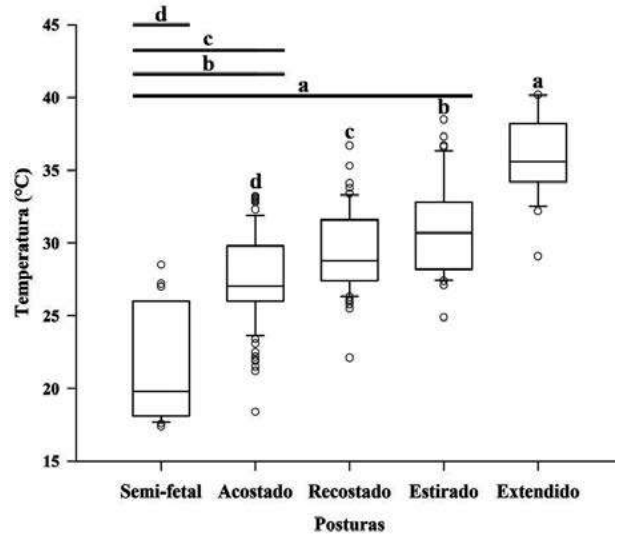


**Figura 2.** Correlación entre la postura corporal dominante y temperatura ambiental ( $r_s = 0.941$ ;  $n = 20$ ;  $P < 0.001$ ). Postura corporal: 1 = semi-fetal; 2 = sentado (no incluida en el análisis); 3 = acostado; 4 = recostado; 5 = estirado; 6 = extendido.

Al comparar la temperatura ambiental registrada en cada postura cuando los monos aulladores se encontraban descansando, se encontraron diferencias significativas ( $H = 177,422$ ;  $DF = 4$ ;  $P < 0.001$ ); todas las posturas mostraron diferencias entre sí ( $P < 0.05$ ) en cuanto a la temperatura a la que se registraron (Fig. 3).

**Discusión**

Este estudio identificó que los individuos de *Alouatta palliata* independientemente del sexo, despliegan seis diferentes posturas durante sus periodos de descanso asociadas con la temperatura ambiental. Este hallazgo coincide con lo reportado para individuos de *Alouatta caraya*



**Figura 3.** Comparación de la temperatura registrada para cada postura corporal. Barras horizontales indican la mediana, las cajas muestran el rango intercuartil y los bigotes representan el rango de temperatura en grados centígrados invertido a cada postura. (Kruskal-Wallis test  $H = 177,422$ ;  $DF = 4$ ;  $P < 0.001$ ). a  $P < 0.05$ ; b  $P < 0.05$ ; c  $P < 0.05$ ; d  $P < 0.05$ , comparaciones múltiples, prueba de Dunn.

(Bicca-Marques y Calegario-Marques, 1998), *Ateles chamek* (Azevedo y Bicca-Marques, 2003), *Callicebus nigrifrons* (Gestich *et al.*, 2014) y *Callicebus bernhardi* (Lopes y Bicca-Marques, 2017). Los resultados sugieren que el uso de esas posturas pudiera ser una estrategia conductual de los primates con hábitos arborícolas, como una forma de mantener un equilibrio térmico relacionado con la temperatura ambiental.

Los monos aulladores, a pesar de que viven en hábitats tropicales, presentan sensibilidad ante los cambios de la temperatura ambiental (Thompson *et al.*, 2014), lo que explica el uso de diversas posturas corporales durante el descanso. Se encontró que la postura semi-fetal, fue registrada exclusivamente en un rango de temperatura de 17.4 a 28.5°C; el uso de esta postura puede deberse a que una mayor proximidad de las extremidades y compactación del cuerpo genera una menor pérdida de calor en los individuos ante condiciones ambientales específicas (Bicca-Marques y Calegario-Marques, 1998), lo cual también se relaciona con la postura de acostado, donde también los individuos mantienen sus extremidades próximas al cuerpo, evitando la pérdida de calor. Por otro lado, la postura de extendido se considera como un mecanismo para disipar el calor (Lopes y Bicca-Marques, 2017), lo cual es consistente con los resultados del presente estudio considerando que esta postura se presentó exclusivamente en un rango de temperatura de 29.1 a 40.2°C; por otra parte, posturas como la de recostado y estirado, también se observaron con mayor frecuencia conforme aumentó la temperatura ambiental, estas posturas presentan un grado de separación y extensión de las extremidades al cuerpo, lo cual se relaciona como una estrategia disipadora de calor.

Adicionalmente, se observó que la postura de sentado se presentó en la mayoría de las temperaturas registradas; esto se debe a que dicha postura se ha relacionado más con aspectos de búsqueda y selección de recursos importantes, o con el monitoreo del espacio, y no como una conducta propia dentro del descanso o como estrategia térmica (Gebo, 1992; Youlatos y Guillot, 2015). Sin embargo, en el presente estudio se consideró como parte del descanso, lo cual explica su alta aleatoriedad. A pesar de ello, no juega un papel importante como estrategia termorreguladora.

Los individuos suelen utilizar espacios específicos con la finalidad de lograr un equilibrio térmico entre el cuerpo y el ambiente (Porter y Gates, 1969; Lopes y Bicca-Marques, 2017), lo cual puede tener efectos benéficos mediante el ahorro energético para mantener en un estado óptimo las funciones del organismo (Terrien *et al.*, 2011; Gestich *et al.*, 2014). El uso de posturas específicas durante el descanso también favorece y se relaciona con el ahorro energético para mantener dicho estado óptimo o térmico.

*Alouatta palliata* es considerado un organismo altamente flexible, que puede adaptarse y sobrevivir en hábitats con diferentes calidades de recursos (McKinney, 2019; Bicca-Marques *et al.*, 2019). Posiblemente, esta flexibilidad también surge como un mecanismo para adaptarse a los cambios de la temperatura ambiental, desplegando posturas corporales que les permite responder y mantener su equilibrio térmico. Así, podemos concluir que esta especie al igual que otras con hábitos arborícolas, responde a las variaciones climáticas por medio de estrategias conductuales, ayudándoles a adaptarse a los hábitats donde las condiciones ambientales varían a lo largo del tiempo. Los resultados muestran la importancia de incluir los parámetros ambientales dentro de los estudios conductuales, ya que pueden llegar a impactar en el tiempo y la frecuencia de conductas específicas de los organismos.

## Agradecimientos

Agradecemos al Instituto de Neuroetología y Universidad Veracruzana, por brindar las instalaciones para realizar la presente investigación, a CONACYT, por la beca otorgada para estudios de posgrado (RM9PS-713493), al proyecto UV (MJRH-17433201900), y a la estación climática La Flor de Catemaco, S. de R. L. de C. V.

## Referencias

- Ameca, E. I., Mace, G. M., Cowlshaw, G. y Pettoelli, N. 2018. Relative vulnerability to hurricane disturbance for endangered mammals in Mexico: a call for adaptation strategies under uncertainty. *Anim. Conserv.* 22: 262-273.
- Balcells, D. C. y Veà, B. J. J. 2009. Developmental stages in the Howler monkey, subspecies *Alouatta palliata mexicana*: a new classification using age-sex categories. *Neotrop. Primates*. 16(1): 1-8.
- Bicca-Marques, J. C. y Calegario-Marques, C. 1998. Behavioral thermoregulation in a sexually and developmentally dichromatic Neotropical primate, the Black-and-Gold Howling monkey (*Alouatta caraya*). *Am. J. Phys. Anthropol.* 106: 533-546.
- Bicca-Marques, J. C., Chaves, O. M., y Pacheco Hass, G. 2019. Howler monkey tolerance to habitat shrinking: lifetime warranty or death sentence? *Am. J. Primatol.* 82: 1-9.
- Azevedo, B. R. y Bicca-Marques, J. C. 2003. Termorregulação comportamental em macacos-aranha, *Ateles chamek* (Primates, Atelidae), em cativeiro. *Biociências* 11(2): 159-166.
- Dausmann, K. H. 2013. Flexible patterns in energy savings: heterothermy in Primates. *J. Zool.* 292: 101-111.
- Dias, P. A. D., Rangel-Negrín, A., Coyohua-Fuentes, A. y Canales-Espinosa, D. 2013. Factors affecting the drinking behavior of Black Howler monkeys (*Alouatta pigra*). *Primates*, 5(1): 1-5.
- Eppley, T., Watzek, J., Dausmann, K. y Ganzhorn, J. 2017. Huddling is more important than rest site selection for thermoregulation in southern Bamboo Lemurs. *Anim. Behav.* 127: 153-161.
- Gebo, D. L. 1992. Locomotor and postural behavior in *Alouatta palliata* and *Cebus capucinus*. *Am. J. Primatol.* 26(4): 277-290.
- Gestich, C. C., Caselli, C. B. y Setz, E. F. 2014. Behavioral thermoregulation in a small Neotropical primate. *Ethology*. 120: 331-339.
- IPCC. 2014. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2014: synthesis report. In: *Contribution of working groups i, ii and iii to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Pachauri K. R. and Meyer L. A. (eds.), pp.35-73. IPCC, Geneva, Switzerland.
- Kearney, M., Shine, R. y Porter, P. W. 2009. The potential for behavioral thermoregulation to buffer "cold-blooded" animal against climate warming. *PNAS*. 106(10): 3835-3840.
- Lopes, K. G. D. y Bicca-Marques, C. J. 2017. Ambient temperature and humidity modulate the behavioral thermoregulation of a small arboreal mammal (*Callicebus bernhardi*). *J. Therm. Biol.* 69: 104-109.
- Martin, P. y Bateson, P. 1991. *La medición del comportamiento*. Alianza Editorial S. A., Madrid, España.
- McKinney, T. 2019. Ecological and behavioural flexibility of Mantled howlers (*Alouatta palliata*) in response to anthropogenic habitat disturbance. *Folia Primatol.* 90:456-469.
- Medina-García, G., Grageda-Grageda, J., Ruiz-Corral, J. A., Casas-Flores, J. I., Rodríguez-Moreno, V. M. y Mora-Orozco, C. 2019. Disminución de las horas frío como efecto del cambio climático en México. *Rev. Mexicana Cienc. Agric.* 10(6): 1325-1337.
- Porter, W.P. y Gates, D. M. 1969: Thermodynamic equilibria of animals with environment. *Ecol. Monogr.* 39: 227-244.

- Shelton, D. S. y Alberts, J. R. (2018). Development of behavioral responses to thermal challenges. *Dev. Psychobiol.* 60: 5-14.
- Terrien, J., Perret, M., y Aujard, F. 2011. Behavioral thermoregulation in mammals: a review. *Front. Biosci.* 16(4): 1428-1444.
- Thompson, C. L., Williams, S.H., Glander, K. E., Teaford, M. F. y Vinyard, C. J. 2014. Body temperature and thermal environment in a generalized arboreal anthropoid, wild Mantled Howling monkeys (*Alouatta palliata*). *Am. J. Phys. Anthropol.* 154(1): 1-10.
- Youlatos, D. y Guillot, D. 2015. Chapter 8: Howler monkey positional behavior. In: *Howler monkeys: Examining the Evolution Physiology, Behavior, Ecology and Conservation*, Kowalewski, M. M., Garber, P. A., Cortés-Ortiz, L., Urbani, B. y Youlatos, D. (eds.), pp.191-218. Springer, New York.



O desenho é de Stephen Nash, retratando todos os gêneros de primatas encontrados no Brasil.

Os gêneros de primatas são, da esquerda para a direita, começando com a linha superior: *Cheracebus*, *Saguinus*, *Lagothrix*, *Aotus*, *Ateles*, *Saimiri*, *Leontocebus*, *Cebuella*, *Callimico*, *Mico*, *Pithecia*, *Chiropotes*, *Callicebus*, *Cacajao*, *Cebus*, *Brachyteles*, *Leontopithecus*, *Plecturocebus*, *Alouatta*, *Callithrix* e *Sapajus*.

# Notes to Contributors

## Scope

The journal aims to provide a basis for conservation information relating to the primates of the Neotropics. We welcome texts on any aspect of primate conservation, including articles, thesis abstracts, news items, recent events, recent publications, primatological society information and suchlike.

## Contributions

Manuscripts may be in English, Spanish or Portuguese, should be prepared with MS Word, and must use page and line numbering. The full name and address for each author should be included. Please avoid abbreviations and acronyms without the name in full. Authors whose first language is not English should have their manuscripts written in English carefully reviewed by a native speaker. Send all contributions to BOTH: Erwin Palacios, Conservación Internacional – Colombia, e-mail: epalacios@conservation.org and to Jessica Ward Lynch, University of California, Los Angeles, email: jwlynx@g.ucla.edu Manuscripts that do not conform to the formal requirements (formatting, style of references, etc.) will be returned to authors without review. They can be resubmitted, provided all formal requirements are met.

**Articles.** Each issue of Neotropical Primates will include up to three full articles, limited to the following topics: Taxonomy, Systematics, Genetics (when relevant for systematics and conservation), Biogeography, Ecology and Conservation. Text for full articles should be typewritten, double-spaced with no less than 12 cpi font (preferably Times New Roman) and 3-cm margins throughout, and should not exceed 25 pages in length (including references). Please include an abstract in the same language as the rest of the text (English, Spanish or Portuguese) and (optional) one in Portuguese or Spanish (if the text is written in English) or English (if the text is written in Spanish or Portuguese). Tables and illustrations should be limited to six, except in cases where they are fundamental for the text (as in species descriptions, for example). Full articles will be sent out for peer-review. For articles that include protein or nucleic acid sequences, authors must deposit data in a publicly available database such as GenBank/EMBL/DNA Data Bank of Japan, Brookhaven, or Swiss-Prot, and provide an accession number for inclusion in the published paper.

**Short articles.** These manuscripts are usually reviewed only by the editors. A broader range of topics is encouraged, including such as behavioral research, in the interests of informing on general research activities that contribute to our understanding of platyrrhines. We encourage reports on projects and conservation and research programs (who, what, where, when, why, etc.) and most particularly information on geographical distributions, locality records, and protected areas and the primates that occur in them. Text should be typewritten, double-spaced with no less than 12 cpi (preferably Times New Roman) font and 3-cm margins throughout, and should not exceed 12 pages in length (including references).

**Figures and maps.** Articles may include small black-and-white photographs, high-quality figures, and high-quality maps. (Resolution: 300 dpi. Column widths: one-column = 8-cm wide; two-columns = 17-cm wide). Please keep these to a minimum. We stress the importance of providing maps that are publishable. When reporting geographic coordinates please utilize one of the following formats consistently throughout the manuscript: DMS (degrees, minutes, seconds) 4°36'9.1"N, 74°3'20.7"W or DD (Decimal Degrees) 4.605306, -74.055750. La diferencia son los signos utilizados para los minutos y segundos.

**Tables.** Tables should be double-spaced, using font size 10, and prepared with MS Word. Each table should have a brief title.

**News items.** Please send us information on projects, field sites, courses, Thesis or Dissertations recently defended, recent publications, awards, events, activities of Primate Societies, etc.

**References.** Examples of house style may be found throughout this journal. In-text citations should be first ordered chronologically and then in alphabetical order. For example, "... (Fritz, 1970; Albert, 1980, 2004; Oates, 1981; Roberts, 2000; Smith, 2000; Albert et al., 2001)..."

In the list of references, the title of the article, name of the journal, and editorial should be written in the same language as they were published. All conjunctions and prepositions (i.e., "and", "In") should be written in the same language as rest of the manuscript (i.e., "y" or "e", "En" or "Em"). This also applies for other text in references (such as "PhD thesis", "accessed" – see below). Please refer to these examples when listing references:

### Journal article

Stallings, J. D. and Mittermeier, R. A. 1983. The black-tailed marmoset (*Callithrix argentata melanura*) recorded from Paraguay. *Am. J. Primatol.* 4: 159–163.

### Chapter in book

Brockelman, W. Y. and Ali, R. 1987. Methods of surveying and sampling forest primate populations. In: *Primate Conservation in the Tropical Rain Forest*, C. W. Marsh and R. A. Mittermeier (eds.), pp.23–62. Alan R. Liss, New York.

### Book

Napier, P. H. 1976. *Catalogue of Primates in the British Museum (Natural History)*. Part 1: Families Callitrichidae and Cebidae. British Museum (Natural History), London.

### Thesis/Dissertation

Wallace, R. B. 1998. The behavioural ecology of black spider monkeys in north-eastern Bolivia. Doctoral thesis, University of Liverpool, Liverpool, UK.

### Report

Muckenhiirn, N. A., Mortensen, B. K., Vessey, S., Fraser, C. E. O. and Singh, B. 1975. Report on a primate survey in Guyana. Unpublished report, Pan American Health Organization, Washington, DC.

### Website

UNESCO. 2005. UNESCO Man and the Biosphere Programme. United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organisation (UNESCO), Paris. Website: <http://www.unesco.org/mab/index.htm>. Accessed 25 April 2005. ("Acessada em 25 de abril de 2005" and "Consultado el 25 de abril de 2005" for articles in Portuguese and Spanish respectively).

For references in Portuguese and Spanish:

"and" changes to "e" and "y" for articles in Portuguese and Spanish respectively. "In" changes to "Em" and "En" for articles in Portuguese and Spanish respectively.

"Doctoral thesis" changes to "Tese de Doutorado" and "Tesis de Doctorado" for articles in Portuguese and Spanish respectively.

"MSc Thesis" changes to "Dissertação de Mestrado" and "Tesis de Maestría" for articles in Portuguese and Spanish respectively.

"Unpublished report" changes to "Relatório Técnico" and "Reporte no publicado" for articles in Portuguese and Spanish respectively.



Contents

Editorial

Introdução Pela Editoria Convidada Dessa Edição Especial de *Neotropical Primates*  
*Leonardo Oliveira e Patrícia Izar* ..... 1

Guest Editorial: Commemorating a Milestone in Primate Numismatics  
*Nathaniel J. Dominy* ..... 3

Articles

Howlers in an Anthropogenic Matrix: How does an *Alouatta belzebul* Group Deal with the Severely Fragmented Landscape of the Atlantic Forest in Northeastern Brazil?  
*Gabriela Ludwig, Gabriel Yan Figueiredo Lima, Renata B. de Azevedo, Leandro Jerusalinsky, Monica M. Valença-Montenegro and Gerson Buss* ..... 7

Dieta e Área de Vida de Saguis Urbanos no Parque Linear do Ribeirão das Pedras (Campinas-SP, Brasil)  
*João Victor de Amorim Verçosa e Eleonore Zulnar Freire Setz* ..... 17

Comportamento Alimentar e Interações Intergrupais de *Saguinus bicolor* (Primates: Callitrichidae) em um Fragmento Florestal Urbano na Cidade de Manaus, Amazonas  
*Eulerson Xavier de Oliveira, Luciane Lopes de Souza, Daniella Freitas de Lima e Marcilene da Silva e Silva* ..... 25

Distribuição Espacial e Composição Social de Grupos de Bugios-Ruivos (*Alouatta guariba clamitans*) em Fragmentos Florestais no sul do Brasil  
*Laura Barbieri Alfaya, Júlia Gomes Ilha, Mariano Cordeiro Paired Jr., Tatiane Campos Trigo e Márcia Maria de Assis Jardim* ..... 33

Conhecimento Popular, Ações Educativas e Suas Implicações para a Conservação Dos Bugios-Ruivos, *Alouatta guariba clamitans* em Santa Maria, sul do Brasil  
*Ana Paula V. Coelho, Caroline C. Scheuer, Bruna M. Candaten, Liliana B. Fontana e Vanessa B. Fortes* ..... 40

Pre-Capture Monitoring for a Planned Translocation of a Northern Muriqui (*Brachyteles hypoxanthus*) Female From a Forest Fragment Surrounding Caparaó National Park, Brazil  
*Aryanne Chyvia, Daniel da Silva Ferraz, Claudio L. Novas, Viviane Sodre Moura, Izamara Aparecida Lacerda, Madson Teixeira Alves, Fabiano Rodrigues de Melo and Mariane da Cruz Kaizer* ..... 50

Relato de Caso Envolvendo a Translocação de uma Fêmea de *Brachyteles hypoxanthus* (Primates, Atelidae) para um Recinto Semi-Natural, Como Estratégia de Conservação da Espécie em Minas Gerais, Brasil  
*Priscila do Carmo de Oliveira, Fernanda Pedreira Tabacow, Vinicius Peron de Oliveira Gasparotto, Erika Procópio Tostes Teixeira, Mikaelly Frasson Testa, Danilo Simonini Teixeira, Anderson Israel Gomes Ferreira, Thiago Pereira Barros, Leandro Santana Moreira, Priscila Maria Pereira, Fabiano Rodrigues de Melo e Fabiana Cristina Silveira Alves de Melo* ..... 56

Incidente Durante Captura Conjunta de Macacos-Prego, *Sapajus nigritus* (Platyrrhini: Cebidae), em Armadilha: um Relato de Caso  
*Fernanda de Freitas Alves Vieira, Beatriz Vilete dos Santos, Diego Mattos Penedo, Jessica Borges Figueira, Rian Carvalho Campos, Taís Medeiros Siqueira Carvalho, Natália Braz de Almeida Pereira, Daniel Guimarães Ubiali e Denise Monnerat Nogueira* ..... 64

Conflitos Antrópicos Envolvendo Primatas Neotropicals e a Situação de Empreendimentos de Fauna Silvestre no Rio Grande do Sul, Brasil  
*Daniel Vilasboas Slomp, Caroline Weissheimer Costa Gomes, Mateus Evangelista Leal e Elisandro Oliveira dos Santos* ..... 70

Primates in SISS-Geo: Potential Contributions of Mobile Technology, Health Surveillance and Citizen Science to Support Species Conservation in Brazil  
*Marcia Chame, Livia Abdalla, Adriano Pinter, Alessandro Pecego Martins Romano, Eduardo Krempser, Daniel Garkauskas Ramos, Pedro Henrique de Oliveira Passos, Paula Cristina Linder Silva, Gabriela Mayoral Pedroso da Silva, Renata Rispoli Gatti, Douglas Adriano Augusto and Luciana Sianto* ..... 80

Tamanho de Grupo e Abundância Relativa de *Mico emiliae* na Porção Sul de Sua Extensão de Ocorrência  
*Angele Tatiane Martins-Oliveira, Patrick Ricardo de Lazari, Samuel Murilo Pagani de Oliveira, Júlia Moraes Vieira, Mariana Giello Alves, Tiago da Silva Henicka, Luciano Ferreira da Silva, Christine Steiner São Bernardo e Gustavo Rodrigues Canale* ..... 90

Parâmetros Demográficos de Populações de Duas Espécies Ameaçadas de Macacos-Aranha, *Ateles chamek* e *Ateles marginatus*, no Ecótono Cerrado-Amazônia  
*Patrick Ricardo De Lazari, Angele Tatiane Martins Oliveira, Pedro Henrique Duarte Sandmann, Bruna Vivian Miguel, Marina Carvalho Fontes, Nelson Rocha Almeida Filho, Guilherme Vitor Freire Guirau, Tiago da Silva Henicka, Luciano Ferreira da Silva, Gustavo Rodrigues Canale e Christine Steiner São Bernardo* ..... 97

New Records for *Callithrix aurita* and *Callithrix* Hybrids in the Region of Viçosa, Minas Gerais, Brazil  
*Orlando Vitor Vital, Natan Tomaz Massardi, Samuel Lucas Silvério Brasileiro, Thales Claussen Vicente Corrêa, Dante Feital Gjørup, Leandro Jerusalinsky and Fabiano Rodrigues de Melo* ..... 104

Emissão de Vocalizações Sirena por Infantes de Macacos-Prego (*Sapajus libidinosus*)  
*Luíza Gonzalez Ferreira e Patrícia Izar* ..... 110

Por que os Bugios Ruivos se Coçam?  
*Sheila Regina Schmidt Francisco, Aline Naissa Dada, Camila de Jesus Pereira e Zelinda Maria Braga Hirano* ..... 116

Efecto de la Temperatura Ambiental Sobre las Posturas de Descanso del Mono Aullador (*Alouatta palliata*)  
*Rael Martín Palestino-Sánchez, Francisco García-Orduña, Domingo Canales-Espinosa, María Fernanda López-Flores, Juan Francisco Rodríguez-Landa, A. Román Sandoval-Jiménez y María de Jesús Rovirosa-Hernández* ..... 125