

NEOTROPICAL PRIMATES



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

Volume 30
Number 1
July 2024

Editor-in-Chief
Jessica Ward Lynch

Guest Editors
Gustavo Canale
João Pedro Souza Alves
Laurence Culot

PSG Chairperson
Russell A. Mittermeier

PSG Deputy Chairpersons
Andie Ang
Anthony B. Rylands
Christoph Schwitzer
Leandro Jerusalinsky
Kim E. Reuter



Neotropical Primates

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



Re:wild, Austin, Texas, USA

ISSN 2995-2174 Abbreviation: *Neotrop. Primates*

Editor-In-Chief:

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

Co-editors:

Gustavo Canale, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMG), Sinop, Mato Grosso, Brazil

Laurence Culot, Laboratório de Primatologia, Departamento de Biodiversidade, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, Brazil

João Pedro Souza-Alves, Centro de Estudos Superiores Zé Doca, Universidade Estadual do Maranhão, Zé Doca, Maranhão, Brazil

News and Reviews:

Brenda Solórzano, UNAM / ENES, Mérida, México

Founding Editors:

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

Ernesto Rodríguez-Luna, 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 B. Rylands, Re:wild, 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, Christoph Schwitzer, Kim E. Reuter, Leandro Jerusalinsky & Andie Ang

Executive Secretary: Ella M. Outlaw & Assistant Jill Lucena

Vice Chairs, Section on Great Apes: Dirck Byler, Serge Wich, Ekwoke Abwe, Jatna Supriatna, Annette Lanjouw & Rebecca Kormos

Vice Chairs Section on Small Apes: Susan Cheyne, Yan Lu & Rahayu Oktaviani

Vice Chair, Section on Human-Primate Interactions: Siân Waters

Regional Vice Chairs—Neotropics

Mesoamerica: Liliana Cortés-Ortiz & Melissa Rodriguez

Northern Andean Countries: Erwin Palacios, Eckhard W. Heymann, Fanny M. Cornejo, Stella de la Torre, Diana C. Guzmán Caro & Andrés Link

Brazil and the Guianas: M. Cecília M. Kierulff, Fabiano R. de Melo, Maurício Talebi, Leandro Jerusalinsky, Gabriela C. Rezende, Gustavo R. Canale & Leonardo C. Oliveira

Southern Cone – Argentina, Bolivia, Paraguay, Uruguay: Martin Kowalewski

Red List Coordinators: Kim E. Reuter, Liz Williamson (Great Apes) & Sanjay Molur

Editorial Assistant: Tiago Falótico, Neoprego (Neotropical Primates Research Group), São Paulo, Brazil

Layout: Paula Katharina Rylands, Florianópolis, Santa Catarina, Brazil

Printed By: Linemark, Upper Marlboro, MD, USA

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

Front Cover: Designed by Amisha Gadani. Photo of Mato Grosso titi monkey (*Plecturocebus grovesi*) in the Parque Nacional do Juruena, Mato Grosso, Brazil, in 2022, taken by Leandro Jerusalinsky on an expedition of Projeto Impactos de Incêndios Florestais em Áreas Protegidas da Amazônia (PIFPAM), coordinated by the Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Primatas Brasileiros (CPB/ICMBio), in partnership with various institutions including CNPT/ICMBio, UFAC, UFMT, UVE, MIP, and IEco, with financial assistance from Re:wild. This photo was chosen as the best photo in the Photo Competition in the Brazilian Primatology Congress in Sinop. Amazonian primate drawings by Stephen Nash (left to right, *Chiropotes*, *Sapajus*, *Mico*, *Plecturocebus*, *Alouatta*, *Aotus*, and *Ateles*).

This issue of *Neotropical Primates* was kindly sponsored by the Margot Marsh Biodiversity Foundation, VA, and Los Angeles Zoo, CA.



INTRODUÇÃO PELA EDITORIA CONVIDADA DESSA EDIÇÃO ESPECIAL XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE PRIMATOLOGIA (CBPR) SINOP DA NEOTROPICAL PRIMATES

Gustavo R. Canale¹, Laurence Culot² e João Pedro Souza-Alves³

¹*Universidade Federal de Mato Grosso (UFMG), Sinop, Mato Grosso, Brasil*

²*Laboratório de Primatologia, Departamento de Biodiversidade, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, Brasil*

³*Centro de Estudos Superiores Zé Doca, Universidade Estadual do Maranhão, Zé Doca, Maranhão, Brasil*

Ao longo deste volume especial da *Neotropical Primates*, publicamos um compilado de artigos científicos provenientes dos trabalhos apresentados no XIX Congresso Brasileiro de Primatologia, realizado em Sinop – MS, entre os dias 27 e 31 de agosto de 2022. Este congresso teve como tema central “Encontro de Diversidades”. Esse tema foi proposto visando promover um encontro, ou um reencontro, de amigos e amigas após um longo tempo de isolamento social devido a uma pandemia da Covid-19. Nosso congresso aconteceu em uma região de rica sociobiodiversidade, onde se encontram o Cerrado e a Amazônia, e onde povos originários mantêm estreita coexistência com os primatas não-humanos, no maior ecótono tropical do mundo, em Sinop, Mato Grosso. Os participantes puderam se encontrar com representantes de dois povos originários desta região, os Ikpeng e os Kawaiweté, que fizeram palestras, posters e apresentaram sua cosmovisão sobre a etnoprimitologia e ancestralidade da floresta.

Pela primeira vez, um congresso da Sociedade Brasileira de Primatologia foi realizado no Arco do Desmatamento da Amazônia, e os participantes puderam observar macacos-aranha, zogues-zogues, micos, cuxiús, e macacos-pregos, com passeios e atividades promovidas durante todo o congresso. Entretanto, também sentiram o intenso incômodo da fumaça dos incêndios florestais daquele ano. Em um movimento espontâneo, os participantes se mobilizaram, e protestaram em frente ao Parque Natural Municipal de Sinop pela manutenção de Mato Grosso na proteção da Amazônia Legal, e pela melhor prevenção e combate aos incêndios florestais por parte das autoridades. E assim, o congresso deixou sua marca. Fotos das atividades do congresso e pós-congresso podem ser encontradas ao final desta introdução.

Ao longo de cinco dias foram realizadas cinco palestras magnas, seis mesas-redondas, 15 simpósios, sete minicursos, 55 apresentações orais e 40 painéis. Os anais do congresso estão disponíveis como material suplementar on-line. Além disso, tivemos a participação de personalidades ligadas a organizações governamentais e não governamentais, povos originários e terras indígenas, setor público e privado, e toda a comunidade acadêmica. Esse foi o primeiro evento presencial após a pandemia do Covid-19 e contou com a presença de 180 pessoas de 24 estados do Brasil e outros países da América do Sul (Chile, Argentina, Peru, Colômbia), América Central (El Salvador), América do Norte (México, Estados Unidos) e Europa (Alemanha, Inglaterra).

Esse é o segundo volume da *Neotropical Primates* associado às apresentações dos Congressos Brasileiros de Primatologia. Conta com a ilustre colaboração de 34 pesquisadoras e pesquisadores distribuídos em 9 artigos inéditos. Os artigos que estão publicados neste volume abordam temas ligados à ecologia, comportamento, biologia, distribuição geográfica, saúde e divulgação científica.

Gostaríamos de agradecer a todas e todos que colaboraram e atuaram como autores e revisores dos manuscritos submetidos a essa edição especial. Sem a atuação de cada uma e um de vocês, não seria possível alcançar a excelência de qualidade dos artigos aqui publicados. Portanto, somos imensamente gratos aos revisores (em ordem alfabética): Anamélia de Souza Jesus, Anne-Sophie de Almeida e Silva, Antônio Robério Freire-Filho, Carla Soraia Soares de Castro, Danilo S. Teixeira, Felipe S. Ennes, Fernanda de la Fuente, Irene Delval, Jessica W. Lynch, Júlio Souza Jr., Leonardo C. Oliveira, Marcela Oliveira, Renata G. Ferreira, Rodrigo C. Araújo, Romari Martinez e Waldney P. Martins.

Adicionalmente, também somos gratos a Stephen Nash pelos lindos desenhos dos primatas amazônicos que embelezaram as salas do congresso, o site, as camisetas, e a capa da edição especial. 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. Por último, mas não menos importante, gostaríamos de agradecer a Jéssica Lynch, Editora-Chefe da *Neotropical Primates*, Paula Katharina Rylands, Editora de Layout e Fotografia, e Tiago Falótico, Assistente Editorial, pela dedicação e imensa paciência em editar, conferir e organizar essa edição tão especial. Sem vocês, nada teria sido possível!

INTRODUCTION BY THE GUEST EDITORS OF THIS XIX BRAZILIAN PRIMATOLOGY CONGRESS (CBPR) SINOP: SPECIAL ISSUE OF *NEOTROPICAL PRIMATES*

In this special volume of *Neotropical Primates*, we have published a compilation of scientific articles stemming from the work presented at the XIX Brazilian Congress of Primatology, held in Sinop, Mato Grosso, Brazil, between August 27 and 31, 2022. “Encounter of Diversities” was the central theme of this congress. This theme was proposed to promote a meeting, and a reunion, of friends and collaborators after a long period of social isolation due to the Covid-19 pandemic.

Our congress took place in a region of rich social and biological diversity, where the Cerrado and the Amazon meet, and where indigenous peoples maintain close coexistence with non-human primates, in the largest tropical ecotone in the world, in Sinop, Mato Grosso. Participants were able to meet with representatives of two indigenous peoples from this region, the Ikpeng and the Kawaiweté, who gave lectures, presented posters, and shared their worldview on ethnoprimateology and the ancestry of the forest.

For the first time, a congress of the Brazilian Primatological Society was held in the Arc of Deforestation in Amazonia, and participants were able to observe spider monkeys, howler monkeys, Amazonian marmosets, bearded sakis and robust capuchin monkeys, with tours and activities promoted throughout the congress. However, they also experienced the intense discomfort of the smoke from the surrounding forest fires. As a spontaneous political movement, the participants mobilized and protested in front of the Sinop Municipal Nature Park to demand Mato Grosso’s continued commitment to protecting the Legal Amazon and better prevention and control of forest fires by the authorities. And thus, the congress left its mark. Photos of the congress and post-congress activities can be found at the end of this introduction.

Five keynote lectures, six roundtables, 15 symposia, seven mini-courses, 55 oral presentations, and 40 poster presentations were held over the course of five days. The proceedings from the congress are available as supplementary material on-line. In addition, we were honored with the participation of individuals from governmental and non-governmental organizations, indigenous peoples and territories, the public and private sectors, and the entire academic community. This was the first in-person event to be held after the Covid-19 pandemic, and it was attended by 180 people from 24 states of Brazil and other countries in South America (Chile, Argentina, Peru, Colombia), Central America (El Salvador), North America (Mexico, United States), and Europe (Germany, England).

This is the second volume of *Neotropical Primates* associated with the presentations of Brazilian Primatology Congresses. It features the distinguished collaboration of 34 researchers and scholars distributed across 9 original articles. The articles published in this volume address topics related to ecology, behavior, biology, geographical distribution, health, captive care, and science communication.

We would like to thank everyone who collaborated and acted as authors and reviewers for the manuscripts submitted to this special edition. Without the contribution of each and every one of you, it would not have been possible to achieve the excellent quality of the articles published here. Therefore, we are immensely grateful to the reviewers (in alphabetical order): Anamélia de Souza Jesus, Anne-Sophie de Almeida e Silva, Antônio Robério Freire-Filho, Carla Soraia Soares de Castro, Danilo S. Teixeira, Felipe S. Ennes, Fernanda de la Fuente, Irene Delval, Jessica W. Lynch, Júlio Souza Jr., Leonardo C. Oliveira, Marcela Oliveira, Renata G. Ferreira, Rodrigo C. Araújo, Romari Martinez, and Waldney P. Martins.

We are also grateful to Stephen Nash for the beautiful drawings of Amazonian primates that adorned the congress rooms, the website, the t-shirts, and the special issue’s cover. We also thank Anthony B. Rylands, Russell A. Mittermeier, and Ella Outlaw for funding this special issue through Re:wild’s Primate Action Fund and the Margot Marsh Biodiversity Foundation. Last but not least, we would like to thank Jessica Lynch, Editor-in-Chief of *Neotropical Primates*, Paula Katharina Rylands, Layout and Photography Editor, and Tiago Falótico, Editorial Assistant, for their dedication and tremendous patience in editing, reviewing, and organizing this very special issue. Without you, none of this would have been possible!



Participantes do XIX CBPr Sinop, Mato Grosso, 2022.



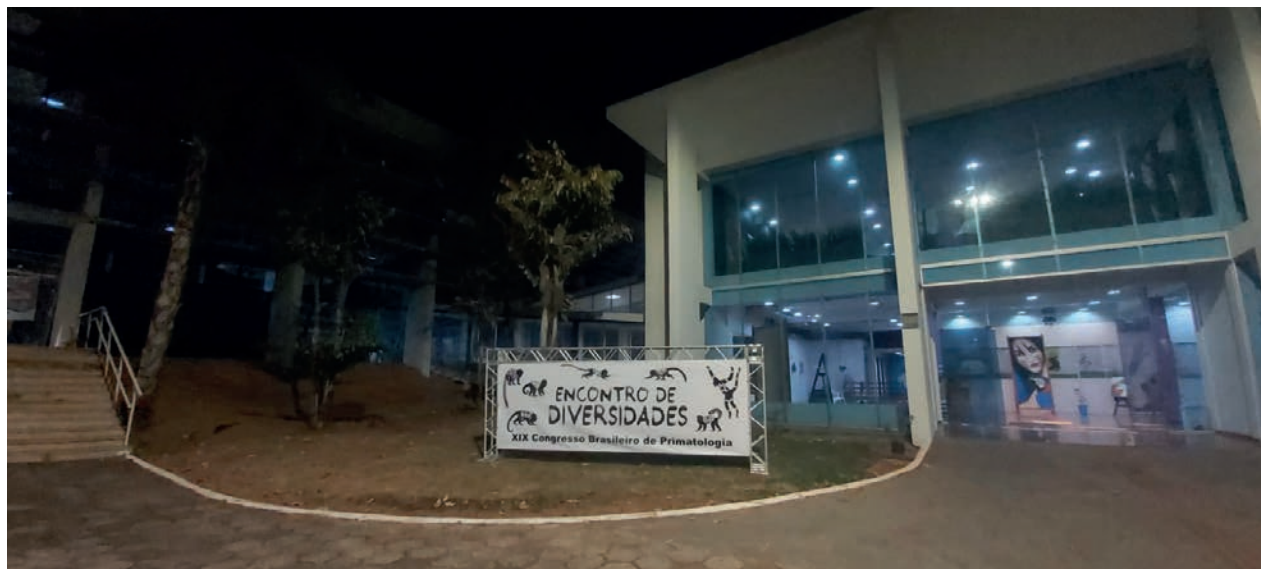
Diretoria organizadora do CBPr 2022 (esq. a dir.): Christine Steiner São Bernardo, Gustavo Canale, Gabriela Rezende, Laurence Culot, Zelinda Maria Braga Hirano, Victor Yunes Guimarães.



Catarina Ferraz de Camargo Cibim, ganhadora do Prêmio Liza Veiga de Conservação de Primatas Neotropicais—Melhor apresentação oral na categoria Graduação, junto com Russell Mittermeier e Anthony Rylands.



Representantes das comunidades Ikpeng e Kawaiweté na abertura do congresso. Quatro primeiros assentos (esq a dir.): primeira fila, Maiua Txicão e Gustavo Canale; segunda fila, Yakuna Korotowí Taffarel Ikpeng e Kuyatapu Ikpeng.



Auditório Dante de Oliveira, sede do Congresso em UFMG, Sinop, MG.



Mesa de Abertura. Russ Mittermeier, Makupa Kaiabi, Maria do Socorro Cruz, Leandro Batirolla, Fabio Lourenço, e Zelinda Hirano.



Palestras ao ar livre no PNMF Sinop.



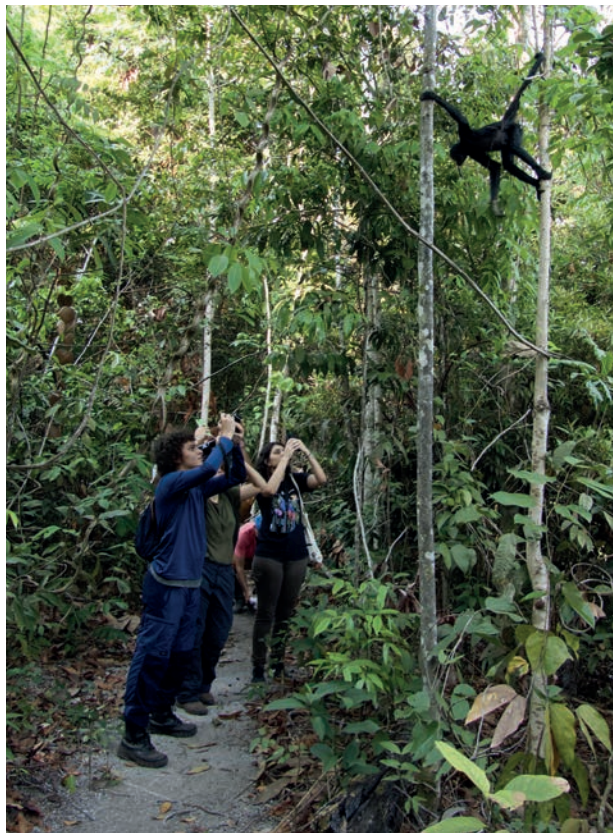
Palestra por Cacique Yakuna Korotowi Taffarel Ikpeng.



Ateles marginatus, macaco-aranha-da-cara-branca, coatá ou toprugó (Carib-Ikpeng), fotografado durante passeios organizados pela SBPr no Parque Natural Municipal Florestal de Sinop. Foto de Jessica Lynch.



Plecturocebus grovesi, na base comunitária na Gleba Mercedes perto de Sinop. Foto de Jessica Lynch.



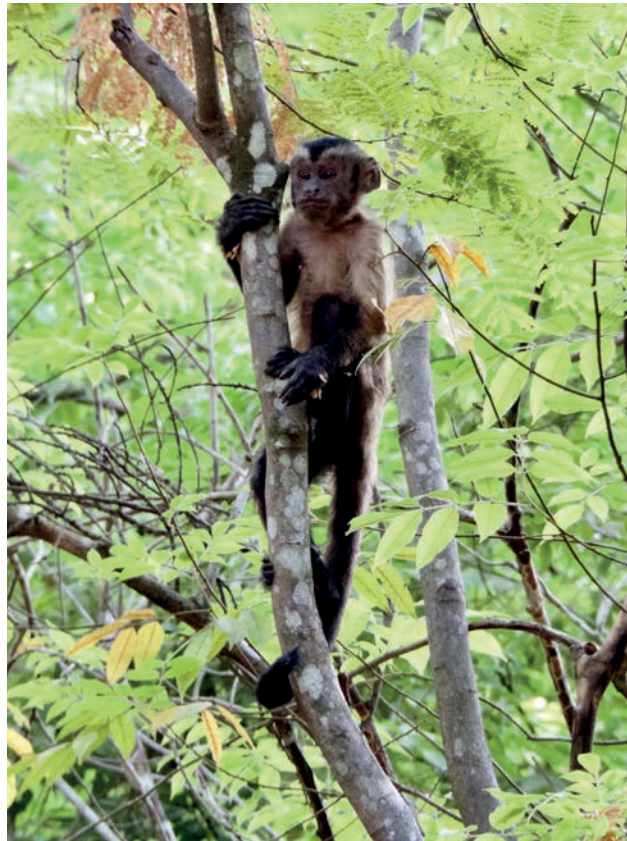
Participantes do congresso de primatologia durante um passeio de *primate watching* organizado durante o congresso no Parque Natural Municipal Florestal de Sinop.



Mico schneideri. Foto de Russell A. Mittermeier.



Chiropotes albinasus, PNMF do Sinop. Foto de Jessica Lynch.



Sapajus apella, PNMF do Sinop. Foto de Jessica Lynch.



Participantes do congresso em passeio organizado pela SBPr no Parque Natural Municipal Florestal de Sinop.



João Pedro Souza-Alves com alunos do seu mini-curso com as alunas Catarina Cibim, Beatriz Robbi, Júlia Diniz, e o aluno Felipe Pacheco durante o minicurso "Botânica para Primatólogos".



Malu Messias, palestrante do simposio de Cebidae Amazônicos.



Gustavo Canale, Alcides Pissinatti, Talita Pissinatti, e Zelinda Hirano.



Homenagem a Alcides Pissinatti. Desenhos de *Pithecia pissinatti*, feito por Stephen Nash.



Palestrantes Amely Martins e Patrícia Izar no bar do Congresso.



Jornalista Duda Menegassi durante passeio pós-congresso conversando com Armando Schlindwein. Este projeto de turismo de base comunitária para avistamento de Zogue-zogue-de-Mato Grosso foi mencionado em reportagem premiada pela AAAS Kavli Science Journalism Awards - Science Reporting - Small Outlet.



Os impactos sobre a biodiversidade da região de Sinop, como de grandes usinas hidrelétricas, puderam ser observados pelos congressistas.



Os passeios pós-congresso foram um estímulo ao turismo de base comunitária na Gleba Mercedes em Sinop, na foto (esq. a dir.): Jessica Lynch, Tays Izidoro, Elaine Conceição, Zelinda Hirano, Aline Naïssa, Dilmar Santos, Gustavo Canale, Anthony Rylands e Russ Mittermeier.



O congresso foi realizado na Universidade Federal de Mato Grosso no campus de Sinop e foi enfeitado com belas faixas e banners com desenhos de Stephen Nash. Uma briga de macaco-prególogos para ganhar o banner de *Sapajus* (Waldney Martins, Tiago Falótico, Beatriz Felício, Renata Ferreira e outros primatólogos).



Muitos membros do Primate Specialist Group SSC/IUCN estiveram presentes no congresso (esq. a dir.): Jessica Lynch, Sam Shantee, Leonardo Oliveira, Anthony B. Rylands, Martin Kowalewski, Melissa Rodriguez, Fabiano de Melo, Fanny Cornejo, Russ Mittermeier, Leandro Jerusalinsky, Cecilia Kielrullf, Gabriela Rezende e Andres Link.



Participantes do congresso vivenciaram na teoria e na prática em Sinop pesquisa, conservação e ativismo. Em frente ao Parque Natural Municipal de Sinop, onde parte das atividades do congresso aconteceram, participantes protestaram contra incêndios florestais criminosos e contra a retirada de Mato Grosso da Amazônia Legal.

ARTICLES

DOI: <https://doi.org/10.62015/np.2024.v30.589>

LONG-TERM DATA ON REPRODUCTION, SEASONALITY AND LONGEVITY OF A CAPTIVE POPULATION OF BLACK LION TAMARINS (*LEONTOPITHECUS CHRYSOPYGUS*) FOR EX SITU CONSERVATION

Cauê Monticelli^{1,2}, Amanda Alves de Moraes³, Mara Cristina Marques³

¹Wildlife Coordination, Secretariat for the Environment, Infrastructure and Logistics (CFS/Semil). Av. Prof. Frederico Hermann Jr. 345, São Paulo, São Paulo state, Brazil

²Post-Graduate Program in Wildlife Conservation, Federal University of São Carlos, Rodovia Lauri Simões de Barros, km 12, Buri, São Paulo, São Paulo state, Brazil

³São Paulo Zoo, Avenida Miguel Estéfano, 4241, Água Funda, CEP 04301-002, São Paulo, São Paulo state, Brazil

Abstract

This study compiles historical population data on the black lion tamarin population kept in captivity at the São Paulo Zoological Park Foundation (FPZSP), Brazil, from the first entry record in 1986 until December 2020. It presents data on sexual maturity, gestation, fecundity, births, sex ratio and life span for 141 animals kept during this time period. The first registered birth occurred in 1987 and since then another 98 live births have occurred, making this institution an international reference for black lion tamarin species management. Management techniques have continued to improve, focusing on life expectancy of the captive population, demographic growth, maintenance of genetic variability, and the *ex situ* conservation of this endangered species. Historical analyses show a unimodal pattern of birth seasonality in this captive population, with an average of two offspring per pregnancy and a survival rate of 1.4 offspring per pregnancy. Although the overall average was one pregnancy per year, 31% of breeding females had more than one annually. Mean age at sexual maturity for females was 39 months with a minimum of 25 months, while males matured at a mean of 68 months with a minimum of 38 months. The oldest reproducing female was 13.5 years old, and the oldest male was 13.1. The longest-living individuals were a 21.8-year-old female and a 19.5-year-old male. Of the 133 animals born, 69.9% survived their first month of life. Among these, the sex ratio was 0.633 males to 0.367 females. This compilation of information on the reproductive biology of captive black lion tamarins contributes toward integrated conservation actions for this endangered primate.

Keywords: birth seasonality, Callitrichidae, gestation, maturity, Platyrrhini

Resumo

Este estudo compila dados populacionais históricos da população de mico-leão-preto mantida sob cuidados humanos na Fundação Parque Zoológico de São Paulo (FPZSP), Brasil, desde o primeiro registro de entrada em 1986 até dezembro de 2020. Apresenta dados sobre maturidade sexual, gestação, fecundidade, nascimento, razão sexual e longevidade para os 141 animais mantidos durante esse período. O primeiro nascimento registrado ocorreu em 1987 e, desde então, foram 98 animais nascidos vivos, tornando a instituição referência internacional no manejo da espécie. Ao longo do tempo, as técnicas de manejo foram aprimoradas visando o crescimento demográfico, manutenção da diversidade genética e conservação *ex situ* desta espécie ameaçada de extinção. A análise histórica demonstrou sazonalidade nos nascimentos com padrão unimodal e média de dois filhotes por gestação, com uma taxa de sobrevivência de 1,4 filhotes por gestação. Apesar da média global de uma gestação por ano, 31% das fêmeas reprodutoras registraram mais de uma gestação por ano. A maturidade sexual média foi de 39 meses para as fêmeas, com um mínimo de 25 meses, enquanto os machos atingiram a maturidade em média aos 68 meses, com um mínimo de 38 meses. A fêmea reprodutora mais velha tinha 13,5 anos de idade e o macho mais velho 13,1. Os indivíduos mais longevos foram uma fêmea de 21,8 anos e um macho de 19,5 anos. Dos 133 animais nascidos, 69,9% sobreviveram ao primeiro mês de vida e a proporção foi de 0,633 machos para 0,367 fêmeas. Este compilado de informações sobre a biologia reprodutiva de micos-leões-pretos sob cuidados humanos visa contribuir com as ações de conservação integrada desta espécie ameaçada de extinção.

Palavras-chave: Callitrichidae, gestação, maturidade, Platyrrhini, sazonalidade de nascimento

Introduction

The black lion tamarin (*Leontopithecus chrysopygus*) is a platyrrhine primate endemic to the Atlantic Forest of the interior of the state of São Paulo, Brazil, and is currently categorized as Endangered by the International Union for Conservation of Nature (IUCN) (Rezende et al., 2020). The species is threatened mainly due to habitat loss and fragmentation (Passos et al., 2018). The population in the wild is estimated to be around 1,600 individuals distributed among 15 localities, with only one of these populations predicted to be viable for the medium to long-term (Rezende et al., 2020).

This species was considered to be extinct in the wild for 65 years and was only rediscovered in 1970 (Coimbra-Filho, 1976). After its rediscovery, seven individuals were captured in 1973 at the Morro do Diabo State Park in São Paulo and taken to begin the first breeding colony maintained at the Banco Biológico of Tijuca, an institution currently known as the Rio de Janeiro Primatology Center (CPRJ). At CPRJ, the captive population grew slowly, from the seven animals captured in 1973 to a population of 26 in 1984 (Wormell, 2020). In 1985, eight groups of the species were captured in the Morro do Diabo region due to the imminent flooding of 3,000 ha for the construction of a hydroelectric power plant. These animals were sent to different sites, including the São Paulo Zoological Park Foundation (FPZSP) that received, in 1986, their first individuals of the species: six males and eight females.

With a captive population increase through successful breeding, individuals of the species were distributed to zoos around the world according to studbook keeper recommendations, reaching the maximum population size in 1999, when there were 112 captive animals in 11 institutions on record. However, as years went by, reproductive success declined, mainly due to the low number of founders in the captive population and due to the use of contraceptive implants in some of the institutions (Wormell and Price, 2001). Since then, the global population has declined considerably, with the most recent official census (April 2023) reporting only 84 captive animals in eight institutions (Wormell, 2023).

Studies conducted with the species in the wild generated information on ecology (e.g. Keuroghlian and Passos, 2001; Rylands, et al., 2002; Garbino et al., 2020; Kaisin et al., 2023), genetics (e.g. Perez-Sweeney et al., 2005; Caldano, 2014), taxonomy (e.g. Garbino et al., 2016), conservation (e.g. Culot et al., 2015; Rezende et al., 2020) and population management (e.g. Rezende, 2014). Captive populations, on the other hand, have led to studies in the areas of ethology (e.g. Feistner and Price, 2000; Monticelli and Morais, 2015; Oliveira, 2016; Santana, 2020), physiology (Bertoli et al., 2019), microbiology (e.g. Faretto et al., 2022), and genetics (e.g. Ayala-Burbano et

al., 2017, 2020). *Ex situ* breeding programs have been identified as critical components for lion tamarin (*Leontopithecus* spp.) conservation actions (Seal et al., 1991) and several studies have addressed important aspects of reproductive biology of tamarins in captivity (French et al., 1996; Wormell and Price, 2001; McCoy et al., 2019). These studies have compiled information from two of the three largest species populations throughout their *ex situ* maintenance history, with data from 19 years of management at CPRJ (French et al., 1996) and 10 years at the Jersey Zoo (Wormell & Price, 2001).

The data presented here compiles information on the 35-year history of the black lion tamarin population at FPZSP, with a focus on their reproductive biology. These are important records of the current largest *ex situ* population of the species and will contribute to guiding integrated management and conservation of this endangered primate.

Methods

We compiled and analyzed the information contained in the biological data sheets of each individual kept in captivity at the FPZSP. We analyzed the following information: reproductive performance (pregnancy per year), age at first and last reproduction, origin of the animals, number of pregnancies, size and sex ratio of litters, interval between pregnancies, percentage of premature/stillborn infants, rejection of infants by mother, life span, and other related information. Sexual maturity was only considered for animals with known birth age and pairing, as it was evaluated by the reproductive outcome. A Mann-Whitney non-parametric test was used to evaluate birth seasonality.

Results

Population and sexual maturity

Through December 2020, the FPZSP had kept 141 black lion tamarins, of which 86 were males and 55 females. With the inclusion of the 35 premature/stillborn specimens, this number reached 176 individuals that have been integrated into the data analysis. The species first reproduced at this institution in 1987; the parents were wild individuals that were incorporated into the captive population in 1986. Of the 141 animals, 98 were born at the Foundation, 21 entered with the aim of genetic management based on the studbook's recommendations, and 22 were saved by environmental agencies due to anthropic impacts such as hunting and capture for illegal captivity.

The animals left the institution through various means: 80 individuals died, 28 left through genetic management practices between institutions with the aim of forming new unrelated pairs, and 33 were still alive in December 2020. Of the 35 premature/dead offspring

of undetermined sex, 14 were stillborn and 21 were premature.

Only 19 of the 55 females kept in captivity produced offspring. Among the seven reproductive females of known age, the youngest to reproduce gave birth at 25 months (mean 39 months; $n = 7$). The male that reproduced the earliest became a father at 38 months old (mean 68 months; $n = 9$).

Gestation, litter size and life span

Of the 141 animals, only 20 males and 19 females reproduced, representing 27.6% ($n = 39$) of the population, considering only individuals that survived beyond one month of age. Throughout this period, the 19 breeding females were responsible for 66 pregnancies that included live, premature and stillborn offspring. These pregnancies resulted in the birth of 133 offspring. Overall, once live offspring survived one month of life, the parenting success rate was 100% ($n = 93$) (Table 1).

Of the 19 females that reproduced, most had one pregnancy per year, but six of these females (31%) completed two pregnancies within a year on at least one occasion during their reproductive life. Of these six females, four showed biannual (i.e. two pregnancies per year) gestation on only one occasion and two displayed repeated biannual gestation in three different years. In addition, one of these females stood out with three pregnancies in the same year (March 2018: three well-formed fetuses aborted, August 2018: two healthy newborns, and December 2018: one healthy newborn).

For females with more than one pregnancy per year, the interval between parturitions ranged from four to 10 months. The most prolific female had eight pregnancies over 44 months (an average of one gestation every 5.5 months) that culminated in the births of 18 total offspring. Another female had eight pregnancies over a period of 52 months (an average of one gestation every 6.5 months) which culminated in the birth of 17 total offspring. The oldest individuals to produce live and healthy offspring were a female aged 13 years and 5 months and a male aged 13 years and 11 months.

The most common litter size was two infants, followed by pregnancies of one and three infants (Table 2).

Of the animals that were born and died at the FPZSP during the reported period, the longest-living female was 21 years and 8 months, and the longest-living male was 19 years and 5 months.

Birth seasonality and sex ratio

Births occurred in all months and seasons of the year, except July, a period characterized by lower temperature and humidity. However, September and October were the peak months for parturitions under captive conditions (Figure 1). Seasonality was significant ($U = 3.5$; $p = 0.02$; $N = 66$) with births more common during the spring/summer period (September-February). Among the 98 sexed animals born, the ratio was 0.633 males to 0.367 females.

Table 1. Premature and stillbirths, rejections, and infant survival at FPZSP, São Paulo, Brazil, as compared to data from Jersey Zoo (Wormell and Price, 2021). *These two rejected offspring were from the same mother during two different litters of three infants.

	Nº of infants Born (M. F. ?)	Nº of premature/stillbirths	Nº of live-born infants rejected	Nº of non-rejected infants dying at <1 month	Nº of infants surviving to >1 month
Wormell and Price, 2001	57 (18.19.20)	18 (31.6%)	0 (0%)	6 (15.4 %)	32 (56.1%)
This study	133 (62.36.35)	35 (26.3%)	*2 (1.5%)	3 (2.2%)	93 (69.9%)

Table 2. Comparison of black lion tamarins' litter sizes over 35 years of maintenance at FPZSP, São Paulo, Brazil to other studies of black lion tamarins by the Jersey Zoo (Wormell and and Price, 2001) and WAZA (McCoy, 2019).

	Nº of breeding females	Total litters	Frequency of each litter size			Mean litter size	
			1	2	3	At birth	Surviving to >1 month
Wormell and Price, 2001	3	31	6 (19.4%)	24 (77.4%)	1 (3.2%)	1.84	1.03
McCoy, 2019	-	275	94 (34.2%)	158 (57.45%)	23 (8.35%)	-	-
This study	19	66	19 (28.7%)	39 (59%)	8 (12.1%)	2	1.4

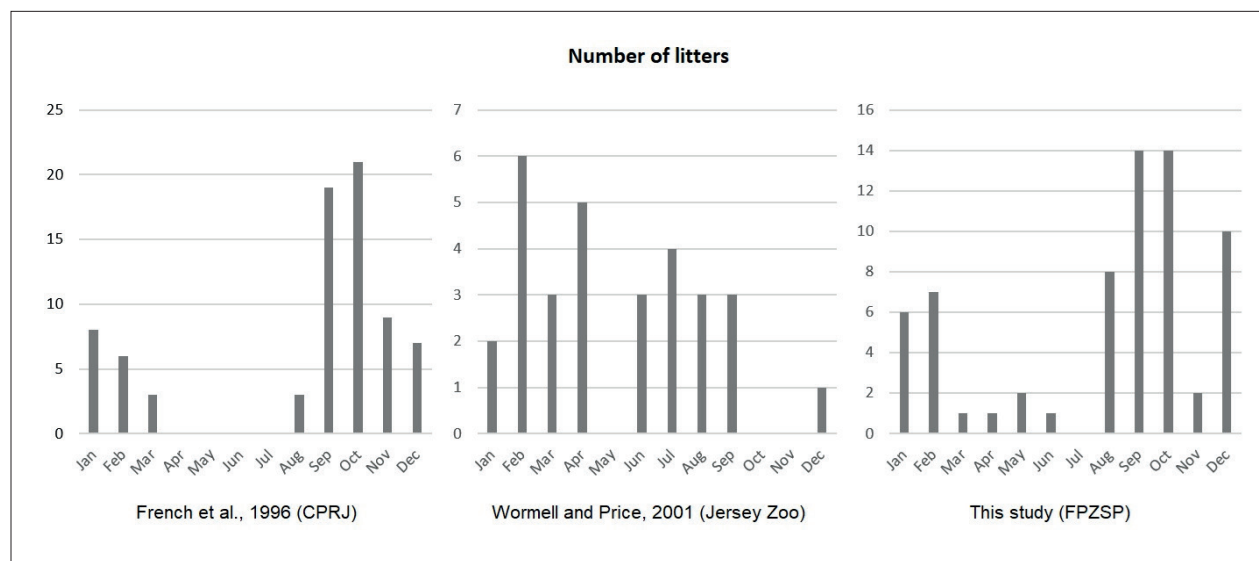


Figure 1. Seasonal distribution of black lion tamarin births kept at FPZSP over 35 years of maintenance at FPZSP, São Paulo, Brazil, compared to birth seasonality at CPRJ in Rio de Janeiro, Brazil, and Jersey Zoo in the British Isles.

Discussion

Historical data shows that this captive black lion tamarin population exhibits a unimodal birth seasonality, with an average of two offspring per pregnancy and a survival rate of 1.4 offspring per pregnancy. While the average is one pregnancy per year, 31% of females had multiple pregnancies annually. On average females reached sexual maturity at 39 months, and males at 68 months. The oldest reproducing female was 13.5 years, and the oldest male was 13.1 years. The longest-lived individuals were 21.8 years (female) and 19.5 years (male). Of 133 births, 69.9% survived the first month, with a sex ratio of 0.633 males to 0.367 females.

The female that reproduced earliest in FPZSP was 25 months old and the male was 38 months old. This age is higher than that reported in other studies on *Leontopithecus* regarding the onset of reproduction in both captivity and the wild. In order to interpret these data, it is important to note that in captivity, the minimum age for reproduction may be directly related to management decisions and not necessarily to biological aspects. The onset of reproduction among Callitrichidae species is variable and highly controlled by their social environment (Dettling and Pryce, 1999). In captivity, *Callithrix jacchus* can breed as young as 13 months of age (Jaquish et al., 1991), whereas for lion tamarin species reports are as early as 18 months (Sussman and Kinzey, 1984; Baker et al., 2002). In the wild, the onset of sexual activity for black lion tamarins has also been reported from 18 months of age (Valladares-Padua, 1993). In addition, studies indicate that the sexual maturity of females of the genus *Leontopithecus* usually occurs within a family group (Dettling and Pryce, 1999; De Vleeschouwer et al., 2001). However, a study of *L. rosalia* in the wild reported a greater occurrence of reproductive activity in

young and subordinate females residing in groups with at least one unrelated male compared to females residing in groups with only related individuals. Reproductive activity was also found in young and subordinate females of groups where there was a change in the social status of the dominant female (French et al., 2003). These studies suggest that the social structure of the group and the presence of unrelated individuals affect the reproduction of subordinate females. However, considering the restricted environment of captivity and the aggressiveness typically exhibited toward new unrelated individuals by cohesive family groups, maintaining such an individual safely would be difficult. Given the complexity of this social and reproductive context, Callitrichidae populations kept in captivity under conservation breeding programs must be rigorously studied in order to obtain the best management strategies.

Of the 141 studied animals, only 27.6% ($n = 39$) reproduced, ranging from one to three pregnancies per year. In the wild, *Leontopithecus* species typically exhibit one gestation per year (French et al., 2002). Despite the modal pattern of one pregnancy per year per female, French et al. (1996) reported that 19.7% of *Leontopithecus* females kept in captivity had more than one pregnancy per year on at least one occasion throughout their reproductive life. For wild golden lion tamarins, only 14.9% of breeding females had more than one reproduction per year (Kleiman et al., 1982; Dietz et al., 1994) whereas there is only one reported occurrence of biannual gestation for wild black lion tamarins (Caldano, 2014). The fact that 31% of breeding females kept at the FPZSP have more than one gestation per year may be related to the constant supply of higher energy food. Indeed, food availability is an important determinant of annual reproductive cycles as shown in other Callitrichidae species (Goldizen et al., 1988). Tardif et al. (2002) observed the higher levels of

reproduction of *Callithrix jacchus* in captivity were related to excessive energy reserves due to an adapted diet, which affected the mothers' ovulation dynamics. In *ex situ* conservation programs for endangered species, dietary variation throughout the year can be a valuable tool for stimulating reproduction, as demographic growth is essential for establishing an insurance population.

In wild populations of the genus *Leontopithecus*, average fecundity of two offspring per litter has been reported (Moro-Rios et al., 2009). However, litters of three can exist even if they tend to be uncommon in the wild (Digby et al., 2011). The litter sizes found in this study indicate a higher proportion of litters with three offspring at the FPZSP when compared to the Jersey Zoo and wild populations. This could be associated with a potentially higher energy intake from the diet offered at the FPZSP (Goldizen et al., 1988; Tardif et al., 2002). In this context, we would expect the FPZSP population to have a lower proportion of litters with only one offspring for the same reasons related to the idea of excess energy. However, the difference in the recorded values could also possibly be related to other factors, such as the origin of the breeding animals for each litter. McCoy et al. (2019) reported that offspring of different Callitrichidae species, when originating from single litters, produced more offspring in captive populations than offspring originating from litters with multiples.

Maximum life expectancy of the black lion tamarin in the natural environment is still unknown (Passos et al., 2018). However, with the limited captive information we have, the maximum life expectancy at the Rio de Janeiro Primatology Center is 17.11 years, compared to 31.7 years for a golden lion tamarin kept at the Houston Zoo, and 21 years for a golden-headed lion tamarin kept at the Palmyre Zoo (Weigl, 2005). The 21.8-year-old female at FPZSP represents the oldest captive individual of the species recorded to date, compatible with the observed maximum age for the congener golden-headed lion tamarin.

Life expectancy of animals in the wild and in captivity may be affected by different factors. In natural environments, age-related vulnerability may increase the chance of predation or limit access to resources. Under human care, these factors are better regulated, with consistent food resources, yet animals are not free from infectious diseases or stresses potentially generated by captivity (Ricklefs and Scheuerlein, 2001). Studies on the causes of death in the *Leontopithecus* genus can provide valuable insights into how to maintain healthy, sustainable populations in *ex situ* environments, as well as to understand the connection between reproductive history and life expectancy. Ricklefs and Cadena (2007) examined the link between life expectancy and reproductive investment in several callitrichid species in captivity, including *L. rosalia*. Their findings revealed no negative correlation

between fecundity and age at death, a relationship often assumed for natural populations with limited resources.

In the FPZSP, births occurred in all months except July. Births showed a unimodal distribution across the year with a peak in September to October. The peak of births in the FPZSP corresponds to the beginning of a period of increased rainfall and temperatures in São Paulo state, which is also observed in other Atlantic Forest regions of southeastern Brazil, matching the timing of the reproductive peak of other *Leontopithecus* species in the wild (Dietz et al., 1994).

A marked reproductive seasonality has been reported for captive *Leontopithecus chrysopygus*, with births distributed bimodally, with a primary peak in October and a secondary peak in January to February (French et al., 1996). When under the same management conditions, *L. chrysomelas* and *L. rosalia* showed a unimodal pattern, with peak births in September and October, respectively (French et al., 1996). This similarity in the reproductive timing of captive and wild populations of *Leontopithecus* has been related to environmental factors, such as photoperiod, temperature, and rainfall (Dietz et al., 1994; French et al. 1996). This argument may be linked to the changes in birth timing observed in Wormell and Price's (2001) study, as well as differences noted between *L. rosalia* populations in the northern and southern hemispheres (Kleiman et al., 1982). Since the black lion tamarin population at FPZSP is housed outdoors in varying climatic conditions, it is believed that environmental factors significantly influence the observed seasonality.

At FPZSP, the sex ratio for black lion tamarins exhibited the highest birth bias found to date for Callitrichidae species, with more males being born, corroborating the findings of French et al. (1996) during the initial population analyses of black lion tamarins born in captivity. Disparity in the birth sex ratio is not a new finding for mammals (Faust and Thompson, 2000; Thogerson et al., 2013) and has already been reported for other Callitrichidae species: *Oedipomidas oedipus* (Snowdon et al., 1985; Baker and Woods, 1992; Price and McGrew, 1990; Johnson et al., 1991; Boulton and Fletcher, 2015); *Tamarinus imperator* (Baker and Woods, 1992); *Callithrix jacchus* (Poole and Evans, 1982; Box and Hubrecht, 1987; Rothe et al., 1992); *Leontopithecus rosalia* (Rapaport et al., 2013) and *Cebuella pygmaea* (Ziegler et al., 1990). This male-biased birth ratio observed at FPZSP may reflect an evolutionary tendency in this species toward a non-equal sex ratio, differing from other small platyrrhines which have ratios of up to 0.5, as is the case for some species in the genus *Callithrix* (McCoy et al., 2019).

The disparity in the sex ratio of the *ex situ* population of black lion tamarins hypothetically may be related to the presence of inbreeding. In an analysis of the

international studbook (Wormell, 2020) it is possible to notice that despite a slight trend toward male births since the beginning of the captive population, the disparity in the sex ratio at birth increased from 2010 to the present. Simultaneously, there has been a gradual increase in the average inbreeding coefficient and a decrease in genetic diversity. Consequently, the unequal male-biased sex ratio may be a consequence, or an aggravation, of the rise in the inbreeding coefficient and loss of genetic diversity. However, in the evaluation of two prolific couples kept at the FPZSP, we found two distinct situations. A pair that included a female born in the wild (WB) and a male born in captivity (CB, son of WB) was responsible for nine pregnancies and 19 offspring with a sex ratio of 0.474 males to 0.526 females, close to an equal distribution of 0.5. The second pair included a WB male with a CB female (of WB lineage) with no history of inbred reproduction; for this pair eight pregnancies occurred that gave rise to 17 offspring at a ratio of 0.765 males to 0.235 females. This WB male came from the Morro do Diabo State Park, where we infer that individuals have greater genetic diversity due to a population size estimated at 1,200 individuals (Paranhos, 2006). This is the largest known species population and is considered to be the only viable long-term population due to demographic and genetic factors (Holst et al., 2006).

Another approach worth discussing is that of Silk and Brown (2008), who argued that social and environmental dynamics can influence the reproductive decisions of primates. They suggested that the sex ratio may serve as an adaptive response to these conditions. In contexts where resources are abundant, it may be more advantageous to have males, as they can compete for females and contribute to reproduction. Conversely, in environments where competition for resources is intense, it may be more beneficial for females to have daughters, who can gain from maternal support and social networks. Given that *ex situ* resources are plentiful and do not require competition, the observed sex allocation, which is biased towards males, is consistent with this hypothesis.

Regardless, in captive populations, the disparity in sex ratio can hinder *ex situ* conservation actions by reducing the possibilities of forming new pairs and, consequently, slowing demographic increase and the maintenance of genetic variability in the population. Generally, breeding pairs are kept together as long as there is success in generating new individuals. Sometimes, this is the only viable strategy. However, it can lead to a greater genetic representativeness of only a small portion of the available animals due to the smaller effective population size. This factor associated with the existence of animals that do not initiate reproductive activities, something also observed in the black lion tamarin population of Jersey Zoo (Wormell and Price, 2001), leads to the stagnation or even decrease in population over years. In the case of the FPZSP, the effective size of the historical population

was 28.3% and by December 2020, it was only 12.1%. A strategy to obtain greater reproductive success is related to the development of assisted reproduction techniques from the collection of semen of non-breeding males, especially potential founders. Actions of this type are still scarce and are based on previous studies with the golden-headed lion tamarin (*Leontopithecus chrysomelas*) (Arakaki, 2017, 2019).

The endangered black lion tamarin has few animals and institutions included in *ex situ* conservation programs, and since there are few actively reproducing pairs, the constant updating of population information is of paramount importance for the optimization of *ex situ* maintenance protocols with a focus on integrated conservation of the species.

Conclusions

Our long-term data on birth seasonality, as well as on age at sexual maturity, can help institutions in the elaboration of *ex situ* management strategies for *Leontopithecus chrysopygus*, especially regarding the best timing to separate individuals born in a given family group and how to approach new pairings with a focus on reproduction. Similarly, the evidence found in this study for viable reproduction in older individuals can assist in decision making for pairing recommendations with a focus on reproduction and increasing *ex situ* populations.

We observed a significant sex skew towards males in the proportion of *Leontopithecus chrysopygus* births. We believe that, similar to other Callitrichidae species, this male-biased sex ratio at birth may be related to sex allocation strategies rather than being a consequence of an increased inbreeding coefficient or a loss of genetic diversity in the *ex situ* population. This could be a potential focus for future studies aimed at understanding the sex allocation dynamics of the species.

Acknowledgements

The authors would like to thank the São Paulo Zoological Park Foundation (FPZSP) and all the collaborators that have directly or indirectly worked to maintain the black lion tamarins at the FPZSP over these 35 years of species management.

References

- Arakaki, P. R. 2017. Evaluation of two extenders for cryopreservation of semen from golden-headed lion tamarin (*Leontopithecus chrysomelas*). Doctoral thesis, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo. <https://doi.org/10.11606/T.10.2018.tde-16042018-111007>
- Arakaki, P. R., Salgado, P. A. B., Losano, J. D. A., Blank, M. H., Nichi, M. and Pereira, R. J. G. 2019. Assessment

- of different sperm functional tests in golden headed lion tamarins (*Leontopithecus chrysomelas*). *Am. J. Primatol.* 81(8): 1–9. <https://doi.org/10.1002/ajp.23034>
- Ayala-Burbano, P. A., Caldano, L., Junior, P. M. G., Pissinatti, A., Marques, M. C., Wormell, D. and Freitas, P. D. 2017. Genetic assessment for the endangered black lion tamarin *Leontopithecus chrysopygus* (Mikan, 1823), Callitrichidae, Primates. *Am. J. Primatol.* 79 (12): 1–13. <https://doi.org/10.1002/ajp.22719>
- Ayala-Burbano, P. A., Galetti Junior, P. M., Wormell, D., Pissinatti, A., Marques, M. C. and Freitas, P. D. 2020. Studbook and molecular analyses for the endangered black-lion-tamarin; an integrative approach for assessing genetic diversity and driving management in captivity. *Sci. Rep.* 10: 67–81. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63542-2>
- Baker, A. J. and Woods, F. 1992. Reproduction of the emperor tamarin (*Saguinus imperator*) in captivity, with comparisons to cotton-top and golden lion tamarins. *Am. J. Primatol.* 26: 1–10. <https://doi.org/10.1002/ajp.1350260104>
- Baker, A. J., Bales, K. and Dietz, J. M. 2002. Mating system and group dynamics in lion tamarins. In: *Lion Tamarins: Biology and Conservation*, D. G. Kleiman and A. Rylands (eds.) pp.188–212. Smithsonian Institution Press.
- Bertoli, P., Culot, L., Palme, R. and Mendonça-Furtado, O. 2019. Measuring fecal glucocorticoid metabolites of an endangered Neotropical primate: technical details of a physiological validation. *Bol. Soc. Bras. Mastozool.* 80: 1–6.
- Boulton, R. A. and Fletcher, A. W. 2015. Do mothers prefer helpers or smaller litters? Birth sex ratio and litter size adjustment in cotton-top tamarins (*Saguinus oedipus*). *Ecol. Evol.* 5(3): 598–606. <https://doi.org/10.1002/ece3.1396>
- Box, H. O. and Hubrecht, R. C. 1987. Long-term data on the reproduction and maintenance of a colony of common marmosets (*Callithrix jacchus jacchus*) 1972–1983. *Lab. Anim.* 21: 249–260. <https://doi.org/10.1258/002367787781268747>
- Caldano, L. T. P. 2014. Censo populacional e avaliação da variabilidade genética das populações de mico-leão-preto (*Leontopithecus chrysopygus* Mikan, 1823) na Floresta Nacional de Capão Bonito – SP. Masters dissertation, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo.
- Coimbra-Filho, A. F. 1976. Os saguis do gênero *Leontopithecus* Lesson, 1840 – (Callitrichidae, Primates). Masters dissertation, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Crockford, S. 2003. Social relationships and reproductive success in female primates. In: *Social Relationships and Reproductive Success in Primates*, P. M. Kappeler and M. E. Pereira (eds.), pp.73–88. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511753317.006>
- Culot, L., Griesse, J., Knogge, C., Tonini, M., dos Santos, M. M., Estevam, C. G., Lopes, B. P., Cunha, B. M. da, Silva, A. B., Prado, B. H. S. do, Garcia, F. de O., Fonseca, R. C. B. and Port-Carvalho, M. 2015. New records, reconfirmed sites and proposals for the conservation of black lion tamarin (*Leontopithecus chrysopygus*) in the middle and upper Paranapanema. *Neotrop. Primates* 22(1): 32–39. <https://doi.org/10.62015/np.2015.v22.150>
- Dettling, A. and Pryce, C. R. 1999. Hormonal monitoring of age at sexual maturation in female Goeldi's Monkeys (*Callimico goeldii*) in their family groups. *Am. J. Primatol.* 48: 77–83.
- Dietz, J. M., Baker, A. J. and Miglioretti, D. 1994. Seasonal variation in reproduction, juvenile growth, and adult body mass in golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*). *Am. J. Primatol.* 34: 115–132. <https://doi.org/10.1002/ajp.1350340204>
- Digby, L. J., Ferrari, S. F. and Saltzman, W. 2011. The role of competition in cooperatively breeding species. In: *Primates in Perspective*, C. J. Campbell, A. Fuentes, K. C. MacKinnon, S. Bearder and R. Stumpf (eds.), pp.85–106). New York: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199739322.001.0001>
- Fatoretto, B. T., Gonzalez, I. H. L., Lima, C. F. D. M., Monticelli, C. and Ramos, P. L. 2022. A comparison of rectal and oral cultivable microbiota in wild and captive black lion tamarins (*Leontopithecus chrysopygus*, Mikan 1823). *Am J Primatol.* 84: 4–5: e23370. <https://doi.org/10.1002/ajp.23370>
- Faust, L. J. and Thompson, S. D. 2000. Birth sex ratio in captive mammals: Patterns, biases, and the implications for management and conservation. *Zoo Biology* 19(1): 11–5.
- Feistner, A. T. C. and Price, E. C. 2000. Food sharing in black lion tamarins (*Leontopithecus chrysopygus*). *Am. J. Primatol.* 52: 47–54.
- French, J. A., Pissinatti, A. and Coimbra-Filho, A. F. 1996. Reproduction in captive Lion tamarins (*Leontopithecus*): Seasonality, infant survival and sex ratios. *Am. J. Primatol.* 39: 17–33.
- French, J. A., de Vleeschouwer, K., Bales, K. and Heistermann, M. 2002. Lion tamarin reproductive biology. In: *Lion Tamarins: Biology and Conservation*, D. G. Kleiman and A. B. Rylands (eds.), pp.475. Smithsonian Institution Press.
- French, J. A., Bales, K. L., Baker, A. J. and Dietz, J. M. 2003. Endocrine monitoring of wild dominant and subordinate female *Leontopithecus rosalia*. *Int. J. Primatol.* 24(6): 1281–1300. <https://doi.org/10.1023/B:I-JOP.0000005993.44897.ae>
- Garbino, G. S. T., Da Silva, L. H., Amaral, R. G., Rezende, G. C., Pereira, V. J. A. and Culot, L. 2020. Predation of treefrogs (Anura: Hylidae) with toxic skin secretions by the black lion tamarin (*Leontopithecus chrysopygus*, Callitrichinae). *Primates* 61: 567–572. <https://doi.org/10.1007/s10329-020-00818-1>
- Garbino, G. S. T., Rezende, G. C. and Valladares-Padua, C. 2016. Pelage Variation and Distribution of the Black Lion Tamarin, *Leontopithecus chrysopygus*. *Fol. Primatol.* 87(4): 244–261. <https://doi.org/10.1159/000450998>

- Goldizen, A. W., Terborgh, J., Cornejo, F. Porras, D. T. and Evans, R. 1988. Seasonal food shortage, weight loss, and the timing of births in saddle-back tamarins (*Saguinus fuscicollis*). *J. Anim. Ecol.* 57: 893–901. <https://doi.org/10.2307/5099>
- Hamilton, W. D. 1967. Extraordinary sex ratios. *Science* 156: 477–488. <https://doi.org/10.1126/science.156.3774.477>
- Holst, B., Médici, E. P., Marino-Filho, O. J., Kleiman, D., Leus, K., Pissinatti, A., Vivekananda, G., Ballou, J. D., Traylor-Holzer, K., Raboy, B., Passos, F., Vleeschouwer, K. and Montenegro, M. M. 2006. *Lion Tamarin Population and Habitat Viability Assessment Workshop*, final report. IUCN/SSX Conservation Breeding Specialist Group.
- Jaquish, C. E., Gage, T. B. and Tardif, S. D. 1991. Reproductive factors affecting survivorship in captive Callitrichidae. *Am. J. Phys. Anthropol.* 84: 291–305. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330840306>
- Johnson, L. D., Petto, A. J. and Sehgal, P. K. 1991. Factors in the rejection and survival of captive cotton top tamarins (*Saguinus oedipus*). *Am. J. Primatol.* 25: 91–102. <https://doi.org/10.1002/ajp.1350250203>
- Kaisin, O., Bufalo, F., Amaral, R., Palme, R., Poncin, P., Brotcorne, F. and Culot, L. 2023. Linking glucocorticoid variations to monthly and daily behavior in a wild endangered neotropical primate. *Am. J. Primatol.* 85: e23503. <https://doi.org/10.1002/ajp.23503>
- Keuroghlian, A. and Passos, F. C. 2001. Prey foraging behavior, seasonality and time-budgets in black Lion tamarins, *Leontopithecus chrysopygus* (Mikan 1823) (Mammalia, Callitrichidae). *Braz. J. Biol.* 61 (3): 455–59. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842001000300015>
- Kleiman, D. G., Ballou, J. D. and Evans, R. F. 1982. An analysis of recent reproductive trends in captive golden lion tamarins *Leontopithecus r. rosalia* with comments on their future demographic management. *Int. Zoo Yearb.* 22: 94–101. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1090.1982.tb02014.x>
- McCoy, D. E., Frye, B. M., Kotler, J., Burkart, J. M., Burns, M., Embury, A., Eyre, S., Galbusera, P., Hooper, J., Idoe, A., Goya, A. L., Mickelberg, J., Quesada, M. P., Stevenson, M., Sullivan, S., Warneke, M., Wojciechowski, S., Wormell, D., Haig, D. and Tardif, S. D. 2019. A comparative study of litter size and sex composition in a large dataset of callitrichine monkeys. *Am. J. Primatol.* 81(9): 1–15. <https://doi.org/10.1002/ajp.23038>
- Monticelli, C. and Morais, L. H. 2015. Monitoramento de parto de mico-leão-preto (*Leontopithecus chrysopygus*) em cativeiro. Congresso da Sociedade de Zoológicos do Brasil. Foz do Iguaçu.
- Moro-Rios, R. F., Nascimento, A. T. A., Silva-Pereira, J. E., Ludwig, G., Velastin, G. O. and Passos, F. C. 2009. Plano de conservação para mico-leão-da-cara-preta (*Leontopithecus caissara*). In: *Planos de Conservação para as Espécies de Mamíferos Ameaçados*, G. P. Vidoлин, M. G. P. Tossulino and M. M. Brito (eds.), p. 316. IAP/Projeto Paraná Biodiversidade.
- Oliveira, M. O. 2016. Etograma de mico-leão-preto (*Leontopithecus chrysopygus*) em cativeiro, com ênfase no comportamento reprodutivo. Master's thesis, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo.
- Paranhos, K. M. 2006. Estimativas populacionais para espécies raras: o mico-leão-preto *Leontopithecus chrysopygus* (Mikan, 1823) como modelo. Master's thesis, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.
- Passos, F. C., Ludwig, G., Knogge, C. and Oliveira, L. C. 2018. *Leontopithecus chrysopygus*. In: *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*. Volume II: Mamíferos, ICMBio/MMA (eds.) Instituto Chico Mendes para Conservação da Biodiversidade, Ministério Meio Ambiente, Brasília.
- Perez-Sweeney, B., Valladares-Padua, C., Burrell, A., Di Fiore, A., Satkoski, J., Groot, P. J. V. C., Boag, P. T. and Melnick, D. J. 2005. Dinucleotide microsatellite primers designed for a critically endangered primate, the black lion tamarin (*Leontopithecus chrysopygus*). *Mol. Ecol. Notes* 5: 198–201. <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2005.00858.x>
- Poole, T. B. and Evans, R. G. 1982. Reproduction, infant survival and productivity of a colony of common marmosets (*Callithrix jacchus jacchus*). *Lab. Anim.* 16: 88–97. <https://doi.org/10.1258/002367782780908760>
- Price, E. C. and McGrew, W. C. 1990. Cotton-top tamarins (*Saguinus o. oedipus*) in a semi-naturalistic captive colony. *Am. J. Primatol.* 20: 1–12. <https://doi.org/10.1002/ajp.1350200102>
- Rapaport, L. G., Kloc, B., Warneke, M., Mickelberg, J. L. and Ballou, J. D. 2013. Do mothers prefer helpers? Birth sex-ratio adjustment in captive callitrichines. *Anim. Behav.* 85(6): 1295–1302. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2013.03.018>
- Rezende, G. C. 2014. Mico-leão-preto: A História de Sucesso na Conservação de uma Espécie Ameaçada. Editora Matrix, São Paulo, SP.
- Rezende, G., Knogge, C., Passos, F., Ludwig, G., Oliveira, L. C., Jerusalinsky, L. and Mittermeier, R. A. 2020. *Leontopithecus chrysopygus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020:e.T11505A17935400. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T11505A17935400.en>. Downloaded on 05 October 2020.
- Rezende, G., Sobral, T. S. and Culot, L. 2020. Integrating climate and landscape models to prioritize areas and conservation strategies for an endangered arboreal primate. *Am. J. Primatol.* 82pp. e23202. <https://doi.org/10.1002/ajp.23202>
- Ricklefs, R. E. and Scheuerlein, A. 2001. Comparison of aging-related mortality among birds and mammals. *Exp. Gerontol.* 36: 845–857. [https://doi.org/10.1016/S0531-5565\(00\)00245-X](https://doi.org/10.1016/S0531-5565(00)00245-X)
- Ricklefs, R. E. and Cadena, C. D. 2007. Lifespan is unrelated to investment in reproduction in populations of mammals and birds in captivity. *Ecol.* 10: 867–875. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01085.x>

- Rothe, H., Darms, K. and Koenig, A. 1992. Sex ratio and mortality in a laboratory colony of the common marmoset (*Callithrix jacchus*). *Lab. Anim.* 26(2): 88–99. <https://doi.org/10.1258/002367792780745922>.
- Rylands, A. B., Kierulff, M. C. and Pinto, L. P. 2002. Distribution and status of lion tamarins. In: *Lion Tamarins: Biology and Conservation*, D. G. Kleiman and A. B. Rylands (eds.), pp.42–70. Smithsonian Institution Scholarly Press.
- Santana, B. C. 2020. Avaliação do enriquecimento alimentar com itens naturais como ferramenta para conservação do mico-leão-preto (*Leontopithecus chrysopygus* (Mikan, 1823)). Master's dissertation, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo.
- Seal, U. S., Ballou, J. D. and Padua, C. V. 1991. *Leontopithecus population viability analysis workshop report*. IUCN Captive Breeding Specialist Group. Minneapolis, EUA.
- Silk, J. B. 1984. Local resource competition and the evolution of male biased sex ratios. *J. Theor. Biol.* 108(2): 203–213. [https://doi.org/10.1016/S0022-5193\(84\)80066-1](https://doi.org/10.1016/S0022-5193(84)80066-1)
- Silk, J. B. and Brown, G. R. 2008. Local resource competition and local resource enhancement shape primate birth sex ratios. *Proc. Royal Soc. B.* 275(1644): 1761–1765. <https://doi.org/10.1098/rspb.2008.0340>.
- Snowdon, C. T., Savage, A., and McConnell, P. B. 1985. A breeding colony of cotton-top tamarins (*Saguinus oedipus*). *Lab. Anim. Sci.* 35: 477–480.
- Sussman, R. W. and Kinzey, W. G. 1984. The ecological role of the Callitrichidae: a review. *Am. J. Phys. Anthropol.* 64(4): 419–449. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330640407>
- Tardif, S. D., Layne, D. G. and Smucny, D. A. 2002. Can marmoset mothers count to three? Effect of litter size on mother-infant interactions. *Ethology* 108(9): 825–836. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0310.2002.00815.x>.
- Tardif, S. D., Smucny, D. A., Abbott, D. H., Mansfield, K., Schultz Darken, N. and Yamamoto, M. E. 2003. Reproduction in captive common marmosets (*Callithrix jacchus*). *Comp. Med.* 53(4): 364–368.
- Tardif, S. D. and Bales, K. L. 2004. Relations among birth condition, maternal condition, and postnatal growth in captive common marmoset monkeys (*Callithrix jacchus*). *Am. J. Primatol.* 62(2): 83–94. <https://doi.org/10.1002/ajp.20009>
- Thogerson, C. M., Brady, C. M., Howard, R. D., Mason, G. J., Pajor, E. A., Vicino, G. A. and Garner, J. P. 2013. Winning the genetic lottery: Biasing birth sex ratio results in more grandchildren. *PLoS One* 8(7): e67867. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0067867>
- Valladares-Padua, C. B. 1993. The Ecology, Behavior and Conservation of the Black Lion Tamarin. Doctoral dissertation, University of Florida. Gainesville, Florida.
- De Vleeschouwer, K., Elsacker, L. V. and Leus, K. 2001. Multiple breeding females in captive groups of golden-headed lion tamarins (*Leontopithecus chrysomelas*): Causes and Consequences. *Folia Primatol.* 72: 1–10. <https://doi.org/10.1159/000049913>
- Weigl, R. 2005. *Longevity of Mammals in Captivity: From the Living Collections of the World*. Schweizerbart'sche, Stuttgart, Germany.
- Wormell, D. 2023. *International Studbook for the Black Lion Tamarin*, *Leontopithecus chrysopygus*. Durrell Wildlife Conservation Trust, World Association of Zoos and Aquariums, Barcelona, Spain.
- Wormell, D. and Price, E. 2001. Reproduction and management of black lion tamarins *Leontopithecus chrysopygus* at Jersey Zoo. *Dodo* 37: 34–40.

CEBUS UNICOLOR (SPIX, 1823) (CEBIDAE, PRIMATES), A VULNERABLE SPECIES IN AN ANTHROPIZED IGAPÓ FOREST, AÇUTUBA, CENTRAL AMAZONIA, BRAZIL**Alessandro Rocha^{1,2}, Adrian A. Barnett^{1,3}, Wilson R. Spironello^{1,4}**¹ Grupo de Pesquisa de Mamíferos Amazônicos, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas state, Brazil. Email: <alessandrrocha.eco@gmail.com>² Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Laboratório de Ecologia Aplicada e Conservação (LEAC), Ilhéus, Bahia state, Brazil³ School of Life Health Sciences, Roehampton University, London, UK⁴ Instituto Nacional da Mata Atlântica (INMA), Santa Teresa, Espírito Santo, Brazil**Abstract**

Cebus unicolor (Spix's white-fronted capuchin, popularly called Cairara in Brazil) has a Central Amazonian distribution, and is classified as Vulnerable by the IUCN. Here we present a study of *C. unicolor* in flooded forest (igapó) in Açutuba, municipality of Iranduba, Amazonas, Brazil. The species persists in anthropized igapó (coexisting with hunting and timber extraction), present during both flooded and low-water periods. Over 16 months, we conducted a primate census by river transect (136 km) by canoe during flooding and by land transect (68 km) during the low-water period. We recorded eight groups of *C. unicolor* (5.8 ± 2.3 ind), with an average sighting rate of 9.6 ind/km². The main global threat to the species is hunting. In this study, interviews confirmed that primates are hunted by the local community, but that *C. unicolor* was not among those species hunted. Habitat loss, fragmentation, and fire are the greatest regional threats, driven by logging and unplanned/uncontrolled human occupation. To mitigate these effects, educational measures are needed on the importance of primates and the conservation of flooded forests, as well as generation of employment and income through observation and contemplation tourism.

Keywords: Cebidae, conservation, ecology, ecotourism, flooded forest**Resumo**

Cebus unicolor (Cairara) é um primata com distribuição na Amazônia Central, e classificado como Vulnerável pela IUCN e desconhecido. Apresentamos um estudo pontual de *C. unicolor* em floresta inundada (igapó), em Açutuba, município de Iranduba, Amazonas, Brasil. A espécie ainda persiste em uma área de igapó antropizado (com caça e extração de madeira), ocupando-o nos períodos de cheia e vazante dos rios. Durante 16 meses, realizamos o censo de primatas, por transecto fluvial (136 km) de canoa no período de cheia e por transecto terrestre (68 km) durante a vazante. Registramos oito grupos de *C. unicolor* ($5,8 \pm 2,3$ ind), com taxa média de avistamento de 9,6 ind/km². A principal ameaça global à espécie é a caça. Neste estudo, as entrevistas confirmaram que primatas são caçados pela comunidade local, entretanto, *C. unicolor* não estava entre as espécies caçadas. A perda de habitat, a fragmentação e o fogo são as maiores ameaças regionais, impulsionadas pela exploração madeireira e ocupação humana desordenada. Para mitigar tais efeitos, são necessárias medidas educativas sobre a importância dos primatas e da conservação das florestas alagadas, além de geração de renda através do turismo de observação e contemplação.

Palavras-chave: Cebidae, conservação, ecologia, ecoturismo, florestas alagadas**Introduction**

The genus *Cebus* (Erxleben, 1777), of the family Cebidae, includes species that occur in Central America, the Andes and the Amazon. Across Amazônia, seven species are found: *Cebus albifrons* (Humboldt, 1812), *C. castaneus* (I Geoffroy, 1851), *C. cuscinus* (Thomas, 1901), *C. kaapori* (Queiroz, 1992), *C. olivaceus* (I Geoffroy, 1851), *C. unicolor* (Spix, 1823), and *C. yuracus* (Hershkovitz, 1949) with distributions described in Spironello and colleagues (2023). Some publications (e.g., Barnett et al., 2002, 2011,

2023; Ginani et al., 2021) consider the white-fronted capuchin monkey that inhabits the Negro-Solimões interfluvium to be *Cebus albifrons* (Humboldt, 1812; Defler and Hernandez-Camacho, 2002). However, based on genetic analyses Boubli et al. (2012) propose that *Cebus unicolor* (Spix, 1823) should be used for the *Cebus* populations present in this region. We follow Boubli et al. (2012, 2021) in the current study.

Cebus unicolor weighs up to about 3.1 kg and has a head-body length of 37 cm and a tail length of 45 cm (dos

Reis et al., 2015). It is native to the Amazon Basin and is found in Brazil, Colombia, and Venezuela (Spironello et al., 2023). The species is classified as Vulnerable by the IUCN, with population decline principally due to hunting (Boubli et al., 2021); habitat loss and forest fragmentation are also threats. Like other species of the genus *Cebus*, it occupies a wide variety of habitat types throughout its extensive range, including dry forest, flooded forest (*igapó* and *várzea*), and savanna (Defler, 1985). There are no population data for the species, but considering other species of the same genus, they are quite variable, with reported group sizes ranging from 5 to 35 individuals, home ranges from 120 to 534 ha, and densities from 2.8 to 35.0 ind/km² (Defler, 1979, 1982; Terborgh, 1983; Iwanaga, 2004; Matthews, 2009; Jack and Campos, 2012). The genus *Cebus* is omnivorous, with a wide variety of diet items reported: fruits, arthropods (including larvae) and vertebrates (frogs, lizards and small mammals), leaves, seeds and eggs (insects, birds and turtles) (Defler, 1979; Terborgh, 1983; Defler and Hernández-Camacho, 2002; Gentil et al., 2021; Barnett et al., 2023); it is also considered an important seed disperser (Whencke and Dominguez, 2007).

As there are few studies of *Cebus unicolor*, the present study aims to provide information, albeit limited, on the natural history and ecology of this species, including its use of *igapó*, group size, population density, fruits used for consumption, use of the ground for foraging, and persistence in an anthropized area of an *igapó* forest in the central region of the Brazilian Amazon.

Materials and Methods

Study Area

The study was conducted at Açutuba (3°05'S, 60°18'W), an 1840 ha area of *igapó* forest within Iranduba municipality, Amazonas state, in central Amazonian Brazil. Açutuba is an area of human-impacted *igapó*, lying 25 km west of the state capital Manaus, on the right (southern) bank of the Rio Negro (Fig. 1).

Since the 1980s, the landscape surrounding Açutuba *igapó* has experienced drastic forest cover reduction. Natural vegetation decreased from 77.3% to 21.4% between 1980 and 2021, with only 13,209 ha of forest remaining south of Iranduba (FVA, 2014). The remaining forest is found as isolated fragments, of which only three are larger than 1000 ha, including the 2286 ha study area of which 1840 ha (80.5%) is *igapó* (FVA, 2014).

Field Study

A census of *Cebus unicolor* was conducted as part of a larger study on primates of the Açutuba area (Rocha et al., 2024). Primate censuses were carried out using six trails, line transects (Peres and Cunha, 2011) in *igapó*, for the 16 months from January 2015 to April 2016 (Rocha et al., 2024). Survey trails ranged from 1.1 to 3.5 km in

length and totaled 14 km (Fig. 1). Distances from the mainland varied from 0 to 1000 m. As the habitat floods seasonally, methodology varied with the flood-pulse, with censuses conducted on foot during the low-water season, and by canoe during flooded periods, following Barnett (2010). Each transect was sampled twice per trail month in the flooded season, and once per month in the unflooded season, for 1-2 trails per day, for a total of 240 km traversed in a single year. At Açutuba, the *igapó* includes: 1) *Low Igapó*, characterized by herbaceous-shrubby species, normally present at forest edges, in natural clearings and in impacted areas; 2) *Medium Igapó*, with tree species up to 20m in height, and 3) *High Igapó*, with trees > 20 m in height and DAP ≥ 5 m (Rocha, 2017). Whenever there was visual or auditory contact, we recorded behavioral activity *ad libitum* (Altmann, 1974), including any food resources being consumed and the height of the *igapó* and the strata occupied within the forest for each primate sighting record (Kasecker, 2006).

To acquire information on human-primate interactions in the local area, we interviewed knowledgeable community members, following methods used by other ethnoprimate studies (Fuentes, 2010), including the “snowball” method when selecting informants (Davis and Wagner, 2003; dos Santos et al., 2020; Rocha et al., 2024). In the current study, informants were *igapó* residents, people who fish, hunt and gather and use, and have contact with the flooded forest daily. As described in Rocha et al. (2024), we carried out semi-structured interviews with these informants, using a combination of questions and images of primates to enable species recognition and confirmation and, at the same time, test the informants' knowledge of Amazonian primates. Of the 63 interviews obtained, 60 were used, with three interviewees excluded because they provided unrealistic information (citing the occurrence of primates from other biomes), so showing lack of local primate knowledge.

We also used six camera traps during the dry season, which lasts four months in the region, with the aim of recording primates searching for fallen fruit foraging on the ground.

Results and Discussion

In the Açutuba *igapó*, over the 16-month period we recorded eight groups of *Cebus unicolor* (Fig. 1). Six additional primate species were also observed: *Alouatta juara* (Elliot, 1910), *Aotus vociferans* (Spix, 1823), *Cacajao ouakary* (Spix, 1823), *Pithecia chryscephala* (I. Geoffroy, 1850), *Saimiri cassiquiarensis* (Lesson, 1840) and *Sapajus macrocephalus* (Spix, 1823) (see Rocha et al., 2024 for more details). Compared to studies of *Cebus* in lightly impacted *igapó* the average size of *C. unicolor* groups in anthropized *igapó* (5.8 ± 2.3 ind.) was similar to the data found by Iwanaga (2004) in the *igapó* of nearby Jáu National Park (5.3 ind.), but differed from that reported

by Kasecker (2006) from the Piagaçu-Purus Sustainable Development Reserve, in central Amazonas, Brazil (14.3 ind.) (Table 1).

The *Cebus unicolor* groups we recorded were composed mainly of adults, with only one infant (in May) and one juvenile (in July). The average *C. unicolor* sighting rate in the Açutuba *igapó* was 9.6 individuals/km². This was significantly lower than the 30 individuals/km² recorded for *Cebus albifrons* in the humid forests of Colombia and Peru (Fig. 1; Defler, 1979, 1982; Terborgh, 1983, respectively).

At Açutuba, *C. unicolor* used low to medium strata at heights of 10 to 15 m, similar to those found for *C. unicolor*

by Kasecker (2006) in the *igapó* of the Piagaçu-Purus Sustainable Development Reserve.

Throughout the *igapó* from the *igapó/terra firme* interface to islands up to 4 km away (Fig. 2), the species occupied low to medium *igapó* (Rocha, 2017), moving at heights of between 10 and 15 m, in logged mature and secondary forest. The species was more abundant in *igapó* than the robust capuchin, *Sapajus macrocephalus*, which was sighted only twice, each time at the *igapó-terra firme* interface, with a sighting rate of 1.5 ind/km².

Ethnoprimateological interviews showed that primates are hunted (n= 24 of 60 interviews, 40%), especially

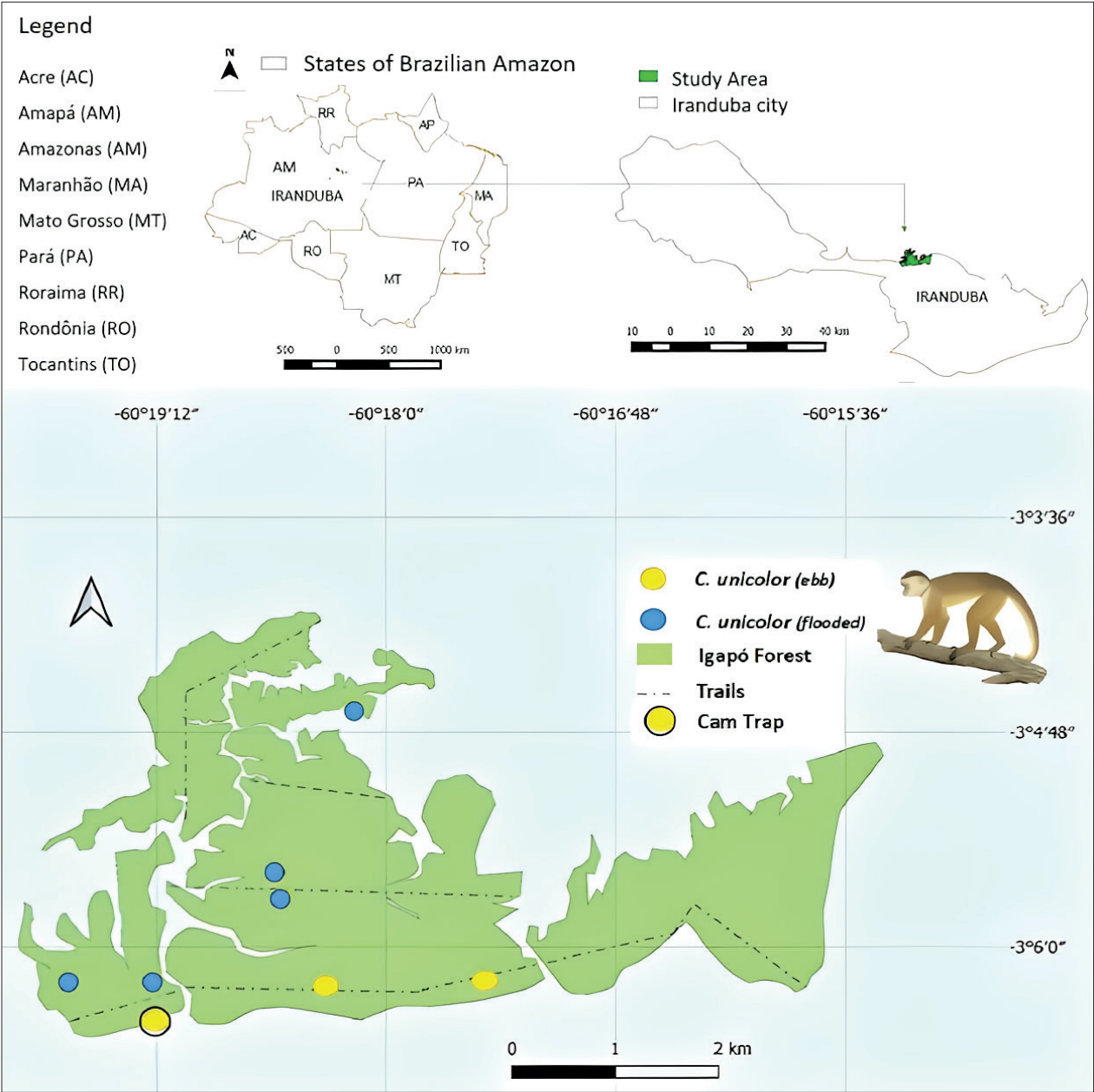


Figure 1. Study area in the *igapó* forest at Açutuba, Iranduba municipality, Amazonas State, Brazil, showing the distribution of survey trails and the location of observations of *Cebus unicolor*.

Table 1. Comparison of group size, distribution area, and sighting rates from studies of *Cebus* monkeys.

Species	Mean group size (ind)	Home Range (ha)	Sighting rate (ind/km ²)	Country	Locality	Habitat	Source
<i>C. aequatorialis</i>	13.9	534	2.8	Ecuador	West of Andes	Rainforest	Jack and Campos, 2012
<i>C. albifrons</i>	30-35	120	30.0	Colombia	El Tuparro National Park, Vichada	Semideciduous forest, Llanos	Defler, 1979, 1982
<i>C. albifrons</i>	9.4	-	2.6	Colombia (south): Ayo, Pintadillo, Caparú	Baixo Rio Caquetá and Apaporis	<i>Terra firme</i> forest	Palacios and Peres, 2005
<i>C. unicolor</i>	5.3	-	-	Brazil	Jaú National Park	<i>Igapó</i> forest	Iwanaga, 2004
<i>C. unicolor</i>	14.3	-	10.2	Brazil	RDS Piagaçu Purus	<i>Terra firme</i> forest	Kasecker, 2006
<i>C. unicolor</i>	10.3	-	5.5	Brazil	RDS Piagaçu Purus	<i>Igapó</i> forest	Kasecker, 2006
<i>C. unicolor</i>	5.8	-	9.6	Brazil	Iranduba, AM	<i>Igapó</i> forest	This study
<i>C. versicolor</i>	3.2	-	62.2	Colombia	Magdalena Valley	Rainforest	Marsh et al., 2016
<i>C. yuracus</i>	8.5	150	35.0	Peru	Manu National Park	Rainforest	Terborgh, 1983
<i>C. yuracus</i>	6.5	240	-	Ecuador	Tiputini Biodiversity Station	Rainforest	Matthews, 2009
<i>C. yuracus</i>	5.0	-	5.2	Peru	Pacaya-Samiria National Reserve	Rainforest	Soini, 1986

Alouatta juara (100% of positive replies), but none of the interviewees mentioned *Cebus unicolor* as a species targeted for hunting.

We only obtained one camera trap record for *Cebus unicolor* (Fig. 2). We recorded consumption of fruit from three plant species by *C. unicolor*: *Garcinia madruno* (Kunth) Hammel (Clusiaceae), *Mollia speciosa* Mart. (Malvaceae) and *Spondias mombin* L. (Anacardiaceae). Individuals collected *Spondias* from the *igapó* forest-floor during the low-water period (Fig. 2), and *Garcinia* and *Mollia* from canopies in the middle of the *igapó* during the rainy season.

In the Açutuba *igapó*, *Cebus unicolor* appears resilient to environmental impacts (habitat loss, fragmentation and fire), paralleling *C. albifrons* and *C. olivaceus* species known to tolerate high habitat disturbance (Hernandez-Camacho and Cooper, 1976; Norconk et al., 2025). *Cebus* seems more able to adapt to the anthropogenic changes compared to species such as *Cacajao ouakary*, sighted twice in *igapó* in this 16-month study (a solitary individual and a group of four individuals), yet abundant in Jaú National Park some 220 km to the west in the same interfluve (Barnett, 2010; Rocha, 2017; Rocha et al., 2024).

Cebus unicolor is a permanent inhabitant of the anthropized Açutuba *igapó*, distributed throughout the flooded forest during the flood and ebb periods, and is

a potential seed disperser (Whencke and Dominguez, 2007). The average group size of *C. unicolor* in Açutuba is comparable to that of the protected areas of the Jaú National Park, but the sighting rate is lower than in other areas where species of the genus *Cebus* have been studied, which may mean there are a smaller number of groups in the Açutuba population, possibly a reflection of the anthropogenic impact.

The current study provides preliminary data on the ecology of a species which is threatened but little studied, with almost no prior information from *igapó* forest areas, with most studies focusing on *terra firme* and considering distribution (Gusmão et al., 2017), biogeography (Lima et al., 2017) or phylogenetics (Ruiz-García et al., 2010). More studies are needed on *Cebus unicolor* population dynamics, interspecific interactions, key resources and relationship with *igapó*. Long-term studies would increase understanding for effective conservation of the species and associated ecosystem.

In the Açutuba region, conservation actions are needed to promote the preservation of the species, combined with environmental education and the development of ecotourism to enhance local perception of the benefits of biodiversity conservation (Vidal et al., 2024). The involvement of local riverine community members in *igapó*-based primate watching (Lebrão et al., 2021) and



Figure 2. Camera trap image of *Cebus unicolor* foraging terrestrially in igapó forest. Right inset: fruits consumed by *Cebus unicolor* in Açutuba during this study: A) *Spondias mombin*, B) *Mollia speciosa* and C) *Garcinia madruno*.

birdwatching (De Sá Freitas et al., 2022) could furnish an economic and sustainable alternative to logging and hunting.

Acknowledgments

We thank the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) for AR's Master's Degree scholarship; Conservation International and Margot Marsh Foundation for research funding; and the Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) for scientific support. AR thanks field work helpers Antonio Jerimum, José Ribeiro, Joninhas and Aroldo for their dedication. We also thank the owners of Sítio Santa Maria, G. Vieira, L. H. R. Py Daniel and R. de C. G. Mesquita, for their accommodation and logistical support. This is publication n°64 from the GPMA/INPA.

References

- Barnett, A. A. 2010. Diet, habitat use and conservation ecology of the golden-backed uacari, *Cacajao melanocephalus ouakary*, in Jaú National Park, Amazonian Brazil. Doctoral thesis, Roehampton University, London, UK.
- Barnett A. A., Borges S., de Castilho C. V., Neri F. and Shapley R. L. 2002. Primates of Jaú National Park, Amazonas, Brazil. *Neotrop. Primates*. 10: 65–70. <https://doi.org/10.62015/np.2002.v10.505>
- Barnett, A. A., Schiel, V., Deveny, A., Valsko, J., Spirone-llo, W. and Ross, C. 2011. Predation on *Cacajao ouakary* and *Cebus albifrons* (Primates: Platyrrhini) by harpy eagles. *Mammalia* 75: 169–172. <https://doi.org/10.1515/mamm.2011.004>
- Barnett, A. A., Stone, A. I., Shaw, P., Ronchi-Teles, B., dos Santos-Barnett, T. C., Penhorwood, G., Urmeed, R., Bezerra, B. M., Bitencourt, A., Spirone-llo, W. R., Ross, C., Boyle, S. and Wenzel, J. W. 2023. When food fights back: Cebid primate strategies of larval paper wasp predation and the high-energy yield of high-risk foraging. *Austral Ecol.* 48: 719–742. <https://doi.org/10.1111/aec.13287>
- Boubli, J. P., Lynch Alfaro, J. W., Heymann, E. W., Valença-Montenegro, M. M., Mollinedo, J. M. and Calouro, A. M. 2021. *Cebus unicolor* (amended version of 2020 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T70333194A191708016. Accessed 19 March 2025.
- Boubli, J. P., Rylands, A. B., Farias, I. P., Alfaro, M. E. and Alfaro, J. L. 2012. *Cebus* phylogenetic relationships: a preliminary reassessment of the diversity of the untufted capuchin monkeys. *Am. J. Primatol.* 74: 381–393.
- Davis, A. and Wagner, J. R. 2003. Who knows? On the importance of identifying “experts” when researching local ecological knowledge. *Human Ecol.* 31: 463–489. <https://doi.org/10.1023/A:1025075923297>
- De Sá Freitas, F. N., Aleixo, D. and dos Santos Moraes-Ornellas, V. 2022. Birdwatching tourism: potential of sustainable economy in the Paraense Amazon. *Rev. Bras. Ecoturismo* 15(3): 593–608. <https://doi.org/10.34024/rbecotur.2022.v15.13606>
- Defler, T. R. 1979. On the ecology and behavior of *Cebus albifrons* in eastern Colombia. I. *Ecol. Primates* 20: 475–490. <https://doi.org/10.1007/BF02373430>

- Defler, T. R. 1982. A comparison of intergroup behavior in *Cebus albifrons* and *C. apella*. *Primates* 23: 385–392. <https://doi.org/10.1007/BF02381321>
- Defler, T. R. 1985. Contiguous distribution of two species of *Cebus* monkeys in El Tuparro National Park, Colombia. *Am. J. Primatol.* 8: 10–112. <https://doi.org/10.1002/ajp.1350080203>
- Defler, T. and Hernández-Camacho, J. 2002. True identity and characteristics of *Simia albifrons* Humboldt, 1812: description of neotype. *Neotrop. Primates* 10: 1–16. <https://doi.org/10.62015/np.2002.v10.504>
- Dos Reis, N. R., Peracchi, A. L., Batista, C. B. and Rosa, G. L. M. 2015. *Primates do Brasil: Guia de Campo*. Technical Books Editora, Rio de Janeiro.
- Dos Santos, J. S., dos Santos Teixeira, J. V., Guanaes, D. H. A., da Rocha, W. D. and Schiavetti, A. 2020. Conflicts between humans and wild animals in and surrounding protected area (Bahia, Brazil): an ethnozoological approach. *Ethnobiol. and Conserv.* 9. <https://doi.org/10.15451/10.15451/ec2020-02-9.05-1-22>
- Fuentes, A. 2010. Natural/cultural encounters in Bali: monkeys, temples, tourists, and ethnoprimateology. *Cultural Anthropol.* 25: 600–624. <https://doi.org/10.1111/j.1548-1360.2010.01071.x>
- FVA, 2014. *Irاندوبا: características socioambientais de um município em transformação*, M. S. Rodrigues, C. T. Pedrollo, S. H. Borges, Y. R. Camargo, M. P. Moreira, G. S. Amaral, D. O. Brandão and S. Iwanaga (eds.). Manaus Série Documentos Técnicos Fund. Vitória Amazônica, Manaus.
- Gentil, E., Bezerra, B., Medeiros, L. A. D. and Barnett, A. A. 2021. Predation by white-fronted capuchin monkeys, *Cebus albifrons* on eggs of three species of freshwater turtles in Brazilian Amazonia: solitary nests are also depredated. *J. Nat. History* 55: 1983–1997. <https://doi.org/10.1080/00222933.2021.1977863>
- Gusmão, A. C., Tuyama, C. A., Tuyama, M. C., Gusmão, M. C. C. and Ferrari, S. F. 2017. Extension of the geographic distribution of *Cebus unicolor* Spix, 1823, in Mato Grosso, Brazil. *Neotrop. Primates* 23: 46–47.
- Hernández-Camacho, J. and R. W. Cooper, 1976. The non-human primates of Colombia. In: *Neotropical Primates: Field Studies and Conservation*, R. W. Thorington and P. G. Heltne (eds.), pp.35–98. National Academy of Sciences, Washington D. C.
- Humboldt, A. von and Bonpland, A. 1812. *Recueil d'observations de zoologie et d'anatomie comparée, faites dans l'océan atlantique dans l'intérieur du nouveau continent et dans la mer du sud pendant le années 1799, 1800, 1801, 1802 et 1803. viii, pt. 2, vol. 1*, Paris.
- Iwanaga, S. 2004. Levantamento de mamíferos diurnos de médio e grande porte no ParNa do Jaú. In: *Janelas para a Biodiversidade no Parque Nacional do Jaú: uma estratégia para o estudo da biodiversidade na Amazônia*, S. H. Borges, S. Iwanaga, C. C. Durigan and M. R. Pinheiro (eds.), pp.195–207. Fund. Vitória Amazônica, Manaus.
- Jack, K. M. and Campos, F. A. 2012. Distribution, abundance, and spatial ecology of the critically endangered Ecuadorian capuchin (*Cebus albifrons aequatorialis*). *Trop. Conserv. Science* 5: 173–191. <https://doi.org/10.1177/194008291200500207>
- Kasecker, T. 2006. Efeito da estrutura do hábitat sobre a riqueza e composição de comunidades de primatas da RDS Piagaçu-Purus, Amazônia Central, Brasil. MSc thesis in Ecology, Inst. Nacional Pesquisas da Amazônia, Manaus, Brazil.
- Lebrão, C., Rosa, L. M. V., Paim, F. P., Nassar, P. M., El Bizri, H. R. and Silva, F. E. 2021. Community-based ecotourism and primate watching as a conservation tool in the Amazon rainforest. *Int. J. Primatol.* 42(4): 523–527. <https://doi.org/10.1007/s10764-021-00226-2>
- Lima, M. G., Buckner, J. C., Silva-Júnior, J. D. S. E., Aleixo, A., Martins, A. B., Boubli, J. P., Link, A. and Lynch Alfaro, J. W. 2017. Capuchin monkey biogeography: understanding *Sapajus* Pleistocene range expansion and the current sympatry between *Cebus* and *Sapajus*. *J. Biogeogr.* 44: 810–820.
- Marsh, C., Link, A., King-Bailey, G. and Donati, G. 2016. Effects of fragment and vegetation structure on the population abundance of *Ateles hybridus*, *Alouatta seniculus* and *Cebus albifrons*, Magdalena Valley, Colombia. *Folia Primatol.* 87: 17–30. <https://doi.org/10.1159/000443929>
- Matthews, L. 2009. Activity patterns, home range size, and intergroup encounters in *Cebus albifrons* support existing models of capuchin socioecology. *Int. J. Primatol.* 30: 709–728. <https://doi.org/10.1007/s10764-009-9370-1>
- Norconk, M., Thompson, C. L., Vreedzaam, A., Atsalis, S., Ledogar, J. A., Landburg, C. and Wright, B. W. 2025. Ecological resilience in a primate community affected by gold mining in Suriname. *Biotropica* 57(2). <https://doi.org/10.1111/btp.70007>
- Palacios, E. and Peres, C. 2005. Primate population densities in three nutrient-poor Amazonian *terra firme* forests, south-eastern Colombia. *Folia Primatol.* 76: 135–145. <https://doi.org/10.1159/000084376>
- Peres, C. A. and Cunha, A.A. 2011. *Manual para censo e monitoramento de vertebrados de médio e grande porte por transecção linear em florestas tropicais*. Wildlife Conservation Society, New York, NY.
- Rocha, A., Barnett, A. A. and Spironello, W. R. 2024. The Last Surviving Population of *Cacajao ouakary* (Spix, 1823) (Pitheciidae, Primates) in an *Igapó* Forest in the Manaus Metropolitan Region, Central Amazonia, Brazil. *Neotrop. Primates* 30(1) [this issue].
- Rocha, A. 2017. Disponibilidade de recursos e antropização estruturando a assembleia de primatas na floresta de *igapó*. MSc Thesis in Ecology, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Brazil.
- Ruiz-García, M., Castillo, M. I., Vásquez, C., Rodríguez, K., Pinedo-Castro, M., Shostell, J. and Leguizamón, N. 2010. Molecular phylogenetics and phylogeography of the white-fronted capuchin (*Cebus albifrons*; Cebidae, Primates) by means of mtCOII gene sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 57(3): 1049–1061.

- Soini, P. 1986. A synecological study of a primate community in the Pacaya-Samiria National Reserve, Peru. *Primate Conserv.* 7: 63–71.
- Spironello, W. R., Barnett, A. A., Jucá, T., Sobroza, T. V., Rylands, A. B., Mittermeier, R. A., Azevedo, R. B. Buss, G. Jerusalinsky, L., Silva-Jr., J. S. and Lynch, J. W. 2023. Primates of Brazilian Amazonia: Knowledge, Research Gaps, and Conservation Priorities. In: *Amazonian Mammals: Current Knowledge and Conservation Priorities*, W. R. Spironello, A. A. Barnett, J. W. Lynch, P. E. Bobrowiec and S. A. Boyle (eds.), pp.73–109. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-43071-8_4
- Spix, J. B. von, 1823. *Simiarum et vespertilionum Brasiliensium species novae, ou Histoire naturelle des espèces nouvelles de singes et de chauves-souris, observées et recueillies pendant le voyage dans l'intérieur du Brésil*. Typis Francisci Seraphici Hübschmanni, Monaco.
- Terborgh, J. 1983. *Five New World Primates: A Study in Comparative Ecology*. Princeton University Press, Princeton.
- Vidal, M. D., Santos, P. M. D. C., Simonetti, S. R. and Siciliano, S. 2024. Wildlife ecotourism in Protected Areas of the lower Negro River, Brazilian Amazon: characterization, challenges, and potentials. *Turismo: Visão e Ação* 26. <https://doi.org/10.14210/tva.v26.19646>
- Wehncke, E. and Dominguez, C. 2007. Seed dispersal ecology of non-restricted frugivores, capuchin monkeys in three neotropical forests. *J. Trop. Ecol.* 23: 519–528. <https://doi.org/10.1017/S0266467407004257>

DOI: <https://doi.org/10.62015/np.2024.v30.832>

THE LAST SURVIVING POPULATION OF CACAJAO OUAKARY (SPIX, 1823) (PITHECIIDAE, PRIMATES) IN AN IGAPÓ FOREST IN THE MANAUS METROPOLITAN REGION, CENTRAL AMAZONIA, BRAZIL

Alessandro Rocha^{1,2}, Adrian A. Barnett^{1,3}, Wilson R. Spironello^{1,4}

¹ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Grupo de Pesquisa de Mamíferos Amazônicos (GPMA), Manaus, Amazonas state, Brazil. E-mail: <alessandrorocha.eco@gmail.com>

² Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Laboratório de Ecologia Aplicada e Conservação (LEAC), Ilhéus, Bahia state, Brazil

³ Department of Life Sciences, University of Roehampton, London, UK

⁴ Instituto Nacional da Mata Atlântica (INMA), Santa Teresa, Espírito Santo, Brazil

Abstract

The golden-backed uacari (*Cacajao ouakary*) has a broad geographic range across Colombia, Venezuela, and Brazil, but its distribution is patchy due to its reliance on specific *igapó* floodplain habitats adjacent to *terra firme* forest. Despite this wide range, the species occurs only in fragmented pockets of suitable habitat and has previously been studied only in minimally disturbed areas. In this study, we investigated the presence and conservation status of the golden-backed uacari in anthropogenically impacted *igapó* near Manaus, Amazonas, Brazil. Over a period of 16 months, we used semi-structured interviews and linear transect surveys to assess threats and population status. The species is not hunted, and only 5% of respondents (n = 3 out of 60) confirmed its presence in the region. During extensive fieldwork, only two sightings were recorded, both in the 1,840 ha fragment of *igapó* forest that lacks substantial adjacent *terra firme*, limiting seasonal movements. These individuals appear to represent an isolated remnant population, likely the last of their kind in the area. Given the ongoing loss and fragmentation of habitat, this population faces a high risk of local extinction unless urgent conservation measures are implemented.

Keywords: conservation, fragmentation, landscape ecology, Pitheciidae, uacaris

Resumo

O uacari-de-costas-douradas (*Cacajao ouakary*) possui uma ampla distribuição geográfica, sendo encontrado na Colômbia, Venezuela e Brasil. No entanto, sua ocorrência é restrita a bolsões de habitat de *igapó* adequados, adjacentes à terra firme, o que resulta em uma distribuição não uniforme ao longo de sua área de ocorrência. Até o momento, a espécie havia sido estudada apenas em áreas pouco impactadas. Neste estudo, investigamos a presença do uacari-de-costas-douradas em *igapós* impactados por atividades humanas, nas proximidades da cidade de Manaus, Amazonas, Brasil. Durante 16 meses, utilizamos entrevistas semiestruturadas e transectos lineares para estabelecer um perfil de ameaças à conservação da espécie. O uacari não foi considerado alvo de caça, e apenas 5% dos entrevistados (n = 3 de 60 entrevistas válidas) relataram sua presença regional. Ao longo da pesquisa de campo, obtivemos apenas dois registros visuais da espécie. As observações ocorreram em um fragmento de *igapó* de 1.840 ha com pouca terra firme adjacente para migração sazonal. Esses indivíduos encontram-se isolados em escala da paisagem, sendo provavelmente os últimos sobreviventes locais da espécie. Diante da contínua perda e fragmentação do habitat, essa população corre sério risco de extinção local em um futuro próximo, caso não seja implementado nenhum plano de conservação da espécie.

Palavras chave: conservação, ecologia da paisagem, fragmentação, Pitheciidae, uacaris

Introduction

Landscape Ecology has two central dimensions: an ecological one, emphasizing the spatial context of ecological processes and their importance for biological conservation, and a geographical one, which studies the impact of human activities on regional landscapes (Metzger,

2001). For primate conservation, knowledge of the ecological and geographical themes of landscape ecology is invaluable. These elements can be especially important when species have broad geographical ranges but are not evenly distributed within them, being instead restricted to pockets of suitable habitat (Pita et al., 2013).

The golden-backed uacari (*Cacajao ouakary*) has a wide geographic distribution, being found in Colombia, Venezuela, and Brazil. However, its occurrence is restricted to seasonally flooded riparian forests (*igapó*) with adjacent areas of *terra firme* (never-flooded forest) and therefore does not occur uniformly throughout its range. Accessibility to these habitats also plays a critical role in its presence. For instance, the golden-backed uacari appears to be absent from all river islands in Anavilhanas National Park, despite the presence of extensive *igapó* formations (Ferreira Neto et al., 2021). These islands are separated from the continental riverbanks by large areas of open water.

The lack of homogeneity in the distribution of a species hinders conservation strategies and increases the risk of local extinctions (Michalski and Peres, 2005). Furthermore, although the human impacts of selective logging and habitat fragmentation have been well documented for primates in non-flooded Amazonian forests (Marsh, 2013), these aspects have been little studied in *igapó* forests, where uacaris are found (Myster, 2018).

For the present study, we focused specifically on *igapó*, a habitat of fundamental importance for the golden-backed uacari (Barnett et al., 2015). *Igapó* is a forest seasonally flooded by rivers with waters poor in inorganic nutrients but rich in tannins and organic acids (Junk et al., 2015), with marked seasonal pulses in fruit availability (Parolin et al., 2002). In *igapó* forests, many tree species are water-dispersed (Correa et al., 2015a), and these seeds tend to accumulate in large floating mats (Antunes et al., 2019). They are subject to intense predation both while floating (Correa et al., 2015b) and later, when they germinate and sprout during the dry season (Antunes et al., 2019). Although it is primarily a seed predator, *Cacajao ouakary* also plays an important role as a seed disperser for species such as *Escheweilera tenuifolia* (Lecythidaceae), *Duroia velutina* (Rubiaceae), *Inga rhynchocalyx* (Fabaceae) and *Macrolobium acaccifolium* (Fabaceae) (Barnett et al., 2012), which are dominant in regional *igapó* forests, along with species of the genera *Micropholis* and *Pouteria* (Sapotaceae) (Barnett et al., 2015).

The specialized diet of *Cacajao ouakary*, consisting of hard-shelled fruits (Barnett et al., 2013), together with its seasonal movements between habitats in search of resources (Barnett, 2010), make the species particularly vulnerable to anthropogenic impacts, hinder conservation strategies and increase the risk of local extinctions (Michalski and Peres, 2005).

In Brazil, the area inhabited by *Cacajao ouakary* is bounded to the south by the Solimões and Japurá rivers. The western extension of its range is bounded by the Apaporis River and the La Macarena Mountains in Colombia, while the northern limits occur near the Guaviare River in Colombia, the Negro River, the Cassiquiare Canal, and

the Orinoco River in Brazil and Venezuela (Boubli et al., 2008; Bertuol, 2015) (see Fig. 1). The taxonomic nomenclature has varied over time, but recent biogeographic, morphological, and molecular evidence supports the use of *C. ouakary* for populations south of the Negro River (Ferrari et al. 2014; Dias da Silva et al., 2020; Tomanek et al., 2020).

Cacajao ouakary is strongly associated with flooded forests (*igapó* and *várzea*—its equivalent in white waters: Junk et al., 2015) and has never been recorded in dry forests more than 5 km away from flooded forests (Defler, 2001). However, *terra firme* forest is a fundamental resource for the species, as it is phenologically distinct from *igapó*, thus providing complementary food resources at times of the year when these are scarcer in *igapó* (Barnett, 2010; Barnett and Jucá, 2018). Due to its wide distribution, the species is listed by the IUCN, as well as in Brazil (MMA/ICMBio, 2018), as Least Concern (Boubli et al., 2021), but highly vulnerable to anthropogenic action. Until now, this species has only been studied in areas with little impact. Identifying the factors that drive regional extinctions in areas most affected by anthropogenic change is essential. For this reason, we studied *C. ouakary* in anthropogenically impacted *igapó*.

To assess the impacts of human disturbance on a population of uacaris, in this study: (i) we estimated the extent of recent habitat fragmentation at the landscape scale (over the last 40 years); (ii) we interviewed local informants about the presence and hunting of uacaris; (iii) we surveyed the *igapó* habitat to assess uacari densities; and (iv) we assessed the presence of threats and habitat modifications that compromise the species' long-term survival. This allowed us to estimate the degree of current human influence and the effects of management on the regional landscape, as well as the extent of uacari population isolation at the local and regional spatial levels.

Materials and Methods

Study area

The study was conducted in the locality of Açutuba (3°05'S, 60°18'W), an area of approximately 1,840 ha of *igapó* forest in the municipality of Iranduba, 25 km west of Manaus, in the state of Amazonas, Brazil. The area is situated on the right (south) bank of the Rio Negro (Fig. 1), in the easternmost portion of the Negro/Solimões interfluvium. Açutuba is an *igapó* area impacted by humans, located in the Manaus Metropolitan Region (RMM) and lying at the easternmost point of the known distribution of *Cacajao ouakary* (Fig. 1). In general, as in Açutuba, the *igapó* has three main forms: 1) Low *igapó*, characterized by herbaceous and shrubby species, usually present at the edges of the forest, in natural clearings, and in impacted areas; 2) Medium *igapó*, with tree species up to 20 m in height; and 3) High *igapó*, with trees > 20 m in height and DBH ≥ 5 m (Rocha, 2017).

The study area is one of only three remaining forest fragments larger than 1,000 ha in the southern half of the municipality of Iranduba and is part of the Environmental Protection Area of the Right Bank of the Rio Negro (APAMDRN), a region covering 461,740.67 ha that was created in 1995 (Braga, 2016). An Environmental Protection Area (APA) allows for human occupation, but only in a sustainable manner (MMA, 2000), which has not been the case in the Açutuba *igapó*, an area that has been intensively exploited for decades, a situation that worsened after the construction of the Rio Negro Bridge at the end of 2011 (Ramos, 2015). Deforestation has been increasing due to real estate speculation and tourism, both of which are unplanned and disregard the impacts on the landscape, biota, and ecosystem services (FVA, 2014; Ramos et al., 2018), including the *igapó* (Kanai and Schindler, 2019).

The municipality of Iranduba is a ceramics-producing region (Pinheiro, 2015), where human occupation dates back to at least the 7th and 8th centuries (Torres and Pereira, 2007), representing 14 centuries of natural resource exploitation by humans, as illustrated by the fifteen archaeological sites at Lago Limão (Moraes, 2006). This includes potential evidence of non-human primate hunting by indigenous inhabitants (Roosevelt et al., 2002), as well as deforestation to provide charcoal for kilns.

In the last two decades, government-supported development projects in the area have included the Urucu-Coari-Manaus gas pipeline (Menezes, 2011) and the Rio Negro Bridge (Ramos, 2015), with powerful impacts on the socioeconomic and environmental dynamics of the municipality (Ribeiro et al., 2012; FVA, 2014; Kanai and Schindler, 2019). Economic development has brought with it environmental degradation, including an increase in deforestation (FVA, 2014). By March 2014, 605,000 ha of forests had been lost in the MMR, equal to 6% of the total area. While 81% of Iranduba municipality is officially listed as protected land (the highest percentage in the MMR), some 21% of its area was deforested by 2013 (FVA, 2014). This means that at least 2% of deforestation occurred within protected areas.

Census

Primate censuses were conducted using linear transects (Peres and Cunha, 2011), consisting of six trails ranging from 1.1 to 3.5 km in length, with a total coverage of 14 km (Fig. 2). To include as many microhabitats and flood durations as possible, and thus maximize representativeness, these were distributed at distances from the mainland ranging from 0 to 1000 m. To minimize the effects of sampling dependency, the transects were at least 1 km apart or separated by a river (a likely geographical barrier; Mourthé et al., 2022). The transects were surveyed in the morning (7 a.m. to 12 noon) and afternoon (12 noon to 5 p.m.) for 16 months between January 2015 and April 2016. The effort per transect was varied to

standardize coverage per km, and the order was varied to avoid temporal bias. Research activities were interrupted during rainfall. No night censuses were conducted. As the habitat is seasonally flooded, the methodology varied according to the flood pulse; during the low water season, censuses were conducted on foot, but by canoe during flooded periods, following Barnett (2010). The transects were conducted with two samples per month of trails during the flood season and one sample per month of trails during the non-flood season, and 1-2 trails per day, for a total of 240 km during the study. Whenever there was visual or auditory contact with primates, we recorded the type of detection, species, abundance, date and time, meteorological data, perpendicular distance from the center of the group or subgroup (using a Bushnell 6x24 rangefinder), behavioral activity (*ad libitum*), and food resource.

Ethnoprimateology

Following previous ethnoprimateology studies (Fuentes, 2010, 2012), we used the snowball method to select informants by reference groups, a method widely used to document local ecological knowledge (dos Santos et al., 2020) that uses recommendations from one informant to select the next interviewee. The net result is a series of well-connected informants in the community and community leaders with strong communication skills and local knowledge about their territory (Davis and Wagner, 2003). In this study, the informants were residents of the *igapó*, people who fish, hunters, and gatherers who use and have daily contact with the flooded forest. We conducted semi-structured interviews with informants from the riverside community, using a combination of questions and images of primates to confirm species recognition and, at the same time, test the informant's knowledge of Amazonian primates. Of the 63 interviews, 60 were considered valid. Three were excluded because the interviewees provided unrealistic information (confirmation of the occurrence of primate groups from another biome), demonstrating a lack of knowledge about local primates.

Land-use changes

Data on land use changes were obtained from a study conducted by the Vitória Amazônica Foundation on deforestation in the municipality of Iranduba (FVA, 2014), located in the eastern part of the Negro-Solimões interflux and including the study site (Fig. 3).

Historical landscape data analysis revealed a drastic reduction in the forest over the past four decades; with natural vegetation decreasing from 77.3% to only 21.4% between 1980 to 2021 (Fig. 3), so that only 13,209 ha of forest remains in the south of Iranduba municipality (Fig. 4). This mostly occurs in isolated fragments, of which only three were larger than 1000 ha, including our study area (2286 ha, 1840 ha of which was *igapó*). All habitat on the southern bank of the Rio Negro was *igapó* (Fig. 4).

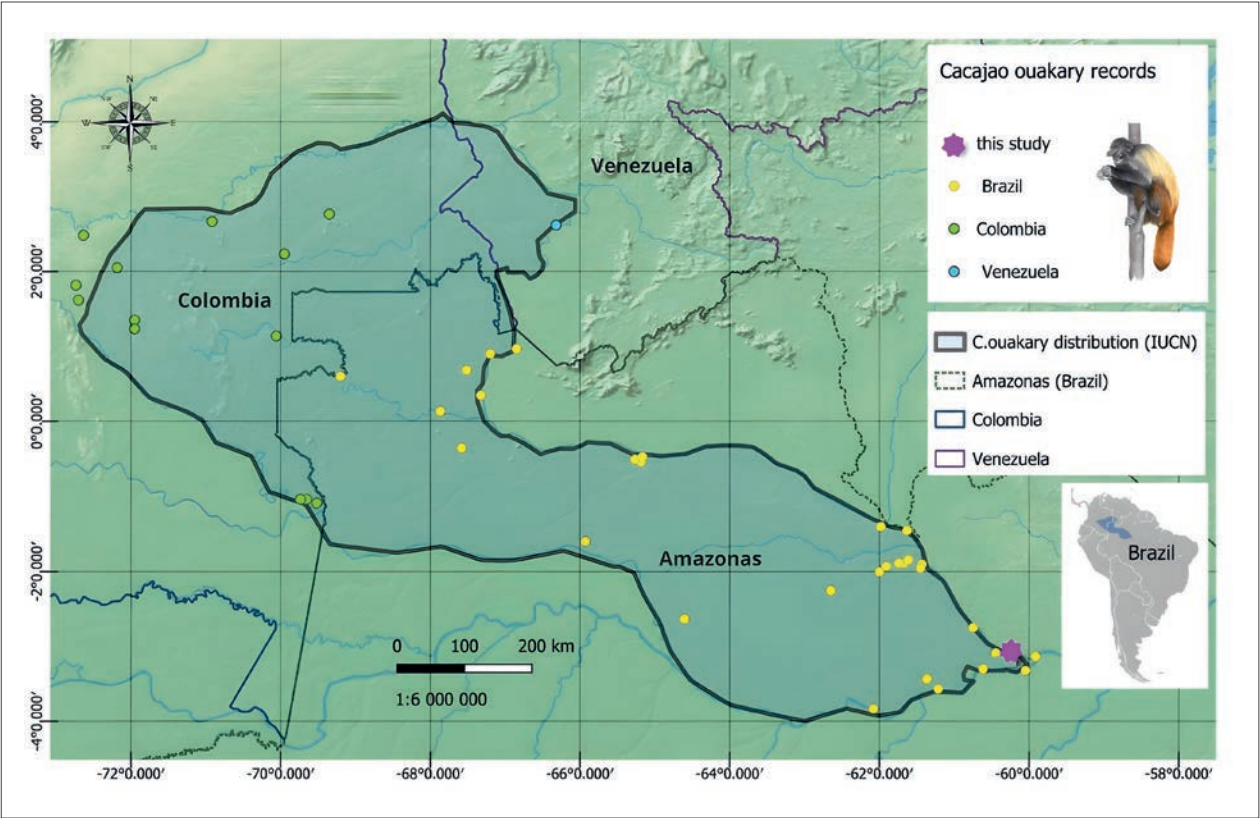


Figure 1. Geographical distribution map for *Cacajao ouakary*, showing this study’s record in the context of other historical records in the Brazil, Colombia and Venezuela.

Results

The current study involved 960 census hours of fieldwork over a period of 16 months. During this period, we had 204 encounters with primate groups of seven species: *Alouatta juara*, *Aotus vociferans*, *Cacajao ouakary*, *Cebus unicolor*, *Sapajus macrocephalus*, *Saimiri cassiquiarensis*, and *Pithecia chryscephala*. Of these, only two of the groups observed were of uacaris (0.98% of all primate encounters). In both cases individuals were seen within the lower canopy of an *igapó* tree, approximately 150 m from the interface between the *igapó* with *terra firme* forest (Fig. 1). The first record (3°06'18"S, 60°17'36"W) was of a single individual resting in a 5m-tall *Eschweilera tenuifolia* tree, and the second (3°05'54"S, 60°16'32"W) was of a group of four individuals foraging in an 8m-tall *Swartzia laevicarpa* (Fabaceae) tree, on pods containing immature seeds (Table 1).

Of a total of 60 interviews, 5% (n = 3) reported the presence of uacaris in the region. However, while 43% (n = 26 records) of respondents reported hunting, or having hunted primates (mainly *Alouatta juara*), uacaris were not cited as a food or hunting resource. In relation to the forest tree species most used and felled in the *igapó* for wood, interviewees cited: *Calophyllum brasiliense* (Calophyllaceae), *Couratari guianensis* (Lecythidaceae) and *Ocotea cymbarum* (Lauraceae) (Table 1).

Discussion and Conclusions

Considering all known records of *Cacajao ouakary* to date, our observations are among the easternmost documented and also among the closest to the city of Manaus. Notably, these are the only records from a fragmented and anthropogenically disturbed area. The proximity to Manaus makes this study the first to report the presence of uacaris in a heavily impacted *igapó* forest, in contrast to previous studies (e.g., Barnett, 2010), which were conducted in relatively undisturbed habitats. A specimen was collected in the municipality of Manacapuru in 1932 (Hershkovitz, 1987), but by the late 1980s, the species was considered extinct in the Lower Rio Negro region (Barnett and da Cunha, 1989). Our findings, however, indicate that while the species is rare in the region, it is not extinct. According to field evidence and ethnobotanical interviews, deforestation in the study region is a daily activity, with selective cutting of large species of high economic value (Table 1). As a result, the uacari population at Açutuba appears to have become extremely reduced, compared to reports of transect-based surveys elsewhere in the interfluvio; for example, while the current study made two sightings of this primate in a 16-month period (960 hours), studies at Jaú National Park, a site with low human impact, recorded five groups in 25.5 hours and nine groups in 168 hours (Barnett et al., 2005). Moreover, at Jaú groups commonly varied between 7-40 individuals,

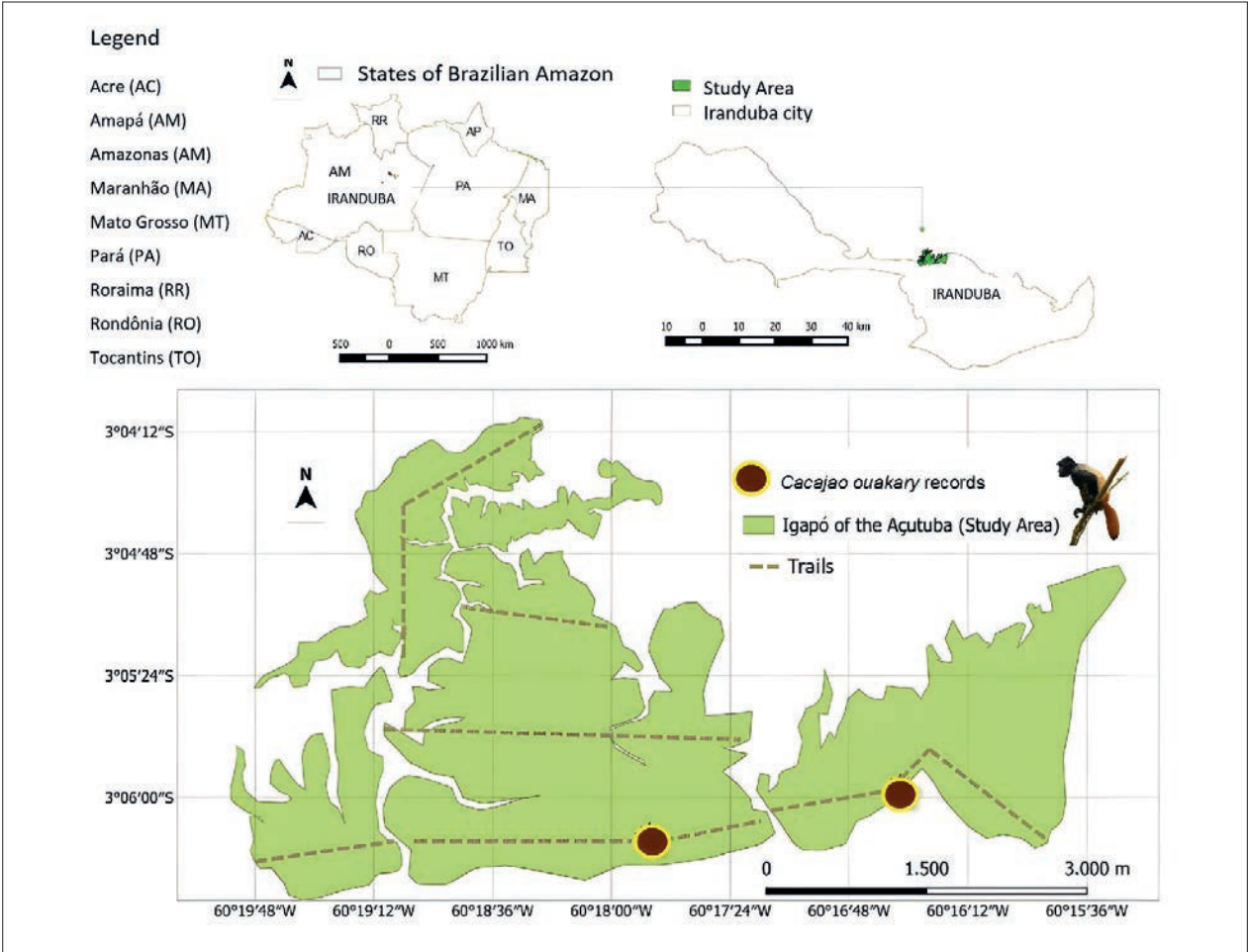


Figure 2. Study area at Igapó of Açutuba, Iranduba Municipality, Amazonas state, Brazil, showing the system of six trails used during field surveys. Circles indicate locations where golden-backed ucaris (*Cacajao ouakary*) were visually recorded.

Table 1. Botanical species used by humans (for wood) and ucaris (for food).

Family	Botanical Species	Local name	Wood use			Food resource used by ucaris	
			(interviews, this study)			This study	Barnett (2010) [includes other species within these families]
Calophyllaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Jacareúba	x				x
Fabaceae	<i>Swartzia laevicarpa</i>	Saboarana	x		x		x
Lauraceae	<i>Ocotea cymbarum</i>	Louro-Inamuí	x				<i>Endlicheria chalisa</i>
Lecythidaceae	<i>Couratari guianensis</i>	Tauari	x				<i>Couratari</i> cf. <i>stellata</i>
	<i>Eschweilera tenuifolia</i>	Macacarecuia			x		<i>Couratari</i> cf. <i>tenuicarpa</i>
Sapotaceae	<i>Manilkara</i> spp.	Maçaranduba	x				<i>Manilkara bidentata</i>

with over 100 animals being recorded together on occasions (Barnett et al., 2005), while in this study no more than four animals were seen together. Additionally, in Jaú, ucaris are one of the most common primates, often constituting some 50% of group sightings (Barnett et al., 2002), whereas in the current study, they represented less than 1% of total primate encounters. At Jáu National

Park, a site some 220 km upriver from Açutuba, ucaris had a density of 10 ind/km² (Barnett et al., 2002; Barnett, 2010), values similar to populations on the Río Apaporis in Colombia (Defler, 2001; Barnett et al., 2013). The lower encounter rates and smaller group sizes recorded in Açutuba indicate a sharply declining population. This may be due to hunting pressure in the past, as well as

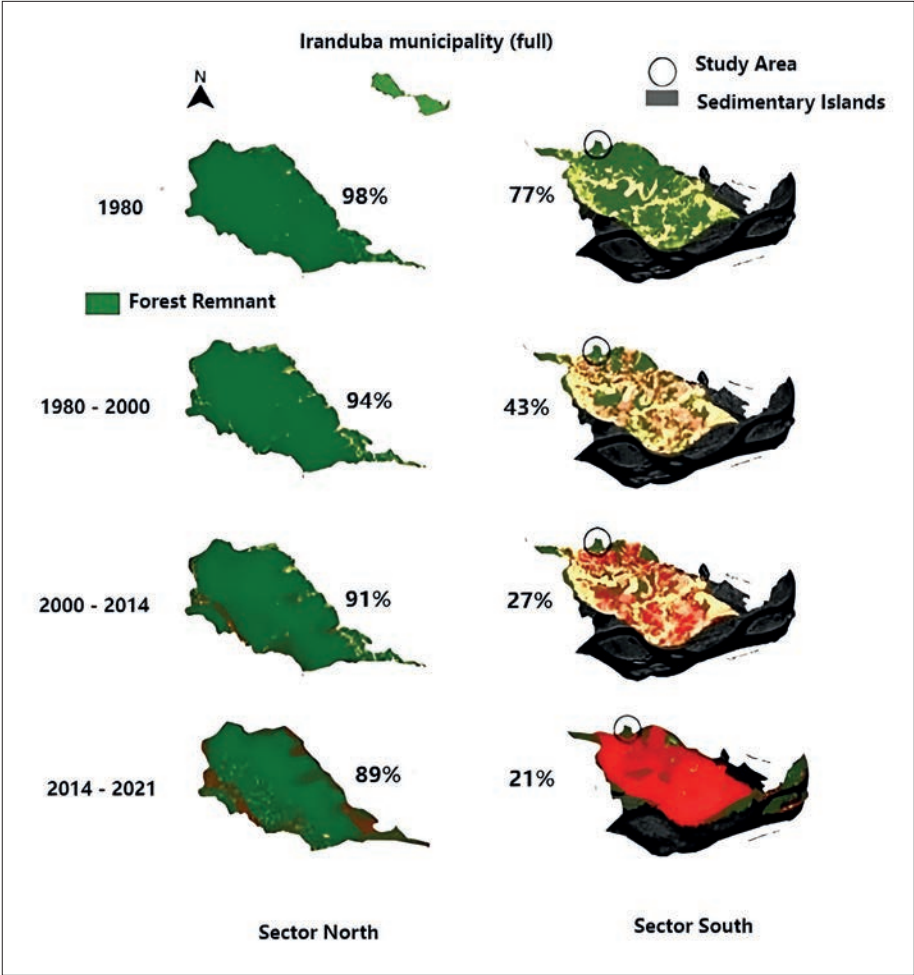


Figure 3. Forest remnants of the municipality of Iranduba (divided into North and South sectors) between 1980 and 2021 (FVA, 2014). The study area is in the South Sector (study site circled in black), the municipal portion that borders Manaus, therefore the most anthropized area.

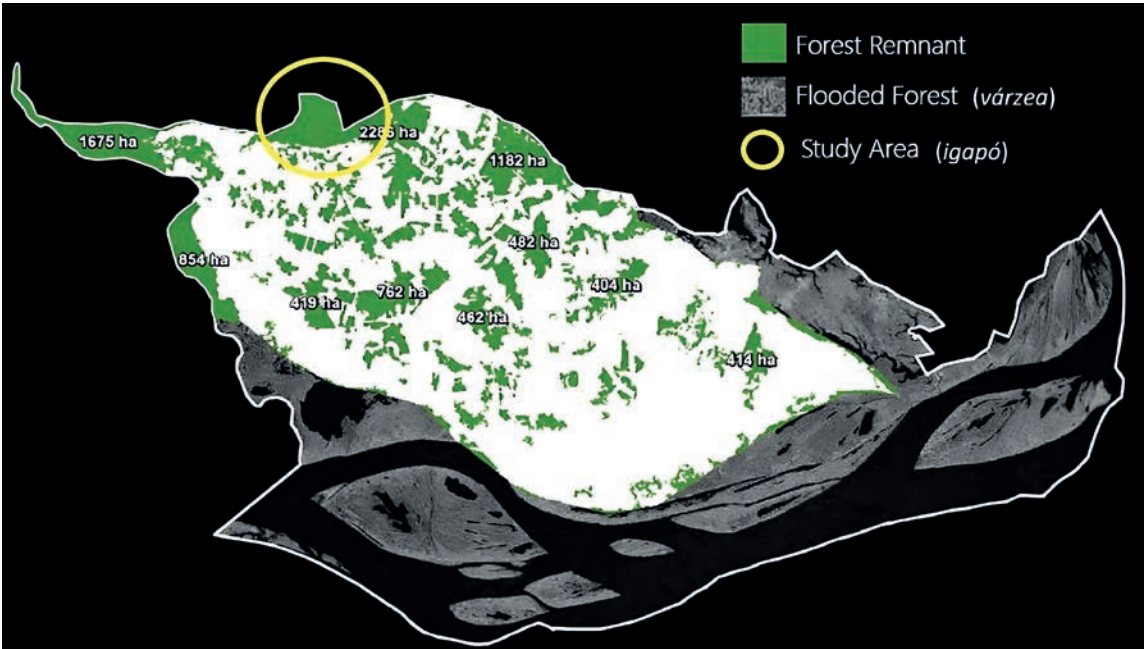


Figure 4. Forest remnants of the municipality of Iranduba sector South (FVA, 2014), showing the size of the study area (2286 ha) and the other largest forest remnants in the region.

current deforestation of the *igapó* and fragmentation of the adjacent *terra firme* forest. Therefore, protecting not only the flooded forest but also its interconnectivity with the *terra firme* forest appears to be critical for the survival of this primate.

Indeed, habitat loss may have an especially acute impact on uacaris as groups are known to migrate between *terra firme* and *igapó* forests seasonally, tracking fruit availability (Barnett et al., 2018; Barnett and Jucá, 2018). An inability to do this, combined with the removal of favoured fruit species (e.g. Maçaranduba, *Manilkara* spp., Sapotaceae) via selective logging, may greatly restrict the capacity of remaining *igapó* to support this primate in viable populations (Barnett, 2010). Additionally, habitat fragmentation of *igapó* impacts both emigration of survivors and immigration of new individuals. The occurrence of circumscribed areas of *igapó* and no access to *terra firme* to offset seasonal dearth in fruit availability in *igapó*, may account for the absence of uacaris on the seasonally-flooded river islands that comprise the Anavilhanas Archipelago upstream of Manaus on the Rio Negro (Ferreira Neto et al., 2021). This form of complex dependency underscores the vulnerability of migratory species, even when the movements occur at a local level (McLeman and Hunter, 2010). Recently criminal forest fires in the region have also impacted and aggravated this scenario (personal observation).

The presence of these multiple drivers leading to the decline of the regional uacari (*Cacajao ouakary*) population, means that the individuals at Açutuba are likely the last survivors of the species locally. Accordingly, we recommend that the study area should be reassessed and recategorized as a conservation unit of a more restricted category, forming a zone of ecological corridors connected to the Jaú National Park to guarantee the conservation of uacaris and other species seasonally or permanently dependent on the regional *igapó* forest ecosystem. This reassessment and recategorization would include the remaining forests in the APAMDRN protected area which form part of the Central Amazon Corridor and are also a core area of the Central Amazon Biosphere Reserve (Queiroz, 2005) and the core area of the Biosphere Reserve (Almeida, 2014). We must intensify faunal and floristic surveys and impact assessments of existing protected areas, as well as currently unprotected flooded forest remnants in the lower Rio Negro. In addition, these areas are a vital source of fisheries protection (Araujo-Lima et al., 1998), reinforcing the importance these areas for wildlife conservation and the self-sufficiency of regional riverine communities.

Acknowledgements

We thank the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) for AR's Master's Degree scholarship; Conservation International and Margot

Marsh Foundation for research funding; and the Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) and the Fundação Vitória Amazônica (FVA) for scientific support. AR thanks field work helpers Antonio Jerimum, José Ribeiro, Joninhas and Aroldo for their dedication. We also thank the owners of Sítio Santa Maria, G. Vieira, L. H. R. Py Daniel and R. de C. G. Mesquita, for their accommodation and logistical support. This is publication n°63 from the GPMA/INPA.

References

- Almeida, C. A. 2014. O mosaico do baixo Rio Negro: conservação da biodiversidade e sustentabilidade na Amazônia. Master's thesis in Sustainable Development, University of Brasília, Brasília, Brazil.
- Antunes, A. C., Baccaro, F., Caetano Andrade, V. L., Ramos, J. F., Da Silva Moreira, R. and Barnett, A. A. 2019. *Igapó* seed patches: a potentially key resource for terrestrial vertebrates in a seasonally flooded forest of central Amazonia. *Biol. J. Linn. Soc.* 128(2): 460–472. <https://doi.org/10.1093/biolinlean/blz101>
- Araujo-Lima, C. A. R. M., Goulding, M., Forsberg, B., Victoria, R. and Martinelli, L. 1998. The economic value of the Amazonian flooded forest from a fisheries perspective. *Internat. Vereinig. für theoret. und angew. Limnol. Verhandlungen* 26(5): 2177–2179. <https://doi.org/10.1080/03680770.1995.11901131>
- Barnett, A. A., Borges, S., de Castilho, C. V. Neri, F. and Shapley, R. L. 2002. Primates of Jaú National Park, Amazonas, Brazil. *Neotrop. Primates* 10(1): 65–70. <https://doi.org/10.62015/np.2002.v10.505>
- Barnett A. A., de Castilho C. V., Shapley R. L. and Anicácio A. 2005. Diet, habitat selection, and natural history of the golden-backed uacari, *Cacajao melanocephalus ouakary*, in Jaú National Park, Brazil. *Int. J. Primatol.* 26: 949–961. <https://doi.org/10.1007/s10764-005-5331-5>
- Barnett, A. A. 2010. Diet, habitat use and conservation ecology of the golden-backed uacari, *Cacajao melanocephalus ouakary*, in Jaú National Park, Amazonian Brazil. Doctoral thesis in Center for Research in Evolutionary Anthropology, Roehampton University, London, UK.
- Barnett, A. A., Boyle, S. A., Pinto, L. P., Lourenço, W. C., Almeida, T., Silva, W. S. and Spironello, W. R. 2012. Primary seed dispersal by three Neotropics seed-predating primates (*Cacajao melanocephalus ouakary*, *Chiropotes chiropotes* and *Chiropotes albinasus*). *J. Trop. Ecology* 28(6): 543–555. <https://doi.org/10.1017/S0266467412000600>
- Barnett, A. A., Bezerra, B. M., Oliveira, M., Queiroz, H. and Defler, T.R. 2013. *Cacajao ouakary* in Brazil and Colombia: patterns, puzzles and predictions. In: *Evolutionary Biology and Conservation of Titis, Sakis and Uacaris*, L. Veiga, A. Barnett, S. Ferrari and M. Norconk (eds.), pp.179–195. Cambridge University Press, Cambridge. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139034210.022>

- Barnett, A. A., Silva, W. S., Shaw, P. J. A. and Ramsay, R. M. 2015. Inundation duration and vertical vegetation stratification: a preliminary description of the vegetation and structuring factors in Borokotóh (hummock *igapó*), an overlooked, high-diversity, Amazonian habitat. *Nordic J. Botany* 33: 601–614. <https://doi.org/10.1111/njb.00744>
- Barnett, A. A. and Jucá, T. 2018. Primates of *igapó* forests. In: *Igapó (Black-water flooded forests) of the Amazon Basin*, R. W. Myer (ed.), pp.121–133. Springer, Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-90122-0>
- Barnett, A. A., Todd, L. M. and Tomanek, P. 2018. A ecologia do uacari-de-costas-douradas (*Cacajao ouakary*) (Pitheciidae) na bacia Amazônica. In: *La Primatología en Latinoamérica 2*, B. Urbani, M. Kowalewski, R. G., Teixeira da Cunha, S. de la Torre and L. Cortés-Ortiz (eds.), pp.219–228. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas.
- Bertuol, F. 2015. Testando limites específicos dos Uacaris pretos sensu Hershkovitz (1987) (Pitheciidae: Primates). Master's thesis, INPA, Manaus, Brazil.
- Boubli, J. P., da Silva, M. N. F., Amado, M. V., Hrbeek, T., Pontual, F. B. and Farias, I. P. 2008. A taxonomic reassessment of *Cacajao melanocephalus* Humboldt (1811), with the description of two new species. *Int. J. Primatol.* 29: 723–741. <https://doi.org/10.1007/s10764-008-9248-7>
- Boubli, J. P., Palacios, E., Urbani, B., Mittermeier, R. A. and Bezerra, B. M. 2021. *Cacajao melanocephalus* (amended version of 2020 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T160875418A191697842. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-1.RLTS.T160875418A191697842.en>. Accessed 22 June 2021.
- Braga, A. R. O. 2016. Estrutura da paisagem e a conectividade entre os fragmentos florestais do entorno da Cidade Universitária do Estado do Amazonas. Master's thesis, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Brazil.
- Carwardine, J., Martin, T. G., Firn, J., Reyes, R. P., Nicol, S., Reeson, A., Grantham, H. S., Stratford D., Kehoe L. and Chadès, I. 2019. Priority Threat Management for biodiversity conservation: A handbook. *J. Applied Ecology* 56: 481–490. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13268>
- Correa, D. F., Álvarez, E. and Stevenson, P. R. 2015a. Plant dispersal systems in Neotropical forests: availability of dispersal agents or availability of resources for constructing zoochorous fruits? *Global Ecol. and Biogeog.* 24: 203–214. <https://doi.org/10.1111/geb.12248>
- Correa, S. B., Costa-Pereira, R., Fleming, T., Goulding, M. and Anderson, J. T. 2015b. Neotropical fish–fruit interactions: eco-evolutionary dynamics and conservation. *Biol. Reviews* 90(4): 1263–1278. <https://doi.org/10.1111/brv.12153>
- Davis, A. and Wagner, J. R. 2003. Who knows? On the importance of identifying “experts” when researching Local Ecological Knowledge. *Human Ecology* 31: 463–489. <https://doi.org/10.1023/A:1025075923297>
- Defler, T. R. 1999. Fission-fusion behaviour in *Cacajao melanocephalus ouakary*. *Neotrop. Primates* 7: 5–8. <https://doi.org/10.62015/np.1999.v7.412>
- Defler, T. R. 2001. *Cacajao melanocephalus ouakary* densities on the lower Apaporis River, Colombian Amazon. *Primate Report* 61: 31–36.
- Dias da Silva, R. H. P., Castro-Sá, M., Baccaro, F., Tomanek, P. and Barnett, A. A. 2020. Juggling options: optimal selection of size-weight combinations of *Albina latifolia* (Fabaceae) pods by *Cacajao ouakary* (Pitheciidae). *Biotropica* 52: 1275–1285. <https://doi.org/10.1111/btp.12835>
- dos Santos, J. S., dos Santos Teixeira, J. V., Guanaes, D. H. A., da Rocha, W. D. and Schiavetti, A. 2020. Conflicts between humans and wild animals in and surrounding protected area (Bahia, Brazil): an ethnozoological approach. *Ethnobiol. Conserv.* 9. <https://doi.org/10.15451/10.15451/ec2020-02-9.05-1-22>
- Ferrari, S. F., Guedes, P. G., Figueiredo-Ready, W. M. B. and Barnett, A. A. 2014. Reconsidering the taxonomy of the Black-faced Uacaris *Cacajao melanocephalus* group (Mammalia: Pitheciidae) from the northern Amazon Basin. *Zootaxa* 3866: 353–370. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3866.3.3>
- Ferreira Neto, G. S., Baccaro, F. B., Spironello, W. R., Gonçalves, A. L. S., Quesada, C. A. and Barnett, A. A. 2021. Soil fertility and anthropogenic disturbances drive mammal species richness and assemblage composition on tropical fluvial islands. *Austral Ecol.* 46: 792–801. <https://doi.org/10.1111/aec.13023>
- Fuentes, A. 2010. Natural/cultural encounters in Bali: Monkeys, temples, tourists, and ethnoprimateology. *Cultural Anthropol.* 25: 600–624. <https://doi.org/10.1111/j.1548-1360.2010.01071.x>
- Fuentes, A. 2012. Ethnoprimateology and the anthropology of the human-primate interface. *Ann. Rev. Anthropol.* (41): 101–117. <https://doi.org/10.1146/annurev-anthro-092611-145808>
- FVA. 2014. Iranduba: características socioambientais de um município em transformação, M. S. Rodrigues, C. T. Pedrollo, S. H. Borges, Y. R. Camargo, M. P. Moreira, G. S. Amaral, D. O. Brandão and S. Iwanaga (eds.), Manaus Série Documentos Técnicos FVA 2.
- Hernández-Camacho, J. and Cooper, R. W. 1976. The nonhuman primates of Colombia. In: *Neotropical Primates: Field Studies and Conservation*. R. W. Thorington Jr. and P. G. Heltne (eds.), pp.35–69. National Academy of Science, Washington DC.
- Hershkovitz P. 1987. Uacaries, New World monkeys of the genus *Cacajao* (Cebidae, Platyrrhini): a preliminary taxonomic review with the description of a new subspecies. *Am. J. Primatol.* 12: 1–53. <https://doi.org/10.1002/ajp.1350120102>
- Junk, W. J., Piedade, M. T. F., Schöngart, J., Cohn-Haft, M., Adeney, J. M. and Wittmann, F. 2011. A classification of major naturally-occurring Amazonian lowland wetlands. *Wetlands* 31(4): 623–640. <https://doi.org/10.1007/s13157-011-0190-7>

- Junk, W. J., Wittmann, F., Schöngart, J. and Piedade, M. T. 2015. A classification of the major habitats of Amazonian black-water river floodplains and a comparison with their white-water counterparts. *Wetl. Ecol. Manag.* 23: 677–693. <https://doi.org/10.1007/s11273-015-9412-8>
- Kanai, J. M. and Schindler, S. 2019. Peri-urban promises of connectivity: linking project-led polycentrism to the infrastructure scramble. *Environ. Plann. A* 51: 302–322. <https://doi.org/10.1177/0308518X18763370>
- Marsh, L. K. 2013. *Primates in Fragments: Ecology and Conservation*. Springer Science and Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-1-4757-3770-7>
- McLeman, R. A. and Hunter, L. M. 2010. Migration in the context of vulnerability and adaptation to climate change: insights from analogues. *Climate Change* 1: 450–461. <https://doi.org/10.1002/wcc.51>
- Menezes, A. L. D. 2011. Gasoduto Urucu-Coari-Manaus: impacto ambiental e socioeconômico na cidade de Manacapuru/AM. Doctoral thesis, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil.
- Metzger, J. P. 2001. O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotrop.* 1: 1–9. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032001000100006>
- Michalski, F., and Peres, C. A. 2005. Anthropogenic determinants of primate and carnivore local extinctions in a fragmented forest landscape of southern Amazonia. *Biol. Conserv.* 124(3): 383–396. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.01.045>
- MMA. 2000. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF, Brazil.
- MMA/ICMBio. 2018. *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume II – Mamíferos*, 1a. ed., Brasília, DF.
- Moraes, C. P. 2006. Arqueologia na Amazônia Central vista de uma perspectiva da região do Lago do Limão. Master's thesis, Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil.
- Myster, R. W. 2018. *Igapó (Black-water flooded forests) of the Amazon Basin*, Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-90122-0>
- Nowak K., Barnett, A. A. and Matsuda, I. 2020. *Primates in Flooded Habitats: Ecology and Conservation*, Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316466780>
- Mourthé, Í., Hilário, R. R., Carvalho, W. D. and Boubli, J. P. 2022. Filtering effect of large rivers on primate distribution in the Brazilian Amazonia. *Frontiers Ecol. Evol.* 10: 857920. <https://doi.org/10.3389/fevo.2022.857920>
- Palacios, E. and Peres, C. A. 2005. Primate population densities in three nutrient-poor Amazonian *terra firme* forests of south-eastern Colombia. *Folia Primatol.* 76: 135–145. <http://dx.doi.org/10.1159/000084376>
- Parolin, P., Armbruster, N., Wittmann, F., Piedade, M. T. F. and Junk, W. J. 2002. A review of tree phenology in central Amazonian floodplains. *Publ. Inst. Nac. Pesq. Amazonia Bot.* 52: 195–222.
- Peres, C. A. and Cunha, A. 2011. *Line-Transect Censuses of Large-Bodied Tropical Forest Vertebrates: A Handbook*. Wildlife Conservation Society, Brasília. <https://ueaeprints.uea.ac.uk/id/eprint/38569>
- Pinheiro, H. A. 2015. Oleiros da vida: trabalho, ambiente e o futuro dos trabalhadores do barro em Iranduba/AM. Doctoral thesis in Environmental Science and Sustainability, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Brazil.
- Pita, R., Mira, A. and Beja, P. 2013. Influence of land mosaic composition and structure on patchy populations: the case of the water vole (*Arvicola sapidus*) in Mediterranean farmland. *Plos One* 8(7): e69976. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069976>
- Queiroz, H. L. 2005. A criação da Reserva Amanã: um importante estágio para a consolidação do embrião do Corredor da Amazônia Central. In: *Os Corredores Ecológicos das Florestas Tropicais do Brasil*, J. M. Ayres, G. A. B. da Fonseca, A. B. Rylands, H. L. Queiroz, L. P. Pinto, D. Masterson et al. (eds.), pp.246–249. Sociedade Civil Mamirauá, Belém.
- Ramos, C. J. P. 2015. Simulação da dinâmica espacial do desmatamento na área dos municípios sob influência direta da ponte do Rio Negro, Amazonas. Master's thesis, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia, Manaus, Brazil.
- Ramos, C. J. P., de Alencastro Graça, P. M. L. and Fearnside, P. M. 2018. Deforestation dynamics on an Amazonian peri-urban frontier: simulating the influence of the Rio Negro Bridge in Manaus, Brazil. *Environm. Manag.* 62(6): 1134–1149. <https://doi.org/10.1007/s00267-018-1097-3>
- Ribeiro, E. M., Machado, A. L. S., Oliveira, E. C. and do Nascimento, E. P. 2012. Comunidades à margem da sustentabilidade: um olhar sobre o Polo Ecoturístico de Iranduba (AM). *Rev. Bras. Ecotur.* 5(1): 11–26.
- Rocha, A. 2017. Disponibilidade de recursos e antropização estruturando a assembleia de primatas na floresta de igapó. Master's thesis in Ecology, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Brazil.
- Roosevelt, A. C., Douglas, J. and Brown L. 2002. The migrations and adaptations of the first Americans: Clovis and pre-Clovis viewed from South America. In: *The First Americans: The Pleistocene Colonization of the New World*, N. G. Jablonski (ed.), pp.159–236. Wattis Symposium Series in Anthropology, California.
- Spix, J. B. 1823. *Simiarum et vespertilionum Brasiliensium species novae, ou Histoire naturelle des espèces nouvelles de singes et de chauves-souris, observées et recueillies pendant le voyage dans l'intérieur du Brésil*. Typis Francisci Seraphici Hübschmanni, Monaco.
- Tomanek, P., Mourthé, I. and Barnett, A. A. 2020. Calls for concern: matching alarm response levels to threat intensities in three Neotropical primates. *Acta Oecol.* 109: 103646. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2020.103646>
- Torres, I. and Pereira, H. 2007. A vida à beira da cidade-história e etnografia do Cacaú Pirêra/Iranduba (AM), *Somanlu* 7(2): 59.

UPDATE TO THE GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF *SAPAJUS NIGRITUS CUCULLATUS* (SPIX, 1823) IN SOUTHERN BRAZIL

Daniel Vilasboas Slomp¹, Gabriela Ludwig², Gerson Buss², Rodrigo Cambará Printes³, Vanessa Barbisan Fortes⁴, Luciana Gosi Pacca², Márcia Maria de Assis Jardim¹

¹ Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul (SEMA/RS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul state, Brazil

² Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Primatas Brasileiros/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (CPB/ICMBio), Cabedelo, Paraíba state, Brazil

³ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Brazil

⁴ Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul state, Brazil

Abstract

The geographical distribution of *Sapajus nigrinus cucullatus* includes the Brazilian states of São Paulo, Paraná, Santa Catarina, and the northern half of Rio Grande do Sul (RS), and extends into the Misiones province of Argentina. The Camaquã River basin in RS, situated along the 31st parallel, is regarded as the southernmost extent of platyrrhine distribution, including *S. n. cucullatus*. However, a comprehensive mapping of this taxon occurrence in RS has yet to be conducted. The subspecies inhabits the Atlantic Forest biome. Nevertheless, historical records from points further south in RS, in the Pampa biome, introduce uncertainty regarding the subspecies' distribution. The objective of this study was to delineate the geographic range of *S. n. cucullatus* in RS. To this end, we evaluated data from scientific surveys, institutional databases, field observations, and information from citizen science platforms. A total of 146 occurrence records for the subspecies were identified in 82 municipalities, with 37 of these occurrences located within legally protected areas. In addition, we noted that the subspecies co-occurs with *Alouatta guariba*. This result supports the hypothesis that the subspecies is closely associated with the Atlantic Forest in the RS, yet also occurs in ecotones with Pampas. The absence of this subspecies to the south of the Ijuí and Jacuí rivers and Lake Guaíba was confirmed, corroborating the southern limit suggested in previous studies. The provenance of the isolated population that inhabits the Porto Alegre/Viamão region remains uncertain. This study expands the existing knowledge about the distribution of *S. n. cucullatus* in RS, confirming subspecies presence or absence in some areas due to environmental factors, and removing incorrect or inaccurate records. Additionally, it identifies the limits imposed on its dispersal by geographical barriers (rivers). Despite the presence of the subspecies in protected areas, it continues to face habitat loss in multiple regions of the state, particularly in the northwest of RS, due to the expansion of agribusiness. It is imperative to safeguard the populations of *S. n. cucullatus* in legally protected areas and to ensure habitat preservation and restoration in order to maintain the subspecies in RS.

Keywords: Atlantic Forest, black-horned capuchin monkey, extent of occurrence, geographic barrier, Platyrrhini

Resumo

A distribuição geográfica do *Sapajus nigrinus cucullatus* inclui os estados brasileiros de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e a metade norte do Rio Grande do Sul (RS), e se estende até a província de Misiones, na Argentina. A bacia do rio Camaquã no RS, situada ao longo do paralelo 31, é considerada a extensão mais ao sul da distribuição de platirrinos, que inclui *S. n. cucullatus*. No entanto, ainda não foi realizado um mapeamento abrangente das ocorrências deste táxon no RS. A subespécie é conhecida por habitar o bioma Mata Atlântica. No entanto, registros históricos de pontos mais ao sul do RS, já no bioma Pampa, introduzem incertezas quanto à distribuição da subespécie. O objetivo deste estudo foi delinear a distribuição geográfica de *S. n. cucullatus* no RS. Para isso, avaliamos dados de pesquisas científicas, bancos de dados institucionais, observações de campo e informações de plataformas de ciência cidadã. Um total de 146 registros de ocorrência da subespécie foi identificado em 82 municípios, com 37 dessas ocorrências localizadas em áreas protegidas. Além disso, identificamos que a subespécie co-ocorre com *Alouatta guariba*. Este resultado corrobora a hipótese de que a subespécie está intimamente associada ao bioma Mata Atlântica no RS, mas também ocorre em ecótonos com o bioma Pampa. A ausência dessa subespécie ao sul dos rios Ijuí e Jacuí e do Lago Guaíba foi confirmada, corroborando o limite sul sugerido em estudos anteriores. A população isolada de *S. n. cucullatus* localizada na região de Porto Alegre/Viamão permanece com origem incerta. Este estudo amplia o conhecimento existente sobre a distribuição de *S. n. cucullatus* no RS, confirmando a presença ou ausência da subespécie em algumas áreas devido a fatores ambientais e removendo registros incorretos ou imprecisos. Além disso, identifica os limites impostos à sua dispersão por barreiras

geográficas (rios). Apesar da presença da subespécie em áreas protegidas, ela continua enfrentando perda de habitat em várias regiões do estado, especialmente no noroeste do RS, devido à expansão do agronegócio. É imperativo salvar as populações de *S. n. cucullatus* em áreas protegidas e garantir a preservação e a restauração do habitat para manter a subespécie no RS.

Palavras-chave: barreira geográfica, extensão de ocorrência, macaco-prego, Mata Atlântica, Platyrrhini

Introduction

The black-horned capuchin monkey (*Sapajus nigritus*, Goldfuss, 1809) is a platyrrhine primate species that exhibits remarkable behavioral and ecological flexibility, allowing it to occupy a diverse range of habitats in Brazil and Argentina. These include lowland ombrophilous forest, submontane and montane ombrophilous forest, deciduous/semideciduous seasonal forest, and riparian forests (Freese and Oppenheimer, 1981; Fragaszy et al., 2004; Vilanova et al., 2005; Aguiar et al., 2011). Furthermore, populations have been documented in secondary forests, in forestry and forest fragments situated in close proximity to crops and orchards (Ludwig et al., 2005; Fortes et al., 2013; Mikich and Liebsch, 2014; Hendges et al., 2017). Additionally, the species has been observed in natural areas adjacent to urban centers, indicating a tolerance for disturbed environments (Pinto et al., 2009; Slomp et al., 2014; Hendges et al., 2017). Ecological flexibility has enabled black-horned capuchin monkeys to occupy such a vast territorial area (Fragaszy et al., 2004; Rylands et al., 2005).

Two subspecies of *Sapajus nigritus* (Goldfuss, 1809) are currently recognized based on morphology: *S. nigritus nigritus* and *S. nigritus cucullatus* (Groves, 2001; Lynch Alfaro et al., 2012; Rylands et al., 2013). The distribution of *S. n. nigritus* encompasses the states of Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro and São Paulo. The northern limit is defined by the Santo Antônio and Doce rivers, which trace the border between the states of Minas Gerais and Espírito Santo. The southern limit is situated north of the Tietê River (Groves, 2001; Rylands et al., 2013; Martins et al., 2017). The form *S. n. cucullatus* exhibits the southernmost distribution, occurring from the south of the Tietê River to the northern half of the state of Rio Grande do Sul (RS) in Brazil. The Paraná River represents a geographical barrier to the western expansion of the taxon, which extends to Misiones in Argentina (Groves, 2001; Rylands et al., 2013; Di Bitetti et al., 2020). Recent genetic analyses have identified two clades in *Sapajus nigritus*, designated as «northern» and «southern», with the boundary between their distributions situated at the Paraíba do Sul River (Szyrwelski et al., 2024), which is distinct from the current limit of the subspecies based on morphology.

In 1888, the naturalist Hermann von Ihering postulated that the distribution of *Cebus* (the former genus name for

all capuchin monkeys, here equivalent to the genus *Sapajus*) in Rio Grande do Sul would be situated to the north of the 30°S parallel, occupying forested regions within the Atlantic Forest. Furthermore, he suggested that the southern limit of the genus would follow a line that did not precisely coincide with the 30°S parallel, but rather with the banks of the Ijuí (Yjuhy) and Jacuí (Jacuhy) rivers. This line continues southwards with the slope of the Serra Geral promontories against the grasslands of Porto Alegre, crossing the Dos Sinos River basin until it reaches the coast (Figure 1). Currently *S. n. cucullatus* populations in RS are predominantly located within the Atlantic Forest biome. Although there are historical records that extend further south, within the Pampa biome, these are situated within the Atlantic Forest domain and within the region designated by UNESCO as Atlantic Forest Biosphere Reserve (Vilanova et al., 2005; RBMA, 2008; Culot et al., 2019).

The 31st parallel is regarded as the southernmost distribution limit for platyrrhine primates (Printes et al., 2001). The Camaquã River basin, situated along the 31st parallel, represents the southernmost limit of the distribution of *Alouatta guariba* (Cabrera, 1940), which has been observed as far south as Santa Galo, 31°10'S, in São Lourenço do Sul, Brazil (Printes et al., 2001). The southernmost populations of *Alouatta caraya* (Humboldt, 1812) have been documented at slightly more northerly coordinates, specifically 30°43'S. Additionally, some individuals of this species have been observed in northern Uruguay, still within the limits of that parallel (Villalba et al., 1995; Jardim et al., 2020). The southernmost range of *Sapajus nigritus cucullatus* is considered to be Rio Grande do Sul (Rylands et al., 2005; Vilanova et al., 2005; Szyrwelski et al., 2024). In the absence of a comprehensive mapping of the distribution of this subspecies within the state, it is presumed that its populations adhere to the same southern limits as those of the other two primate species. It was assumed that the distribution of *Sapajus* populations would be subject to the same factors that have determined the distribution limits of other primates in southern South America, including a reduction in tree species diversity, the gradual predominance of deciduous trees and low winter temperatures (Printes et al., 2001).

The same threats identified for *Sapajus nigritus* at the species level are valid for the subspecies in RS: habitat loss and degradation, hybridization, rural settlements, increasing road and agricultural matrix, hunting and

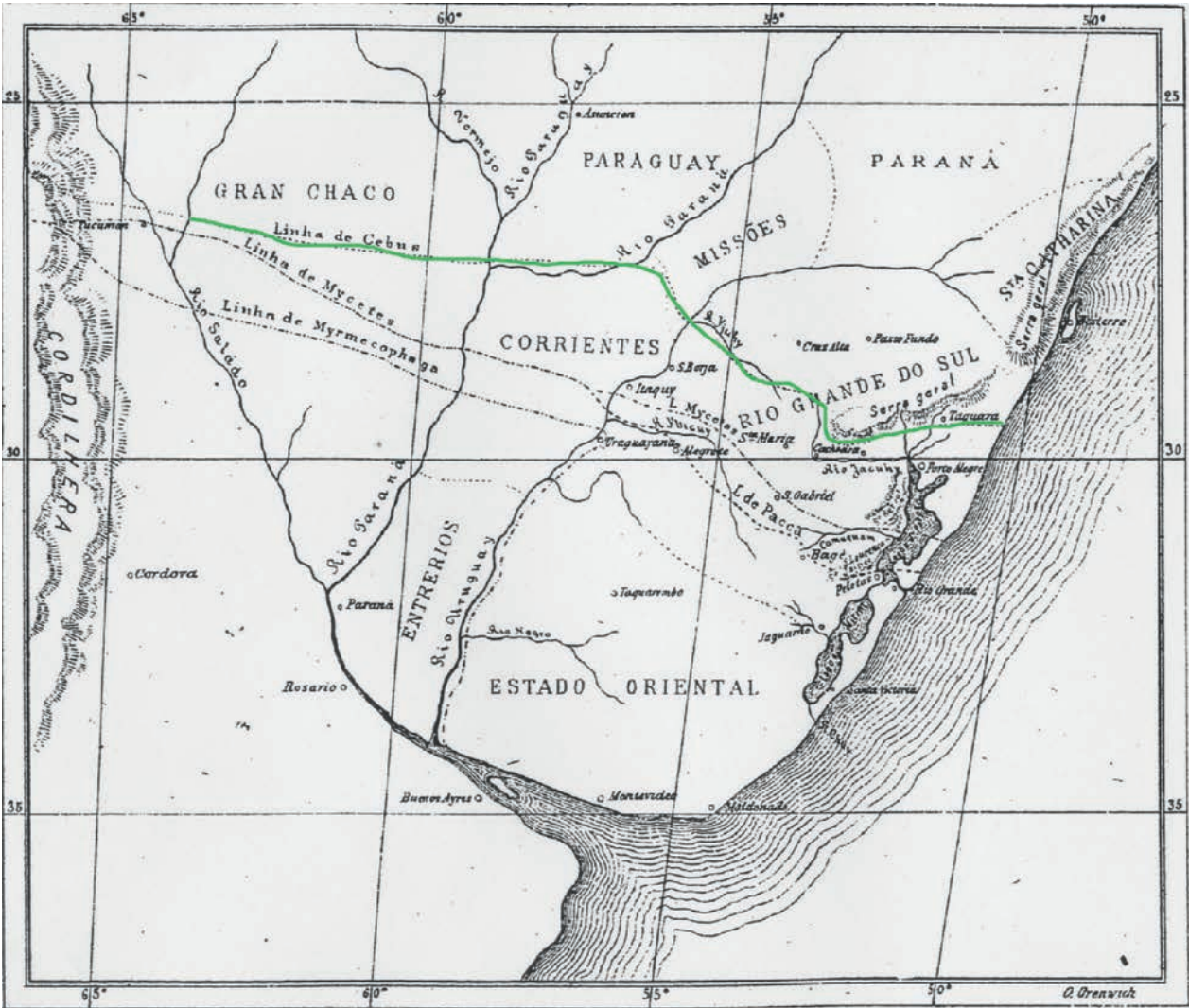


Figure 1. Distribution map of fauna genera, emphasizing the "Cebus" line (green line), adapted from Hermann von Ihering (1888). This line refers to Ihering's hypothesized southern distributional limit to the genus currently recognized as *Sapajus*.

collecting (Martins et al., 2015; Di Bitetti et al., 2020; Ludwig et al., 2022). The Atlantic Forest is characterized by a matrix of pastures, plantations and urban centers, interspersed with remnant forest fragments smaller than 50 ha (Pinto et al., 2009; Ribeiro et al., 2009; Hendges et al., 2017; Butti et al., 2022). Habitat fragmentation can affect populations in a number of ways, including reduction of home range size, changes in food resource availability, isolation of populations and increased vulnerability to stochastic events such as yellow fever epizootics (Ludwig et al., 2006; Bicca-Marques and Freitas, 2010; Silva et al., 2015; Hendges et al., 2017; Martínez de Zorzi et al., 2024). This can ultimately lead to local extinctions. The proximity of fragmented environments to human settlements facilitates frequent interactions between primates and human populations, thereby increasing the potential for conflict, with illegal trade being the most concerning in the case of robust capuchin monkeys (Estrada and Coates-Estrada, 1996; Levacov et al., 2011; Di Bitetti et al., 2020; Slomp et al., 2020; Martínez de Zorzi et al., 2024).

The biogeographical data available indicate a lack of clarity regarding the southern limit of the taxon's range. The aim of the present study is to define the range of *Sapajus nigritus cucullatus* in the state of Rio Grande do Sul and identify its current southern distribution limit. The hypothesis is that, as previously described by Hermann von Ihering (1888) and subsequently observed by Rylands et al. (2005) and Szyrwelski et al. (2024), large rivers can act as geographical barriers in the distribution of the subspecies, and thus represent an important factor in defining the current distribution limits of the taxon in RS.

Methods

This study focused on Rio Grande do Sul (RS) state, the southernmost state in Brazil, which encompasses an area of 281,707 km², divided into 497 municipalities (IBGE, 2020). It is comprised of two biomes: the Atlantic Forest, which encompasses the forest formations of the eastern, northern and northeastern regions, as well as the associated high-altitude grasslands; and the Pampa, which

extends across the grasslands of the southern half and the Missões region (Rambo, 1956; IBGE, 2012).

For this study, information on the occurrence of *Sapajus nigritus cucullatus* in RS was compiled and organized from a variety of sources, including published scientific research, institutional databases, field observations and opportunistic information. Additionally, occurrence records were obtained from digital citizen science platforms, including but not limited to: <https://www.gbif.org/>; <https://www.inaturalist.org/>; <https://www.taxeus.com.br/>; and <https://app.olhaomacaco.com.br/>. Records were also obtained from the System for Reassessing the List of Fauna Species Threatened with Extinction in RS (LIVE, 2014) and the Biodiversity Extinction Risk Assessment System (<https://salve.icmbio.gov.br/>; ICMBio, 2023). The data were classified into three categories based on the level of geographic accuracy: precise, approximate and interview/historical. Data analyses were carried out in ArcMap 10.3 software.

The accuracy of the coordinates of the records was determined based on the information provided in the source of the records. The majority of municipalities in RS have experienced political changes to their original boundaries (Rio Grande do Sul, 2018). To validate the location of the records, we took into account the date of the record and the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) database (2020) to determine the current municipality in which the record was taken. The records were evaluated according to a series of accuracy factors, including: (a) accuracy of taxonomic identification; (b) accuracy of geographic coordinates; (c) divergence between the locality described and the geographical coordinates provided; and (d) changes in municipal boundaries, as described in the Genealogy of the Municipalities of Rio Grande do Sul (Rio Grande do Sul, 2018).

In instances where records were identified as interview or historical (those exceeding 30 years), and their locations were not within the boundaries of precise or approximate records, the researchers conducted fieldwork in those areas to actively search for the presence of the black-horned capuchin monkey and to conduct interviews with local residents. In addition, we contacted managers of the Protected Areas (PAs) and Municipal Environmental Officers in areas of interest.

Distribution area for a species, according to the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES), is the smallest area that is needed for a species to survive, including areas for nesting and feeding. It is defined by the shortest imaginary boundary that can include all known, inferred, or projected sites of a species. In contrast Area of Occupancy (AOO) is a scaled metric that represents the area of suitable habitat currently occupied by the taxon (CITES, 2024), calculated adding the forested areas in which the

taxon occurs. Distribution area and AOO were calculated based on the valid occurrence records. The updated map of the distribution area has been compiled using data from extant populations only.

The distribution area was calculated using the QGIS 3.38.5 program. The AOO was calculated using the MAP-Biomias 9.0 collection on the Google Engine platform, where the forest formation class was extracted within the distribution area in RS. The polygons whose extension overlapped the valid records of the species were considered AOO, and these areas were calculated and summed.

Our analysis quantified the proportion of records occurring in protected versus unprotected lands and in rural versus urban localities. The potential occurrence of *Sapajus nigritus cucullatus* in additional protected areas was predicted based on the information provided in these areas' management plans, which indicated the potential occurrence of the subspecies in these areas. At sites where capuchins have been confirmed, the study quantified the degree of geographic overlap with other native primates.

Results

Initially, a total of 158 records of occurrence of *Sapajus nigritus cucullatus* were identified, encompassing 91 municipalities within the state of RS. The records were grouped according to the pre-established system as 89 precise records, 36 approximate records, and 33 interview or historical records (Supplemental Material, available on-line). Following a comprehensive evaluation of all available records, a total of 146 were confirmed and 12 were refuted.

A review of occurrence records in the "interview" or "historical" category revealed that seven were unsubstantiated due to discrepancies between the location described in the record and the municipality/locality identified. This discrepancy may be attributed to three potential causes: imprecise geographical coordinates, an erroneous description of the locality of origin, or a modification in the municipal political geography. Four records classified as interviews were excluded from the analysis due to uncertainty regarding the taxonomic identification of the specimens in question, resulting from fieldwork conducted at the locations where the records were made. Ultimately, one historical record was rejected on conclusive evidence indicating that the subspecies in question had become extinct at the local level within the protected area, Passo Fundo National Forest.

Using the remaining 146 valid records for RS, the geospatial distribution area was estimated at 96,045 km² and for the suitability of the AOO, 12,563 Km². Ninety-five validated records were from rural regions and 51 from urban or peri-urban areas. In RS state, the subspecies is primarily distributed within the Atlantic Forest biome (91% of

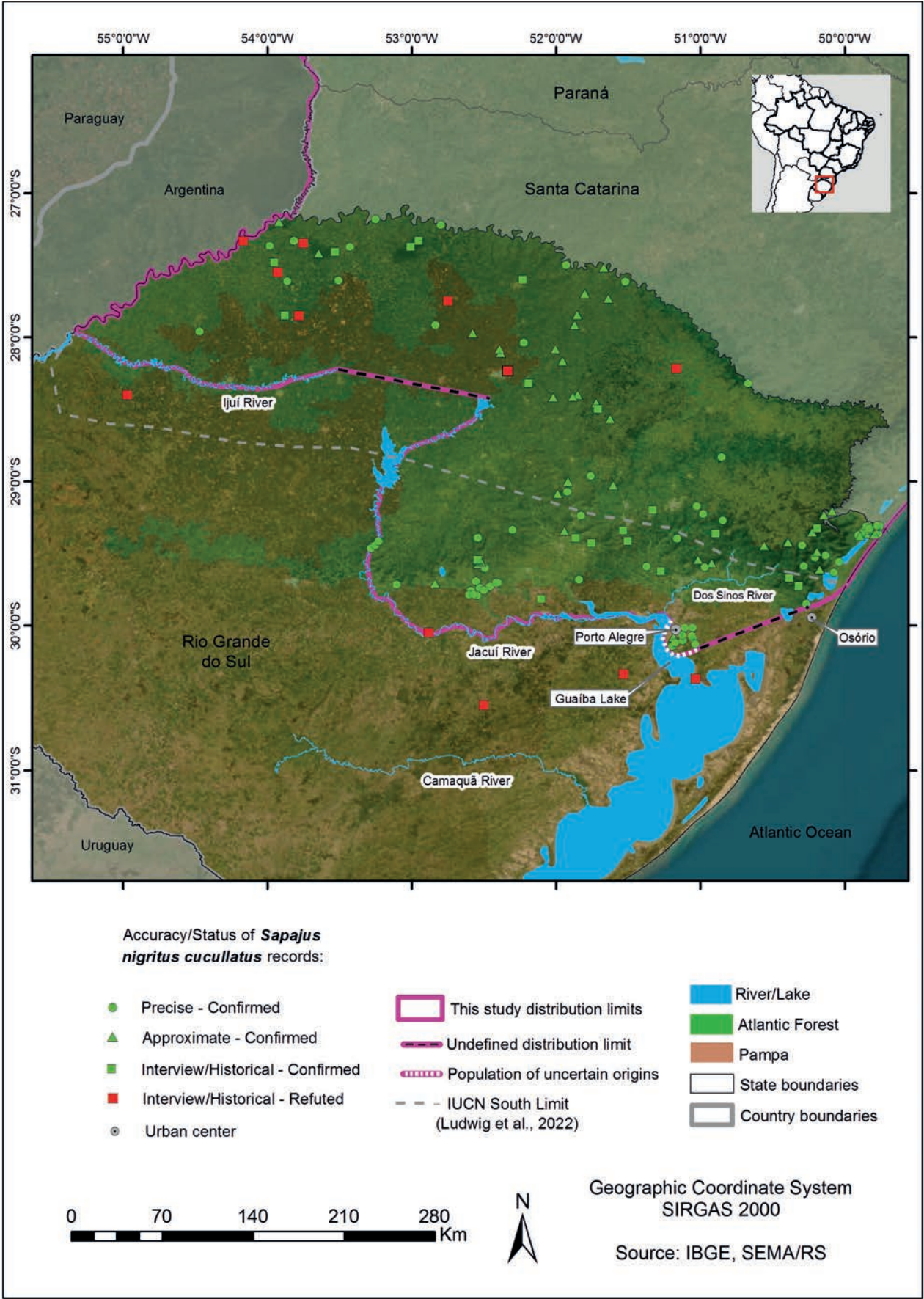


Figure 2. Distribution of records relating to the occurrence of *Sapajus nigritus cucullatus* in the state of Rio Grande do Sul (RS), Brazil, as confirmed or refuted in the present study.

valid records), although it has also been documented in the Pampa biome (9% of valid records) (Figure 2).

The presence of *Sapajus nigrinus cucullatus* was identified in 37 Protected Areas defined by the Brazilian National System of Conservation Units, that include environmental conservation units and indigenous lands, as well as other protected area categories with some degree of legal protection. It also suggests the potential occurrence of the taxon in an additional ten protected areas, based on the existence of populations inhabiting nearby areas identified in the management plans of the protected areas (Table 1). The subspecies was observed to co-occur with *Alouatta guariba* in at least 25 locations (Table 1;

Supplemental Material, available on-line). Conversely, no areas of co-occurrence with *A. caraya* have been identified.

Discussion

The subspecies *Sapajus nigrinus cucullatus* is closely associated with the Atlantic Forest biome in Rio Grande do Sul, Brazil, yet it also occurs in some ecotones with the Pampa biome. The Ijuí and Jacuí rivers and Guaíba Lake act as barriers to the distribution of this subspecies, although the riparian forests serve as corridors, facilitating the extension of local population distributions along their banks. The black-horned capuchin monkey populations

Table 1. Protected Areas in Rio Grande do Sul with records of confirmed or potential occurrence of *Sapajus nigrinus cucullatus*.

Protected Area	Occurrence of <i>Sapajus nigrinus cucullatus</i>	
	Confirmed	Potential
Indigenous Territory/Terra Indígena (TI)	TI do Nonoai; TI do Rio da Várzea; TI da Guarita; TI Inhacorá; TI Kaingang de Iraí	TI Campo Bonito; TI Mato Castelhana; TI Guarani Barra do Ouro; TI Varzinha
Biological Reserve/Reserva Biológica (REBIO)	REBIO Mata Paludosa; REBIO da Serra Geral; REBIO Moreno Fortes	/
Ecological Station/Estação Ecológica (ESEC)	ESEC de Aratinga	/
National Park/Parque Nacional (PARNA)/State Park/Parque Estadual (PE)/Municipal Nature Park/Parque Natural Municipal (PNM)	PARNA da Serra Geral; PARNA de Aparados da Serra; PE do Turvo; PE do Papagaio Charão; PE da Quarta Colônia; PE do Espigão Alto; PE de Itapeva; PNM Mata do Rio Uruguai Teixeira Soares; PNM de Sagrisa; PNM de Sertão; PNM da Ronda; PNM Dois Lajeados; PNM Arcângelo Busatto; PNM da Gruta	/
National Forest/Floresta Nacional (FLONA)	FLONA de São Francisco de Paula	/
Environmental Protection Area/Área de Proteção Ambiental (APA)	APA Rota do Sol; APA do Banhado Grande; APA Morro de Osório	APA de Riozinho; APA do Caraá; APA dos Arroios 12 e 19; APA do Rio Suzana
Relevant Ecological Interest Area/Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE)	ARIE do Morro Ferrabraz	/
Private Natural Heritage Reserve/Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN)	RPPN Pró-Mata; RPPN da UNISC	RPPN O Bosque
Other Protected Area Category	Cinturão Verde de Santa Cruz do Sul; Zona Especial de Proteção Ambiental Morro Gaúcho; Zona de Interesse Turístico Morro Botucará; Refúgio de Vida Silvestre da UFRGS; Parque da Cascata de Nova Hartz; Parque Particular Vale da Ferradura; Reserva Ecológica Particular da Olaria	Balneário Municipal Santa Rita de Farroupilha
Total	37	10

are primarily distributed in rural areas within the municipalities, as well as in protected areas. This distribution pattern is favorable for the long-term conservation of this taxon, as it reduces the likelihood of conflicts with humans.

The role of rivers as geographical barriers to the dispersal of taxa has been demonstrated in numerous primate species (Wallace, 1854; Boubli et al., 2015; Buckner et al., 2015; Lynch Alfaro et al., 2015; Printes et al., 2018). The difficulty for *Sapajus* to cross large rivers provides a partial explanation for the geographical limits of the genus (Rylands et al., 2005; Silva et al., 2013; Boubli et al., 2015) and the species boundaries within the genus (Aguiar et al., 2007, 2011). The occurrence records of *Sapajus nigritus cucullatus* in RS are consistent with our distribution hypothesis, which suggests that large water bodies are associated with the southern limit of the subspecies, as previously suggested by Ihering (1888). The absence of the black-horned capuchin monkey to the south of these water bodies was confirmed despite the existence of suitable habitats. For example, in the Serra do Sudeste region, which is distinguished by dense formations of semideciduous seasonal forest (Overbeck et al., 2009; Hasenack et al., 2023) that provide habitat for several populations of *Alouatta guariba* (Printes et al., 2001; Codenotti and Silva, 2004; Slomp et al., 2014), no capuchin monkeys were observed during the fieldwork. Consequently, all records of the subspecies, which were based on interviews, were refuted following field investigations due to the high probability of misidentification of the subspecies or the capuchins' potential local extinction over time.

Some regions of RS appear to lack a discernible geographical barrier to the distribution of the subspecies, suggesting that additional factors may be responsible for constraining their expansion. The absence of black-horned capuchin monkeys in a given environment may be related to unfavorable conditions, including environmental factors such as low forest quality and low temperatures (Printes et al., 2001; Souza, 2013) or anthropogenic factors such as highly fragmented landscapes and reduced matrix permeability (Pinto et al., 2009; Silva et al., 2015; Hendges et al., 2017). To illustrate, the north-western portion of the state is situated within the Pampa biome, which is known for its reduced diversity of tree species (an environmental factor). Furthermore, this region also exhibits a high level of agribusiness activity, resulting in the lowest rates of forest cover in Rio Grande do Sul (approximately 5%) (SFB, 2018). This has led to an extremely fragmented matrix (an anthropogenic factor). However, the current data set is insufficient to determine whether any of these unfavorable conditions may have contributed to the absence of the subspecies to the south of the undefined area delineated in this study.

Sapajus nigritus cucullatus predominantly inhabits forest habitats within the rural regions of RS. This pattern has

been observed in other *Sapajus* species, that also consistently appear to occur in rural landscapes at a greater frequency than in urban environments (Estrada et al., 2012; Agostini et al., 2015; Grande et al., 2020). Conflict between local farmers and capuchin monkeys has been documented in RS, as well as in other Brazilian states and Argentina, resulting in a range of adversarial interactions including human aggression toward monkeys through poisoning and hunting (Rocha, 2000; Codenotti et al., 2005; Gonçalves, 2006; Rocha and Fortes, 2015; Martínez de Zorzi et al., 2024). Conversely, the populations of black-horned capuchin monkeys inhabiting urban and peri-urban areas of the RS are the most susceptible to anthropogenic conflicts (Gonçalves, 2006; Maders, 2016; Ribeiro et al., 2019; Slomp et al., 2020; Ehlers et al., 2022). Consequently, populations near urban centers are more at risk than those in rural areas, particularly from urban expansion into their natural habitats.

The present study identified the presence of the taxon in 37 protected areas (Table 1), indicating an increase in the observed occurrence of *Sapajus nigritus cucullatus* in this type of area when compared to previous studies (Prates et al., 1993; Marques, 2003; Codenotti and Silva, 2004; Slomp et al., 2014). The new records of the black-horned capuchin monkey within protected areas can be attributed to two main factors: the implementation of management plans in these areas and an increase in scientific research conducted therein. It is also believed that the subspecies may potentially occur in an additional ten protected areas, collectively representing more than 372,000 ha. The taxon was identified in 19 municipal or private protected areas. These discoveries are worth special attention, as these areas, although smaller in size than federal and state protected areas, represent a significant area of occupation for capuchin monkeys, as their ecological flexibility allows them to inhabit areas as small as 10 ha (Freitas et al., 2005; Gonçalves, 2006; Bicca-Marques et al., 2011; Hendges et al., 2017).

The population of *Sapajus nigritus cucullatus* in the municipality of Osório (29°51'S / 50°15'W) represents the southernmost documented occurrence of the subspecies in natural areas with some degree of connectivity. However, an isolated population is known to exist further south (30°S) (Gomes, 2006; Penter et al., 2008; Slomp et al., 2014), although the controversy surrounding its origin makes it difficult to determine its precise status. Current records indicate that groups of individuals occupy a corridor of forest fragments surrounded by the densely urbanized areas of the municipalities of Porto Alegre, Viamão and Alvorada. These animals move very close to the residential areas and often interact with the human population, entering homes and receiving food supplements. Reports have emerged of instances in which the species has been introduced by local people and, on occasion, captured for domestication as pets (M. M. A. Jardim, pers. comm., 2024).

In the same region, extensive primate surveys have been carried out in recent decades in contiguous forest remnants where the vegetation has Atlantic rainforest characteristics, providing forests suitable for *Sapajus* (Brack et al., 1998; Vilanova et al., 2005; Souza, 2013). However, the only primate species recorded was *Alouatta guariba* (Printes et al., 2010; Buss, 2012; Pires and Cadernartori, 2012; Camaratta et al., 2017). The presence of *Sapajus* was not mentioned by residents in the interviews, not even when they referred to more distant times in the past (Pires and Cadernartori, 2012). On the other hand, it is possible that the subspecies underwent local extinction events in these municipalities or that these populations are relict, considering that archaeofaunal remains of *Sapajus* have been found in the region (Rosa, 2010). Furthermore, a phylogeographic study revealed a genetic signature of the population in this region to be highly similar to that in the geographical distribution of neighboring regions in Rio Grande do Sul (Szynewski et al., 2024). It would be of particular interest for future research to determine whether the population originates from introduced individuals, a recent expansion of populations from the northernmost region, or relict groups from the southern limit of their range.

Our analysis showed that although the subspecies is present in many areas in RS with some degree of legal protection, over two-thirds of the records correspond to unprotected areas where habitat loss is occurring at an accelerated rate (SFB, 2018). Our findings also indicate that the area of occupation for the subspecies was 12,563 Km², considering only the territory of Rio Grande do Sul. This information may be utilized in a future assessment of the conservation status of the black-horned capuchin monkey in the state. Some actions that are essential for the conservation of the subspecies include: (a) monitoring the presence of black-horned capuchin monkeys in currently existing protected areas; (b) protecting the remnants of the Atlantic Forest in RS; (c) maintaining permanent protected areas; and (d) preserving and promoting ecological corridors to ensure genetic connectivity between populations.

References

- Agostini, I., Pizzio, E., De Angelo, C. and Di Bitetti, M. S. 2015. Population status of primates in the Atlantic Forest of Argentina. *Int. J. Primatol.* 36: 244–258. <https://doi.org/10.1007/s10764-015-9821-9>
- Aguiar, L. M., Ludwig, G., Svoboda, W. K., Hilst, C. L. S., Navarro, I. T. and Passos, F. C. 2007. Occurrence, local extinction and conservation of primates in the corridor of the Upper Paraná River, with notes on other mammals. *Rev. Bras. Zool.* 24: 898–906. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752007000400006>
- Aguiar, L. M., Ludwig, G., Roper, J. J., Svoboda, W. K., Navarro, I. T. and Passos, F. C. 2011. Howler and capuchin monkey densities in riparian forests on islands and adjacent shores on the upper Paraná River, southern Brazil. *Neotrop. Primates* 18: 39–43. <https://doi.org/10.1896/044.018.0201>
- Bicca-Marques, J. C. and 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. Conserv. Sci.* 3: 78–89. <https://doi.org/10.1177/194008291000300107>
- Bicca-Marques, J. C., Silva, V. M. and Gomes, D. F. 2011. Ordem Primates. In: *Mamíferos do Brasil*, 2nd ed., N. R. Reis, A. L. Peracchi, W. A. Pedro and I. P. Lima (eds.), pp.107–150. Editora da Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- Boubli, J. P., Ribas, C., Alfaro, J. W. L., Alfaro, M. E., da Silva, M. N. F., Pinho, G. M. and Farias, I. P. 2015. Spatial and temporal patterns of diversification on the Amazon: a test of the riverine hypothesis for all diurnal primates of Rio Negro and Rio Branco in Brazil. *Mol. Phylogenet. Evol.* 82: 400–412. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2014.09.005>
- Brack, P., Rodrigues, R. S., Sobral, M. and Leite, S. L. de C. 1998. Árvores e arbustos na vegetação natural de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Ser. Bot.* 51: 139–166.
- Buckner, J. C., Lynch Alfaro, J., Rylands, A. B. and Alfaro, M. E. 2015. Biogeography of the marmosets and tamarins (Callitrichidae). *Mol. Phylogenet. Evol.* 82: 413–425. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2014.04.031>
- Buss, G. 2012. Conservação do bugio-ruivo (*Alouatta guariba clamitans*) (Primates – Atelidae) no entorno do Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS. Doctoral thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Butti, M., Pacca, L., Santos, P., Alonso, A. C., Buss, G., Ludwig, G., Jerusalinsky, L. and Martins, A. B. 2022. Habitat loss estimation for assessing terrestrial mammalian species extinction risk: an open data framework. *Peer J.* 10: e14289. <https://doi.org/10.7717/peerj.14289>
- Camaratta, D., Chaves, Ó. M. and Bicca-Marques, J. C. 2017. Fruit availability drives the distribution of a folivorous–frugivorous primate within a large forest remnant. *Am. J. Primatol.* 79: e22626. <https://doi.org/10.1002/ajp.22626>
- CITES, Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. 2024. Area of distribution (definition adapted from Resolution Conf. 9.24 (Rev. CoP17, Annex 5). <https://cites.org/eng/node/130905>. Accessed 17 October 2024.
- Codenotti, T. L. and Silva, V. M. 2004. Resultados da enquête sobre ocorrência de primatas no Rio Grande do Sul. *Neotrop. Primates* 12: 283–289. <https://doi.org/10.62015/np.2004.v12.577>
- Codenotti, T. L., Betanin, L., Albuquerque, V. J. and Ferrari, L. 2005. Primeiros registros de ocorrência e densidade populacional do macaco prego *Cebus (Sapajus) nigratus* (Goldfuss, 1809) no Rio Grande do Sul. In: *Programa e Livro de Resumos do XI Congresso Brasileiro de*

- Primatologia*, J. C. Bicca-Marques (ed.), p.87. Sociedade Brasileira de Primatologia, Porto Alegre.
- Culot, L., Pereira, L. A., Agostini, I., Almeida, M. A. B., Alves, R. S. C., Aximoff, I. and Galetti, M. 2019. Atlantic Primates: a dataset of communities and occurrences of primates in the Atlantic forests of South America. *Ecology* 100: e02525. <https://doi.org/10.1002/ecy.2525>
- Di Bitetti, M., Kowalewski, M., Lynch Alfaro, J. and Rylands, A. B. 2020. *Sapajus nigritus* ssp. *cucullatus*, The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T160945956A160945959. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T160945956A160945959.en>. Accessed 17 December 2023.
- Ehlers, L. P., Slaviero, M., Bianchi, M. V., De Mello, L. S., De Lorenzo, C., Surita, L. E. and Sonne, L. 2022. Causes of death in Neotropical primates in Rio Grande do Sul State, Southern Brazil. *J. Med. Primatol.* 51: 85–92. <https://doi.org/10.1111/jmp.12557>
- Estrada, A. and Coates-Estrada, R. 1996. Tropical rain forest fragmentation and wild populations of primates at Los Tuxtlas, Mexico. *Int. J. Primatol.* 17: 759–783. <https://doi.org/10.1007/BF02735263>
- Estrada, A., Raboy, B. E. and Oliveira, L. C. 2012. Agroecosystems and primate conservation in the tropics: a review. *Am. J. Primatol.* 74: 696–711. <https://doi.org/10.1002/ajp.22033>
- Fortes, V. B., Lucas, E. M., Müller, E. S. and D'Agostini, F. M. 2013. Biodiversidade de vertebrados terrestres em agroecossistemas no município de Caxambu do Sul. In: *Região, Sociedade e Ambiente*, Souza-Franco, G. M. and Renk, A. (orgs.), pp.175–204. Argos, Chapecó.
- Fragaszy, D. M., Visalberghi, E. and Fedigan, L. M. 2004. *The Complete Capuchin: The Biology of the Genus Cebus*. University of Cambridge Press, Cambridge. ISBN: 978-0-521-66768-5
- Freese, C. H. and Oppenheimer, J. R. 1981. The Capuchin Monkeys, Genus *Cebus*. In: *Ecology and Behavior of Neotropical Primates*, Vol. 1, A. F. Coimbra-Filho and R. A. Mittermeier (eds.), pp. 331–390. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.
- Freitas, C. H., Setz, E. Z. F. and Gobbi, N. 2005. Home range of *Cebus apella* in forest fragments in the municipality of Franca, SP. In: *Programa e Livro de Resumos do XI Congresso Brasileiro de Primatologia*, J. C. Bicca-Marques (ed.), p.103. Sociedade Brasileira de Primatologia, Porto Alegre.
- Gomes, D. F. 2006. Ecologia cognitiva e forrageio social em macacos-prego, *Cebus nigritus* (Goldfuss, 1809). MSc Thesis, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Gonçalves, C. S. 2006. Distribuição e conservação do macaco-prego (*Cebus nigritus* Goldfuss, 1809) e documentação do conhecimento ecológico local na região do Parque Estadual de Itapeva e arredores, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. MSc thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Grande, T. O., Alencar, R. M., Ribeiro, P. P. and Melo, F. R. 2020. Fragment shape and size, landscape permeability and fragmentation level as predictors of primate occupancy in a region of Brazilian Cerrado. *Acta Sci. Biol. Sci.* 42: 1–15. <https://doi.org/10.4025/actasciobiolsci.v42i1.48339>
- Groves, C. P. 2001. *Primate Taxonomy*. Smithsonian Institution Press, Washington DC. ISBN: 978-1-560-98872-4
- Hasenack, H., Weber, E. J., Boldrini, I. I., Trevisan, R., Flores, C. A. and Dewes, H. 2023. Biophysical delineation of grassland ecological systems in the State of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. *Iheringia, Ser. Bot.* 78: e2023001. <https://doi.org/10.21826/2446-82312023v78e2023001>
- Hendges, C. D., Melo, G. L., Gonçalves, A. S., Cerezer, F. O. and Cáceres, N. C. 2017. Landscape attributes as drivers of the geographical variation in density of *Sapajus nigritus* Kerr, 1792, a primate endemic to the Atlantic Forest. *Acta Oecol.* 84: 57–63. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2017.08.007>
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2020. Área da Unidade Territorial: Área Territorial Brasileira.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2012. Manual técnico da vegetação brasileira. IBGE, Rio de Janeiro. ISBN: 978-85-240-4272-0
- ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). 2023. Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE. <https://salve.icmbio.gov.br/>. Accessed 17 December 2023.
- Ihering, H. von. 1888. Die Vögel der Lagoa dos Patos. Eine Zoo-Geographische Studie. *Zeitschr. Gesamte Ornith.* 4: 142–165.
- Jardim, M. M. A., Queirolo, D., Peters, F. B., Mazim, F. D., Favarini, M., Tirelli, F. P., Trindade, R. A., Bonatto, S. L., Bicca-Marques, J. C. and Mourthe, Í. 2020. Southern extension of the geographic range of black-and-gold howler monkeys (*Alouatta caraya*). *Mammalia* 84: 102–106. <https://doi.org/10.1515/mammalia-2018-0127>
- Levacov, D., Jerusalinsky, L. and Fialho, M. D. S. 2011. Levantamento dos primatas recebidos em Centros de Triagem e sua relação com o tráfico de animais silvestres no Brasil. In: *A Primatologia no Brasil*. Vol. 11, F. R. Melo and Í. Mourthé (eds.), pp. 281–305. Sociedade Brasileira de Primatologia, Belo Horizonte.
- Ludwig, G., Aguiar, L. M. and Rocha, V. J. 2005. Uma avaliação da dieta, da área de vida e das estimativas populacionais de *Cebus nigritus* (Goldfuss, 1809) em um fragmento florestal no norte do estado do Paraná. *Neotrop. Primates* 13: 12–18. <https://doi.org/10.1896/1413-4705.13.3.12>
- Ludwig, G., Aguiar, L. M. and Rocha, V. J. 2006. Comportamento de obtenção de *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae), mandioca, por *Cebus nigritus* (Goldfuss) (Primates, Cebidae) como uma adaptação alimentar em períodos de escassez. *Rev. Bras. Zool.* 23: 888–890. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752006000300039>
- Ludwig, G., de Melo, F. R., Martins, W. P., Miranda, J. M. D., Lynch Alfaro, J. W., Alonso, A. C., dos Santos, M. C. and Rímoli, J. 2022. *Sapajus nigritus* (amended version of 2021 assessment). The IUCN Red List

- of Threatened Species 2022: e.T136717A210336199. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-1.RLTS.T136717A210336199.en>. Accessed 10 November 2024.
- Lynch Alfaro, J., Silva Jr, J.S. and Rylands, A. B. 2012. How different are robust and gracile capuchin monkeys? An argument for the use of *Sapajus* and *Cebus*. *Am. J. Primatol.* 74: 273–286. <https://doi.org/10.1002/ajp.22007>
- Lynch Alfaro, J. W., Boubli, J. P., Paim, F. P., Ribas, C. C., Da Silva, M. N. F., Messias, M. and Farias, I. P. 2015. Biogeography of squirrel monkeys (genus *Saimiri*): South-central Amazon origin and rapid pan-Amazonian diversification of a lowland primate. *Mol. Phylogenet. Evol.* 82: 436–454. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2014.09.004>
- Maders, P. R. 2016. Estudo retrospectivo dos casos de primatas neotropicais atendidos no PRESERVAS-UFRGS. Undergraduate Thesis in Veterinary Medicine, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MapBiomas Project - Collection 9.0 of the Annual Land Use Land Cover Maps of Brazil. <https://code.earthengine.google.com>. Accessed 17 October 2024.
- Martínez de Zorzi, V., Shantee, S., and Oklander, L. I. 2024. Fragmented forest affects the southern black-horned capuchin (*Sapajus nigritus cucullatus*) in the Argentinean Atlantic Forest. *Primates* 65: 125–133. <https://doi.org/10.1007/s10329-023-01114-4>
- Martins, W. P., Miranda, J. M. D., Alfaro, J. W. L., Alonso, A. C., Ludwig, G. and Martins, J. N. 2015. Avaliação do Risco de Extinção de *Sapajus nigritus cucullatus* (Spix, 1823) no Brasil. Processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira, ICMBio.
- Martins, W. P., Lynch Alfaro, J. and Rylands, A. B. 2017. Reduced range of the endangered crested capuchin monkey (*Sapajus robustus*) and a possible hybrid zone with *Sapajus nigritus*. *Am. J. Primatol.* 79: e22696. <https://doi.org/10.1002/ajp.22696>
- Marques, A. A. B. 2003. Primatas. In: *Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção no Rio Grande do Sul*. C. S. Fontana, G. A. Bencke and R. E. Reis, (eds.), pp.499–506. EDIPUCRS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. ISBN: 85-7430-415-8
- Mikich, S. B. and Liebsch, D. 2014. Damage to forest plantations by tufted capuchins (*Sapajus nigritus*): Too many monkeys or not enough fruits? *For. Ecol. Manag.* 314: 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.11.026>
- Overbeck, G. E., Müller, S. C., Fidelis, A., Pfadenhauer, J., Pillar, V. D., Blanco, C. and Forneck, E. D. 2009. Os Campos Sulinos: um bioma negligenciado. In: *Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade*, V. De P. Pillar, S. C. Müller, Z. M. S. Castilhos and A. V. A. Jacques (eds.), pp.26–41. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF.
- Penter, C., Pedó, E., Fabián, M. E. and Hartz, S. M. 2008. Inventário rápido da fauna de mamíferos do Morro Santana, Porto Alegre. *Rev. Bras. Bioci.* 6: 117–125. <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/882>
- Pinto, N., Lasky, J., Bueno, R., Keitt, T. H. and Galetti, M. 2009. Primate densities in the Atlantic Forest of Southeast Brazil: the role of habitat quality and anthropogenic disturbance. In: *South American Primates, Developments in Primatology: Progress and Prospects*, P. A. Garber, J. C. Bicca-Marques and M. D. O. Azevedo-Lopes (eds.), pp.413–431. Springer, New York. https://doi.org/10.1007/978-0-387-78705-3_16
- Pires, D. P. S. and Cademartori, C. V. 2012. Medium and large sized mammals of a semideciduous forest remnant in southern Brazil. *Biota Neotrop.* 12: 2–7. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032012000300023>
- Prates, J. C., Kunz Jr, L. F., Rosa, A. O., Jardim, M. M. A. and Silva, C. R. C. 1993. Primatas do Rio Grande do Sul: ocorrência em unidades de conservação. In: *A Primatologia no Brasil*. Vol. 4, M. E. Yamamoto and M. M. C. Sousa (eds.), pp.183–194. Sociedade Brasileira de Primatologia, Natal.
- Printes, R. C., Liesenfeld, M. V. A. and Jerusalinsky, L. 2001. *Alouatta guariba clamitans* Cabrera, 1940: A new southern limit for the species and for Neotropical primates. *Neotrop. Primates* 9: 118–121. <https://doi.org/10.62015/np.2001.v9.493>
- Printes, R. C., Buss, G., Jardim, M. M. A., Fialho, M. S., Dornelles, S. S., Perotto, M. and 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. <https://doi.org/10.1896/052.025.0103>
- Printes, R. C., Buss, G., Azevedo, R. B., Ravetta, A. L. and Silva, G. N. 2018. Update on the geographic distributions of two titi monkeys, *Plecturocebus hoffmannsi* (Thomas, 1908) and *P. baptista* (Lönnberg, 1939), in two protected areas in the Brazilian Amazon. *Primate Conserv.* 32: 81–88.
- Rambo, B. 1956. *A Fisionomia do Rio Grande do Sul*. 4th edition. Livraria Selbach, Porto Alegre. ISBN: 978-8574316888
- RBMA (Reserva da Biosfera da Mata Atlântica). 2008. Revisão e atualização dos limites e zoneamento da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica em base cartográfica digitalizada: fase VI. C. F. Lino, H. Dias and J. L. R. Albuquerque (Orgs.). Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, São Paulo, Brasil. http://www.rbma.org.br/rbma/rbma_fase_vi.asp. Accessed 17 October 2024.
- Ribeiro, M. C., Metzger, J. P., Martensen, A. C., Ponzoni, F. 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. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>
- Ribeiro, S., Machado, D.B. and Galvão, C. 2019. Ocorrências e conflitos com *Sapajus nigritus* no município de Porto Alegre. In: *Anais e Resumos do 10º Congresso Brasileiro de Mastozoologia e 10º Encontro Brasileiro para o Estudo de Quirópteros*, p.186. Sociedade Brasileira de Mastozoologia, Águas de Lindóia.

- Rio Grande do Sul. 2018. Genealogia dos municípios do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão: SPGG/RS. Porto Alegre. <https://planejamento.rs.gov.br/upload/arquivos/201803/27155415-spgg-genealogia.pdf>. Accessed 17 October 2024.
- Rocha, V. J. 2000. Macaco-prego, como controlar esta nova praga florestal? *Floresta* 30: 95–99. <https://doi.org/10.5380/rf.v30i12.2329>
- Rocha, L. C. and Fortes, V. B. 2015. Percepções e atitudes de moradores rurais em relação aos macacos-prego na área de influência da Usina Hidrelétrica Dona Francisca, sul do Brasil. *Ambient. Soc.* 18: 19–34. <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC825V1842015>
- Rosa, A. O. 2010. Arqueofauna de um sítio de ocupação pré-histórica guarani no município de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. *Pesqui. Antropol.* 68: 109–119. <https://www.anchietano.unisinos.br/publicacoes/antropologia/volumes/068/guarani.pdf>
- Rylands, A. B., Kierulff, M. C. M. and Mittermeier, R. A. 2005. Some notes on the taxonomy and distributions of the tufted capuchin monkeys (*Cebus*, Cebidae) of South America. *Lundiana* 6: 97–110. <https://doi.org/10.35699/2675-5327.2005.22130>
- Rylands, A. B., Mittermeier, R. A., Bezerra, B. M., Paim, F. P. and Queiroz, H. L. 2013. Family Cebidae (Squirrel Monkeys and Capuchins). In: *Handbook of the Mammals of the World*. Vol. 3, R. A. Mittermeier, A. B. Rylands and E. D. Wilson (eds.), pp.348–413. Lynx Edicions, Barcelona.
- SFB (Serviço Florestal Brasileiro). 2018. Inventário Florestal Nacional: Principais Resultados, Rio Grande do Sul. (Série Relatórios Técnicos - IFN). MMA, Brasília. <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201902/18180500-ifn-rs-2018.pdf>. Accessed 17 December 2023.
- Silva, M. D. S., Batista, W. P., Valença-Montenegro, M. M., Martins, A. B., De Azevedo, S. L. M. and De Souza Fialho, M. 2013. A quebra de barreiras naturais por conexões artificiais: o relato da transposição do Rio São Francisco por macacos-Prego no Nordeste do Brasil. *Neotrop. Primates* 20: 60–62. <https://doi.org/10.1896/044.020.0113>
- Silva, L. G., Ribeiro, M. C., Hasui, Ê., da Costa, C. A. and 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: e0114025. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114025>
- LIVE – Avaliação de espécies ameaçadas. 2014. DPMCC/SEMA-RS, v. 3.1.7.
- Slomp, D. V., Prestes, M. X. and Printes, R. C. 2014. Primatas em áreas protegidas do Rio Grande do Sul, Brasil: implicações para sua conservação. In: *A Primatologia no Brasil*. Vol. 13, F. C. Passos and J. M. Miranda (eds.), pp.45–63. Sociedade Brasileira de Primatologia, Curitiba. ISBN: 978-85-61048-05-1
- Slomp, D. V., Gomes C. W. C., Leal M. E. and Santos E. O. 2020. Conflitos antrópicos envolvendo primatas neotropicais e a situação de empreendimentos de fauna silvestre no Rio Grande do Sul, Brasil. *Neotrop. Primates* 26: 70–79. <https://doi.org/10.62015/np.2020.v26.56>
- Souza, R. P. 2013. Filogeografia da febre amarela na América do Sul. Doctoral thesis, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Szynwelski, B. E., Mares-Guia, M. A., Filippis, A. M., Gonçalves, G. L., Tokuda, M., Wagner, P. G., C., Wu, S., Oliveira, V. P., Lima, M. G. M., Lynch, J. W. and Freitas, T. R. 2024. Phylogeography, genetic diversity, and intraspecific genetic structure of the black-horned capuchin (*Sapajus nigritus*). *Am. J. Primatol.* 86: e23566. <https://doi.org/10.1002/ajp.23566>
- Villalba, J. S., Prigioni, C. M. and Sappa, A. C. 1995. Sobre la posible presencia de *Alouatta caraya* en Uruguay. *Neotrop. Primates* 3: 173–174. <https://doi.org/10.62015/np.1995.v3.299>
- Vilanova, R., de Sousa J., Grelle C. E. V., Marroig G. and Cerqueira R. 2005. Limites climáticos e vegetacionais das distribuições de *Cebus nigritus* e *Cebus robustus* (Cebinae, Platyrrhini). *Neotrop. Primates* 13: 14–19. <https://doi.org/10.1896/1413-4705.13.1.14>
- Wallace, A. R. 1854. On the monkeys of the Amazon. *Ann. Mag. Nat. Hist.* 14: 451–454. <https://doi.org/10.1080/037454809494374>

DOI: <https://doi.org/10.62015/np.2024.v30.836>**HEMATOLOGICAL PARAMETERS OF CAPTIVE CAPUCHIN MONKEYS (*SAPAJUS LIBIDINOSUS* AND *S. APELLA*) ILLEGALLY KEPT IN HOMES IN NORTHEAST BRAZIL****Naylê Francelino Holanda Duarte¹, Gabriele Vitor de Andrade², Katariny Michelle de Araújo Pinheiro Tavares³, Victoria Forte Viana³, Patrícia Pereira Lima Barbosa⁴, Bruna Holanda Duarte⁵, Walber Feijó de Oliveira⁶, Jorg Heukelbach³, Renata Gonçalves Ferreira⁷**¹ Ministry of Education (MEC), Brasília, DF, Brazil. E-mail: <nayle.holanda@gmail.com>² Federal University of Bahia (UFBA), Salvador, Bahia state, Brazil³ Federal University of Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará state, Brazil⁴ Ministry of Health (MS), Brasília, Distrito Federal, Brazil⁵ Federal University of Bahia (UFBA), Salvador, Bahia state, Brazil⁶ Brazilian Institute of the Environment and Renewable Natural Resources (Ibama), Fortaleza, Ceará state, Brazil⁷ Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Rio Grande do Norte state, Brazil**Abstract**

This study presents the hematological parameters of captive capuchin monkeys (*Sapajus libidinosus* and *S. apella*) kept in homes in the state of Ceará, in Northeast Brazil. Morphometry measurements and blood samples were taken from 35 individuals illegally kept as pets in 34 houses across 12 municipalities. The sample consists of 20 females and 15 males, classified in juvenile (n = 15), adult (n = 17) and senior (n = 3) age groups. The majority of animals were chained (74.2%) and dehydrated (62.8%), and almost half of them had injuries (48.57%). Except for three obese individuals, the animals weighed less than that described in other studies ($2.08 \text{ kg} \pm 0.65$, n=24), with greater differences in adult males ($1.97 \text{ kg} \pm 0.55$, n=3). Evidence for anemia included lower median red blood cell count ($4.95 \times 10^6/\mu\text{l} \pm 0.8$) and higher mean corpuscular volume ($76.6 \text{ fl} \pm 7.12$) in the sample relative to other studies. Very low values of neutrophils ($3.82 \times 10^3/\mu\text{l} \pm 1.8$) suggest a bone marrow condition or a severe active infection. In general, animals illegally kept as pets were in worse condition (with low body weight, dehydration, anemia and worse immunological conditions) when compared to reported data from wild animal populations, indicating a need to rescue these animals and rehabilitate them in rescue centers before releasing them back to their natural habitat.

Keywords: Hematology, capuchin monkey, captivity, one health, zoonoses**Resumo**

Este estudo apresenta os parâmetros hematológicos de macacos-prego (*Sapajus libidinosus* e *S. apella*) mantidos em cativeiros domésticos no estado do Ceará, no Nordeste do Brasil. Foram coletadas medidas morfométricas e amostras de sangue de 35 indivíduos mantidos ilegalmente como animais de estimação em 34 residências de 12 municípios. A amostra é composta por 20 fêmeas e 15 machos, classificados nas faixas etárias juvenil (n = 15), adulta (n = 17) e sênior (n = 3). A maioria dos animais estavam acorrentados (74,2%) e desidratados (62,8%), e quase a metade com feridos (48,57%). Com exceção de três indivíduos obesos, os animais pesavam menos do que o descrito em outros estudos ($2,08 \text{ kg} \pm 0,65$; n=24), com maiores diferenças nos machos adultos ($1,97 \text{ kg} \pm 0,55$; n=3). Evidências de anemia incluíram menor mediana da contagem de glóbulos vermelhos ($4,95 \times 10^6/\mu\text{l} \pm 0,8$) e maior volume corpuscular médio ($76,6 \text{ fl} \pm 7,12$) na amostra em relação a outros estudos. Valores muito baixos de neutrófilos ($3,82 \times 10^3/\mu\text{l} \pm 1,8$) sugerem uma condição da medula óssea ou uma infecção ativa grave. Em geral, os animais mantidos ilegalmente como animais de estimação estavam em piores condições (com baixo peso corporal, desidratação, anemia e piores condições imunológicas) quando comparados com dados relatados de populações de animais selvagens, indicando a necessidade de resgatar esses animais e reabilitá-los em centros de resgate antes de libertá-los de volta ao seu habitat natural.

Palavras-chave: Hematologia, macaco-prego, cativeiro, uma só saúde, zoonoses**Introduction**

There are currently 525 species of non-human primates listed on the IUCN Red List of Threatened Species worldwide. Brazil is the country with the greatest diversity of

primates, 133 species, with around 38% at elevated risk of extinction (IUCN, 2024). Non-human primates, and wildlife in general, suffer from the advancement of industrial agricultural production, logging, dam and highway construction causing loss of their habitats (Estrada et

al., 2018). In addition, many animals are taken from the wild and kept in captivity in homes or to meet the new demands of “biopiracy,” the illegal acquisition of animals for use in biomedical research (RENTAS, 2001).

According to data by the International Criminal Police Organization (INTERPOL), environmental crime is the third most lucrative illegal activity in the world, moving US\$ 110–281 billion per year, just after counterfeiting and drug trafficking (Nellemann et al., 2018). According to the National Report on Wildlife Trafficking, in Brazil illegal trade of wild animals generates approximately 2.5 billion Brazilian Reais (currently around 440 million USD) and removes around 38 million specimens from nature per year. Only 10% of animals reach their final destination alive. It is estimated that 30,000 primates are removed annually from the Amazon region alone; taking into account the losses, these are almost half a million in a decade (RENTAS, 2001).

Gomes Destro and colleagues (2012) describe that of the 18,000 mammals registered by the Brazilian Wild Animal Triage Centers (CETAS), between 2002 and 2009, around 28% could not be re-introduced into the wild and another 27% died while in the rescue center. Robust capuchin monkeys (*Sapajus*) constitute the second most commonly received genus of primates in rescue centers of the Brazilian Institute of Environment and Renewable Natural Resources (IBAMA) (Levacov et al., 2011). According to Damasceno (2022), two capuchin monkeys are received per month in each CETAS in Northeast Brazil, with return to nature being the priority destination for healthy animals from a clinical and behavioral point of view.

Robust capuchin monkeys are medium-sized primates weighing between 2.5 to 3.5 kg with an adult height of around 50 cm. They form groups of around 20 animals (there may be groups with more than 60) and are organized into tolerant matrilineal units in a ratio of one male for every 2–3 females. They are omnivorous and are native to almost all biomes in South America (Fragaszy et al., 2004). Robust capuchin monkeys are highly insectivorous, especially in dry biomes, for example, with a diet of 20 to 48% invertebrates (Gomes-Posada, 2012; Sacramento et al., 2017). Thus, capuchins promote insect population control and disperse seeds, contributing to the regeneration of forests (Fragaszy et al., 2004).

Robust capuchin monkeys are frequently kept as pets in houses, a practice that has been encouraged by posts on social media (Nunes et al., 2021, 2023). The removal of these animals from their natural habitat changes their dispersal patterns and can cause ecosystem simplification. In addition to these losses, the zoonotic risk of sharing parasites between primates and humans is an increasing problem for public health (Zago, 2018).

Trafficked animals are generally of unknown origin, and it is not possible to determine which pathogens were already present prior to their arrival at domestic homes. Close relationships with humans intensify the chances of transmitting zoonoses such as rabies and tuberculosis (Barbosa et al., 2014; Duarte et al., 2021; ICMBio, 2023). Furthermore, the stress related to the capture and transport process, added to management failures such as inadequate feeding and exposure to extreme climates, can cause immunosuppression, which exacerbates the multiplication of pathogens (Barbosa et al., 2014; Duarte et al., 2021).

Due to the zoonotic nature of numerous diseases, and the fact that these animals present themselves as possible reservoirs of infectious agents that affect humans and other species, studies with primates have unquestionable relevance (Cardoso et al., 2021). Clinical hematology – especially in the case of primates – is essential to define the animals’ health status. Captive animals can be resistant to pain and are often asymptomatic. Therefore, assessing their health status with hematological and physiological reference values of populations in different conditions is a priority to develop conservation plans and understand the factors that influence wildlife health (García-Feria et al., 2017).

There are few published hematological examinations in platyrrhine primates, especially for those that are kept illegally as pets. To fill this gap, this study describes the hematological aspects of robust capuchin monkeys (*Sapajus* sp.) in conditions of illegal home captivity in the state of Ceará, Brazil. We discuss differences found across sex, age, environmental and physical conditions and the possible influence of these factors on animal health.

Material and methods

Data collection

The study was carried out in the state of Ceará, in Northeast Brazil. Ceará has a population of approximately nine million human inhabitants and an area of 149,000 km², distributed across 184 municipalities (IBGE, 2022).

The study was conducted with the support of the municipal secretariats of the state, through the collaboration of endemic disease control agents (DCA) and community health agents (CHA) who performed a survey and registry of residences/families that raised monkeys in captivity in their homes. Home visits were carried out with the support of DCAs to collect biological material. During the visits, the team introduced themselves, explained the objective of the research and provided guidance to families on environmental legislation, the risk of transmission of zoonoses and animal welfare. We collected data from July 2019 to March 2020.

The non-human primates involved in the study were illegally raised in family homes as domestic pets and lived chained or were kept trapped in cages in the backyards

(Figure 1 and 2) or inside the homes, both in rural and urban areas. To collect biological material, professionals physically restrained the animals using shaved leather gloves and nets, and chemical containment was carried out, using the anesthetic protocol of the intramuscular administration of sodium hydrochloride ketamine (10–15mg/kg) and xylazine hydrochloride (1.0–1.5 mg/kg) (Miranda et al., 2011). The activities were authorized by the Brazilian Authorization Unit for Research in Federal Conservation Units SISBIO/ICMBIO, number: 71504-1, CEP 13466719.6.0000.5054 and 13466719.6.3001.5051).

After anesthesia, each animal was tagged with a microchip for individual identification, followed by biometric measurements including weight, total body length, arm, leg and tail length, teeth condition, scars and signs of wounds and presence of fleas. We used a manual caliper and tape measure for morphometry and a digital manual weight (LCD max 50kg).

Blood was collected from 35 capuchin monkeys (one household kept two animals), including 20 females (17 *Sapajus libidinosus* and three *S. apella*) and 15 males (14 *S. libidinosus* and one *S. apella*) (Figure 3). Individual species identification was defined morphologically using fur



Figure 1. Robust capuchin monkey (*Sapajus libidinosus*), kept in a cage in a backyard along with an illegally kept blue-and-yellow macaw.



Figure 2. Robust capuchin monkey (*Sapajus apella*), kept in a cage in a backyard for 50 years.

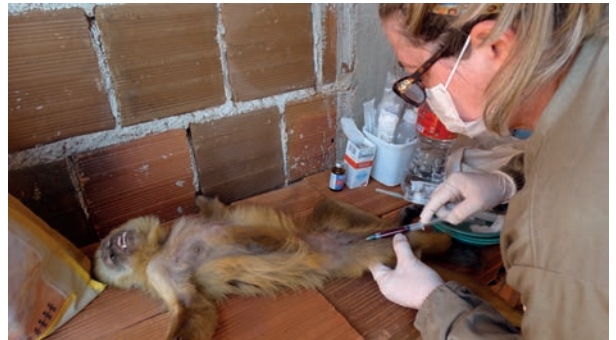


Figure 3. Blood collection from a robust capuchin monkey (*Sapajus libidinosus*), through the femoral vein.

color patterns. However, as these animals were illegally kept and may have been obtained by trafficking, it is not possible to discard the possibility of the presence of hybrids in the sample (Silva Júnior, 2001). In total, 17 (48.6%) were adults, 15 (42.9%) were juveniles and 3 (8.9%) were seniors. Age was defined based on body size and presence of the third canine in adults (Fragaszy et al., 2004). Seniors were defined by teeth wear, wrinkles in the faces and reports of the owners regarding how long they had kept the individual as pet.

Blood collection was performed by puncture of the femoral vein with an approximate total of 2 ml to maximum 3 ml per animal (Diehl, 2001). The parameter for the dose quantity was the animal's weight. After collection, the blood was deposited in vials with anticoagulant (EDTA). The collected material was duly identified with a label, with a barcode identical to the microchip and each animal's record. The sample was then refrigerated and taken to the local laboratory for hematological examination within six hours after collection. Cell counting was done using automated analyzers (Mindray™ BC–2800Vet, Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd. or Alere™ Bio 2900 VET™, Diagnostics Co., Ltd.). Leucocyte differential counting analyses were conducted using an optical microscopy. Plas-matic protein was counted in a veterinary refractometer (Highmed).

At the end of the collection procedures, the researcher waited until the animal returned to the pre-anesthesia state to ensure the animal was in good condition. After our data collection at the homes, the animals remained in their original location. The official environmental agency rescued some of these animals at a later moment. All procedures such as physical and chemical containment and collection of biological material were carried out by a qualified veterinarian who used ethical and animal welfare principles.

Variables and data analyses

Municipality locations where biological data were collected were mapped using QGIS® version 3.34.5-Prizren (Open-Source Geospatial Foundation, 2016).

Hematological analysis included erythrocyte count, hemoglobin, hematocrit, mean corpuscular volumæ (MCV), mean corpuscular hemoglobin (HCM), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC), total and differential leukocyte counts with their absolute and relative numbers (segmented neutrophils, rod neutrophils, lymphocytes, monocytes, eosinophils and basophils), platelet count, mean platelet volume (MPV), and total proteins. However, as not all laboratories offered all these analyses, in some samples data were not available for all measures. The data were analyzed using GraphPad Prism 9.2.0 (Dotmatcs) for descriptive statistical analysis. Values were expressed as

mean, standard deviation, median, maximum and minimum values, and confidence intervals.

Inferential statistics were applied to determine significant differences in hematological parameters between sex, age, captive condition and hydration status, and between reference values present in the literature. As hematological data did not present a normal distribution, the non-parametric Mann Whitney test was applied to test differences by sex and age class of the animals. To analyze statistical significance of differences between the medians of the present study and data presented in the literature, the one sample Wilcoxon was used to test for blood variables; weight was analyzed via one sample T test due to the normal distribution of the variable. Two-tailed $\alpha \leq 0.05$ was established as the significance limit. Data with $\alpha \leq 0.1$ were considered as complementary to the discussion due to the tendency toward type 2 error when there is a low sample size.

Results

Of the 184 municipalities in the state of Ceará, we recorded animals kept in domestic captivity in 13 (7.06%). Our team visited 34 residences that housed robust capuchin monkeys in captivity. The municipality of Boa Viagem had the highest number of residences with monkeys, with nine (25.71%) animals, followed by Iguatu with six (17.14%), Jaguaribara, Pereiro and Cariús with three (8.57%) each,

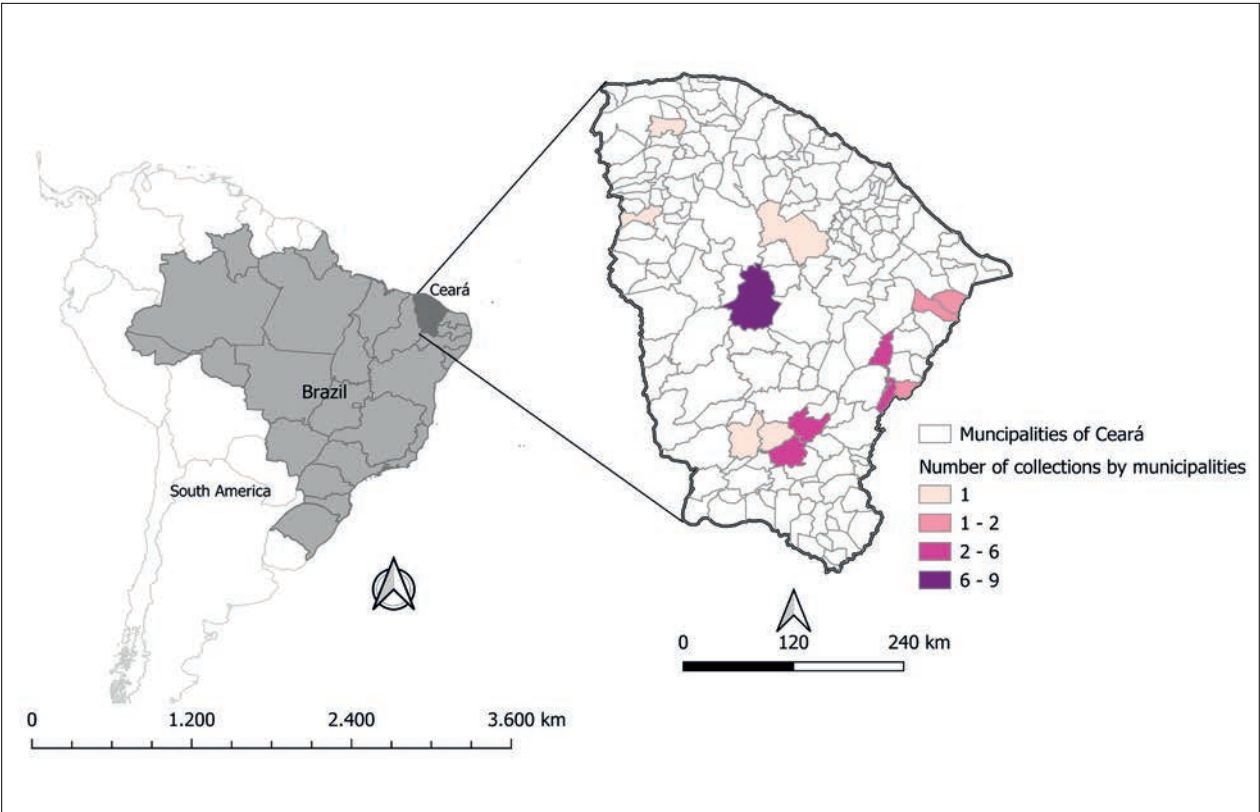


Figure 4. Spatial distribution of municipalities with collection of biological material from robust capuchin monkeys (*Sapajus* spp.), Ceará, Brazil. Map built on QGIS® version 3.34.5-Prizren.

and Limoeiro do Norte, Erere and Quixeré with two each (5.71%) (Figure 4).

Of the 35 animals, 25 lived chained in the backyards of homes (74.2%), 22 (62.8%) were dehydrated and 17 (48.57%) had injuries (such as laceration or deformity due to collars, missing toes, docked tails and broken teeth), alopecia, tartar on teeth and ectoparasites (fleas, mites). The adult males (n=6) had a bimodal weight distribution with three individuals weighing less than 3 kg and three males weighing between 6 kg and 8 kg. These were considered obese individuals since they were twice to three times heavier than the sample mean and the mean genus weight (Fragaszy et al., 2004). To avoid bias, these obese animals were excluded from the general sample and were subjected to a different analysis presented in Appendices 1, 2 and 3. We used all individuals in analyses without differentiating by putative species type since classification was done visually without genetic testing. Appendix 4 presents the mean weight and length of individuals divided by species

as classified by the authors. Subadults were included in the adult age group. Table 1 compares the weights of the animals, excluding obese ones, with the weights of animals from previous studies.

The overall average weight of the 27 animals whose weight was recorded was 2.71 kg (Figure 5), with no statistical differences between the weight of adults and juveniles in our sample (U=8; p = 0.63). Excluding the obese animals, the capuchin monkeys illegally kept in home captivity had a median of 1.9 kg and a mean of 2.08 kg, significantly lighter than the free-ranging group studied by Sousa and others (2020), confirming the thinness detected in the physical examination. Adult males were lighter than wild adult males studied by Ribeiro et al. (2015) in the Cerrado biome and significantly lighter than males in rescue centers studied by Hernandez Cruz et al. (2022). On the other hand, the females were significantly heavier than the wild females described by Ribeiro et al. (2015). It is noteworthy to mention the very low weight of the adult sample in the

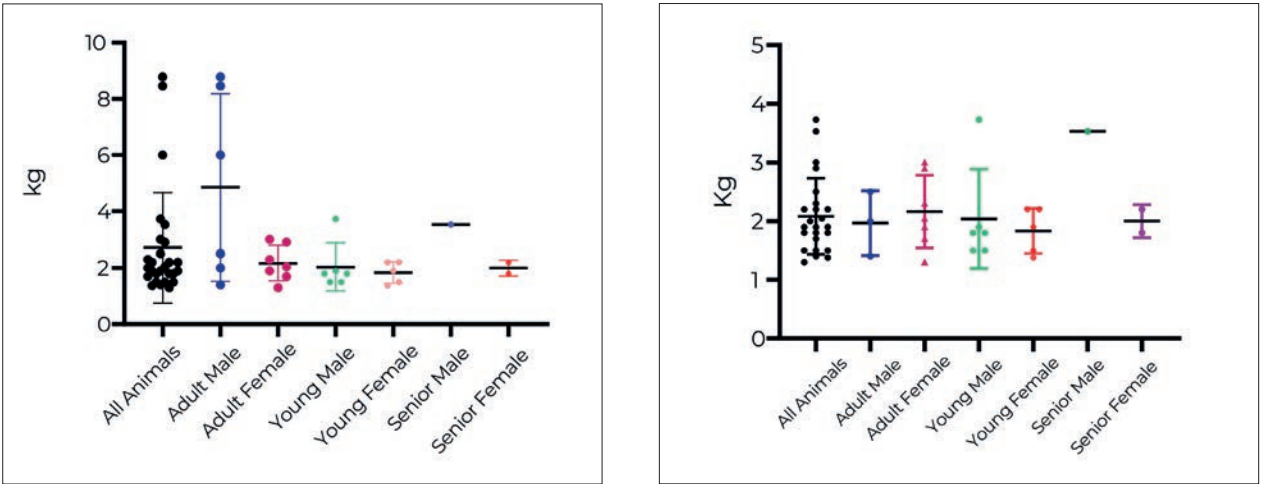


Figure 5. Mean weight values and standard deviations of captive robust capuchin monkeys (*Sapajus* spp.). A) with obese animals (n = 27); B) without obese animals (n = 24). A = adult; Y = young; S = senior.

Table 1. Mean values with standard deviations of the weight of capuchin monkeys (*Sapajus libidinosus* and *S. apella*) kept illegally in homes in the state of Ceará, compared to other studies of *S. libidinosus* (Mean + Standard deviation).

Category	This study i	n	Hernández-Cruz et al. 2022 #	n	Sousa et. al. 2020 w	n	Ribeiro et. al. 2015 w	n
General (kg)	2.08 (0.65)	24	2.23 (0.75)	26	2.4 (-)*	17	-	
Adult males (kg)	1.97 (0.55)	3	3.12 (0.56)*	8	-		2.8 (0.47)	5
Adult females (kg)	2.16 (0.62)	7	2.02 (0.36)	11	-		1.58 (0.27)*	10
Young males (kg)	2.04 (0.94)	6	1.62 (0.27)	4	-		-	
Young females (kg)	1.84 (0.38)	5	1.44 (0.32)	3	-		-	
Senior males (kg)	3.53 (-)	1	-		-		-	
Senior females (kg)	2 (0.28)	2	-		-		-	

n = population; * = significant difference between this and the present study; i = illegal captivity; # = captivity; w = free-living, and standard deviation = (x).

Ribeiro et al. (2015) study. There was no significant difference in the weight of young capuchins for either sex across illegal and legal captive living conditions.

When compared with other hematological studies of populations of *Sapajus libidinosus* reported in the literature (Table 2), the animals in home captivity showed lower quantities of red blood cells per microliter of blood and higher MCV. Table 3 details the hematological parameters of the study sample, and Table 4 presents significant differences ($p < 0.05$) or trends toward significance ($p < 0.10$) among the main categories analyzed.

The median value of monocytes was significantly higher in adult females than in adult males; the total leukocyte values were higher among young animals than among adults; the MCV value was higher among hydrated animals than dehydrated ones, and MPV values were lower in dehydrated and caged animals than in hydrated and chained animals (Table 4).

Males tended to have higher amounts of eosinophils than females; the MCV of young females tended to be lower than that of adult females; segmented neutrophils tended to be more abundant in young males than in adults; and the MCHC tended to be higher in hydrated animals than in dehydrated ones (Table 4).

Besides the much heavier weight, the obese animals differed from the main sample regarding a considerably

higher red blood count. Appendix 1 shows the individual parameters of these three animals. Appendices 2 and 3 present the values of blood parameters and statistical results with the inclusion of these animals in the sample.

Discussion

To the best of our knowledge, this is the first hematological study carried out on robust capuchin monkeys (*Sapajus libidinosus* and *S. apella*) kept in conditions of illegal home captivity. Capuchin monkeys as pets were identified in 12 municipalities and 34 houses, the majority located close to an interstate highway, a possible wildlife trafficking route as indicated by Santos et al. (2021). Of the 35 animals, three were obese, two-thirds lived chained in the backyard of their homes, and more than half were dehydrated and had injuries. Appendix 5 provides photos taken at the time of the study of the capuchins in their captive environments.

With the exception of three obese individuals, the capuchin monkeys in our study population were about 10% lighter than those described in rescue centers (Hernández-Cruz et al., 2022) and 20% lighter than animals in the wild (Sousa et al., 2020). This difference was more pronounced for adult males (Núñez et al., 2008; Hernández-Cruz et al., 2022). In contrast, no statistical difference in weight was found for immatures in illegal captivity versus other conditions. Although we cannot discard the possibility of hybrids in our sample, the adult weight

Table 2. Medians of hematological parameters of robust capuchin monkeys (*Sapajus*) in home captivity in the state of Ceará compared to those reported in the literature.

	Present study (n = 32) i	Hernández-Cruz et al., 2022 (n = 26) #	Ferreira et al., 2018 (n = 50) #	Sousa et al., 2020 (n = 17) w
Hematological parameters	Median	Median	Median	Median
Red blood cells (x10 ⁶ /μl)	4.95	5.44*	5.75**	5.59**
Hemoglobin (g/dl)	11.95	11.15**	12.1	13.5*
Hematocrit (%)	39.65	40	39	41*
MCV (fl)	76.6	72.05**	68.10**	73**
MCHC (%)	31.65	25.65**	31.4	33**
Leukocytes (x10 ³ /μl)	7.05	13.2**	8.67	8.5
Neutrophils (x10 ³ /μl)	3.83	6.95**	4.04	2.73**
Rods (x10 ³ /μl)	0	0	0	0
Lymphocytes (x10 ³ /μl)	3.28	3.8	3.46	4.03
Monocytes (x10 ³ /μl)	0.34	0.69**	0.27*	0.47
Eosinophils (x10 ³ /μl)	0.07	0.47**	0.09	0.47**
Basophils (x10 ³ /μl)	0	0	0	0
Platelets (x10 ³ /μl)	255	321**	268.6	252
Total Proteins (g/dl)	7.2	-	-	7.4

n = sample size; MCV = mean corpuscular volume; MCH = mean corpuscular hemoglobin; MCHC = mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW = red cell distribution width; MPV = mean platelet volume. Asterisks indicate significant differences from present study (* = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$). i = illegal captivity; # = captivity; w = free-living.

Table 3. Mean values, standard deviations, 95% confidence interval of means, medians and ranges of hematological parameters of robust capuchin monkeys (*Sapajus*) in illegal home captivity in the state of Ceará.

Hematological parameters	n	Mean	SD	95% CI	Median	Min – Max
Red blood cells (x10 ⁶ /μl)	32	4.98	0.8	4.69 – 5.27	4.95	1.82 – 6.37
Hemoglobin (g/dl)	32	11.93	2.04	11.2 – 12.67	11.95	4.3 – 16.5
Hematocrit (%)	32	38.75	5.64	36.72 – 40.79	39.65	18.2 – 48
MCV (fl)	32	78.72	7.12	76.15 – 81.29	76.6	67.8 – 100
MCH (pg)	32	23.88	1.52	23.34 – 24.43	23.8	21.7 – 30.4
MCHC (%)	32	30.64	2.68	29.53 – 31.60	31.65	23.63 – 34.4
RDW (%)	11	14.68	1.14	13.92 – 15.41	14.4	13.3 – 16.7
Leukocytes (x10 ³ /μl)	32	8.26	3.1	7.13 – 9.38	7.05	3 – 15.4
Neutrophils (x10 ³ /μl)	32	4.01	1.8	3.36 – 4.65	3.82	0.84 – 8.78
(%)		48.7				
Rods (x10 ³ /μl)	32	0	0.02	0 – 0.11	0	0 – 0.12
(%)						
Lymphocytes (x10 ³ /μl)	32	3.6	1.59	3.04 – 4.18	3.28	1.74 – 8.4
(%)		43.8				
Monocytes (x10 ³ /μl)	32	0.47	0.38	0.33 – 0.61	0.34	0 – 1.39
(%)		5.7				
Eosinophils (x10 ³ /μl)	32	0.15	0.32	0.03 – 0.27	0.07	0 – 1.8
(%)		1.8				
Basophils (x10 ³ /μl)	32	0	0	0 – 0	0	0
(%)		0				
Platelets (x10 ³ /μl)	32	234.1	79.2	205 – 263	255.5	76 – 349
MPV (fl)	10	11.08	0.7	10.58 – 11.56	10.95	9.9 – 12.6
Protein Totals (g/dl)	21	7.54	0.74	7.2 – 7.82	7.2	6.8 – 9.95

values were significantly lower than the reference values for *S. libidinosus*, *S. apella* and for the genus overall. This indicates that animals kept in these captive conditions tend to be more cachectic the longer they spend in illegal captivity, with a greater impact on male individuals. The females were heavier than the wild females studied by Ribeiro et al. (2015), possibly due to the absence of the energetic costs of gestation. The lack of difference in weight between age groups may indicate a lack of development of muscle mass in adulthood. A weight of 2 kg with low variation (except for the three obese animals) may be due to limited space for development and incorrect, calorie-poor feeding.

Erythrocyte count is commonly used as an indicator for anemia. Our study sample had a lower erythrocyte count per microliter of blood than in other populations previously studied. However the MCV was higher than that seen in other groups of *Sapajus* (Ferreira A., et al., 2018; Sousa et al., 2020; Hernández-Cruz et al., 2022). The main pathophysiological cause for this increase is the greater quantity of reticulocytes.

The variation we found in relative hemoglobin values compared to other studies may be due to the fact that the amount of hemoglobin, when measured from dehydrated animals, tends to be overestimated (Thrall, 2015). When compared to wild animals or animals in rescue centers (Naves et al., 2006; Flaiban et al., 2007; Ribeiro et al., 2015; Ferreira A. et al., 2018; Hernández-Cruz et al., 2022), the animals of this study showed low leukocyte values, indicating greater vulnerability to diseases. Very low values of leukocytes, especially neutrophils, may suggest a bone marrow disorder, especially when this reduction is not associated with a left shift (Weiser, 2015).

The number of platelets was similar to some studies carried out in healthy animals of the same genus (Ferreira A., et al., 2018; Sousa et al., 2020), suggesting protection for the animals from more severe hemorrhages. However, the platelet counts were lower than that observed in some other capuchin populations (Núñez, 2007; Wirz et al., 2008; Hernández-Cruz et al., 2022). This difference may be due to the energetic expense arising from the injuries found.

Table 4. Parameters with significant and/or strongly suggestive differences among the different categories of *Sapajus* spp. studied.

Group	Parameters	Median	Median	U	P
Sex		Females (n=20)	Males (n=12)		
	Eosinophils (x10 ³ / µl)	0.04	0.16	72.5	0.06
		Adult Females (n=10)	Adult Males (n=5)		
	Monocytes (x10 ³ /µl)	0.51	0.14	5	0.04
		Young Females (n=8)	Young Males (n=7)		
Age	-	-	-	-	-
		Juveniles (n=15)	Adults (n=14)		
	Leukocytes (x10 ³ /µl)	7.9	6.45	59	0.04
		Young Females (n=8)	Adult Females (n=10)		
	MCV (fl)	72.75	78.4	20	0.08
		Young Males (n=7)	Adult Males (n=4)		
	Neutrophil (x10 ³ /µl)	4.05	2.29	4	0.07
State		Dehydrated (n=21)	Hydrated (n=11)		
	MCV (fl)	79.3	74.2	60.5	0.03
	MCHC (%)	31.3	32	68	0.06
	MPV (fl)#	10.91	12.6	45	<0.01
		Caged (n=8)	Chained (n=24)		
	MPV (fl)##	10.7	11.2	1	0.03

n = sample size; SD = standard deviation; MCV = mean corpuscular volume; MCH = mean corpuscular hemoglobin; MCHC = mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW = red cell distribution width; MPV = mean platelet volume; p-value = probability of significance; U-value = Mann-Whitney test; Due to limitations in laboratory analyses we do not have the readings of all hematological indices for all animals, # indicates a sample size n= 9 & 1 and ## sample size n= 3 & 7 for MPV readings

The analysis of plasma proteins was similar to that found by Sousa et al. (2020); however, in dehydrated animals this value may be overestimated. Decreases in this index can be seen in animals with nutritional deficiencies (Allison, 2015).

Regarding age and sex differences, in literature on larger samples in legal captive conditions (rescue centers and research labs), hematological indices of capuchin monkeys (genus *Sapajus*) tended to be higher in males than in females (Riviello and Wirz, 2001; Núñez et al., 2008; Witz et al., 2008; Ferreira A., et al., 2018). This is explained by the inhibitory effect of estrogen on erythropoiesis (Stockham and Scott, 2011). In addition, higher values have been reported for young individuals (Núñez et al., 2008; Ferreira A., et al., 2018). likely due to a higher proportion of red marrow in these animals (da Silva G., et al., 2023). Our study did not show sex or age class differences; the very poor environmental quality to which the animals in this study were subjected can predispose pathological conditions such as anemia in both sexes and at all ages (Stockham and Scott, 2011).

In our sample, females tended to have lower numbers of eosinophils than males, and adult females had higher numbers of circulating monocytes than adult males. Increased levels of the steroid hormone cortisol are the

most discussed cause of eosinophilia and monocytosis (Weiser, 2015), with females being more affected by chronic stress (Garber, 2020). However, we did not assess cortisol levels or the presence of active infections that may modify neutrophil levels.

When stratified by age, there was a relative leukopenia in the adult group of our study population, as compared to young animals, similar to what was found by Ferreira A, and colleagues (2018). In the male group, there was a tendency towards neutropenia in adult males when compared to young males. Inflammations are the main cause of leucopenia and neutropenia, however, when not accompanied by left shift, it can suggest bone marrow injury (Weiser, 2015). Adult females had a larger MCV than young females, indicating larger cells, probably reticulocytes (Thrall, 2015).

The dehydrated animals showed increased MVC values and a strong decrease in MCHC, indicating regenerative anemia (Thrall, 2015). These findings indicate erythrocyte regeneration in our sample (Thrall, 2015). Dehydrated animals may be suffering from an illness that requires increased production of erythrocytes. The fact that this group did not demonstrate other reduced hematological parameters does not rule out the possibility of anemia,

since dehydration may lead to overestimation of these figures.

In our opinion, blood parameters of obese animals should be analyzed separately since these animals are not in the wild and including their weight parameters could cause bias in defining reference limits for the genus. When including these animals there are two main differences in results: animals are no longer lighter or anemic relative to other groups, and the differences in monocytes and eosinophils between males and females disappear. Thus, the presented analysis (excluding obese individuals) is a better picture of the reality of the animals: mostly cachectic, dehydrated, with wounds. Of the 35 animals studied, 26 (75%) were later voluntarily delivered by owners to environmental agents and sent to qualified institutions. The remaining animals were not rescued, either due to lack of willingness from the keeper, or due to logistical and infrastructure issues of the responsible agencies.

Conclusions

This is the first description of hematological parameters for robust capuchin monkeys while they are actively illegally kept in captivity in homes, before rescue to rehabilitation centers. Animals kept in home captivity were in worse clinical conditions than animals kept in rescue centers or in wild populations. In general, individuals were cachectic and hematological parameters indicated anemia, leukopenia, infection and parasitism. Home captivity and proximity to humans are highly harmful to the quality of life of capuchin monkeys and a risk to human health due to the greater chance of zoonosis transmission. This reinforces the need for more detailed studies on health conditions, in addition to the need for educational campaigns focusing on wild animal trafficking, environmental legislation and the risk of transmission of zoonotic diseases. The better condition of animals in rescue centers indicates that these places play a fundamental role in caring for animals with specific nutrition, examination and rehabilitation work preparing them for reintroduction to suitable wild environments in the species range, such areas legally registered for the release of rescued animals.

Acknowledgments

We thank the municipal health departments of the state of Ceará, endemic disease control agents (ACE) and community health agents (ACS). This research was carried out with our own funding.

References

Allison, R. W. 2015. Laboratory assessment of liver function. In: *Veterinary Clinical Hematology and Biochemistry*, 2nd ed. (eds.) M. A. Thrall, G. Weiser, R. W. Allison and T. W. Campbell, pp.853–903. Roca, São Paulo.

- Barbosa, C., Sanches, L. and Freire, M. 2014. Zoonoses transmitted by wild animals originating from trafficking. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science of the University of São Paulo. Website: <https://bichosonline.vet.br/wp-content/uploads/2016/07/Zoonoses-transmitidas-por-animais-silvestres-provenientes-de-tr%C3%A1fico.pdf>. Accessed on 21 August 2023.
- Cardoso, D. de L., Costa, S. de M., Muniz, J. A. P. C., de Castro, P. H. G., da Costa, J. B. and Dias, H. L. T. 2021. Avaliação do perfil hematológico e bioquímico de macacos-de-cheiro (*Saimiri collinsi*) cativos no Centro Nacional de Primatas no Estado do Pará. *Braz. J. Anim. Environ. Res.* 4(2): 2764–2776. <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n2-097>.
- Castañeda-Herrera, F. E., Cortés-Vera, M. and Vélez-García, J. F. 2020. Estudio hematológico en monos cariblanos (*Cebus albifrons*) en condiciones de cautiverio en Colombia. *Rev. Investig. Vet. Perú* 31(2): e17849. <https://doi.org/10.15381/ripev.v31i2.17849>.
- Damasceno, T. M. M. 2022. Non-human primates received at screening centers in the Northeast between 2019 and 2022. Course Completion Work. Federal University of Rio Grande do Norte, Brazil. Website: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/51347>. Accessed on 21 August 2023.
- Destro, G. F. G., Pimentel, T. L., Sabaini, R. M., Borges, R. C. and Barreto, R. 2012. Efforts to combat wild animals trafficking in Brazil. In: *Biodiversity Enrichment in a Diverse World*, G. A. Lameed. IntechOpen, Rijeka (ed.). pp.421–436. <https://doi.org/10.5772/48351>.
- Diehl, K. H., Hull, R., Morton, D., Pfister, R., Rabemampianina, Y., Smith, D. and Vorstenbosch, C. V. D. 2001. A good practice guide to the administration of substances and removal of blood, including routes and volumes. *J. Appl. Toxicol.* 21(1): 15–23. <https://doi.org/10.1002/jat.727>.
- Duarte, N. F. H. 2022. Rabies in the state of Ceará: epidemiological characterization, surveillance actions and the population's knowledge about the disease (1970–2020). Doctoral thesis, Federal University of Ceará, Fortaleza, Brazil.
- Duarte, N. F. H., Alencar, C. H., Pires Neto, R. J., Moreno, J. O., Melo, I. M. L. A., Duarte, B. H. and Heukelbach, J. 2021. Integration of human rabies surveillance and preventive measures in the State of Ceará, Northeast Brazil. *One Health Implement. Res.* 1: 17–30. <https://doi.org/10.20517/ohir.2021.02>.
- Duarte, N. F. H., Pires, R. D. J., Viana, V. F., Feijão, L. X., Alencar, C. H. and Heukelbach, J. 2021. Clinical aspects of human rabies in the state of Ceará, Brazil: an overview of 63 cases. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 54: e0104-2021. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0104-2021>.
- Duarte, N. F. H., Barbosa, P. P. L., Araujo, D. B., Favoretto, S. R., Romijn, P. C., Neres, R. W. P. and Heukelbach, J. 2021. Knowledge, attitudes and practices regarding sylvatic rabies among high-risk households in Ceará State,

- Brazil. *Trop. Med. Infect. Dis.* 6(4): 209–224. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed6040209>.
- Estrada, A. 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: e4869. <https://doi.org/10.7717/peerj.4869>.
- Favareto, A. D., Costa, M. M., Grumann, M. R., Silva Filho, J. R., da Silva, Z., Duda, N. C. B. and de Faria Valle, S. 2016. Hematological and biochemical profile of capuchin monkeys (*Cebus* spp.) kept in captivity. *Braz. J. Vet. Med.* 38(4): 406–412. Website: <https://scispace.com/pdf/hematological-and-biochemical-profile-of-capuchin-monkeys-3x2368vmz8.pdf>. Accessed on 21 August 2023.
- Ferreira, A. F., Queiroga, F. L., Mota, R. A., Rêgo, E. W., Mota, S. M., Teixeira, M. G. and Colaço, A. 2018. Hematological profile of captive bearded capuchin monkeys (*Sapajus libidinosus*) from Northeastern Brazil. *Ciênc. Rural* 48(10): 21–48. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180065>
- Ferreira, V. H. B., Silva, C. P. C., Paiva, E., Chagas, A. C. S., Mesquita, L. G., Pelegrino, H., Galvão-Coelho, N., de Sousa Cordeiro, M. B. and Ferreira, R. G. 2018. Hormonal correlates of behavioral profiles and coping strategies in captive capuchin monkeys (*Sapajus libidinosus*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 207: 108–115. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.07.002>
- Flaiban, K. K. M. D. C., Spohr, K. A. H., Malanski, L. D. S., Svoboda, W. K., Shiozawa, M. M., Hilst, C. L. S. and Lisboa, J. A. N. 2008. Hematologic values of free-ranging *Cebus cay* and *Cebus nigratus* in southern Brazil. *Int. J. Primatol.* 29(5): 1375–1382. <https://doi.org/10.1007/s10764-008-9290-5>
- Fragaszy, D. M., Visalberghi, E. and Fedigan, L. M. 2004. *The Complete Capuchin: The Biology of the Genus Cebus*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Garber, P. A., McKenney, A., Bartling-John, E., Bicca-Marques, J. C., de La Fuente, M. F., Abreu, F., Schiel, N., Souto, A. and Phillips, K. A. 2020. Life in a harsh environment: the effects of age, sex, reproductive condition, and season on hair cortisol concentration in a wild non-human primate. *PeerJ* 8: e9365. <https://doi.org/10.7717/peerj.9365>
- García-Feria, L. M., Chapman, C. A., Pastor-Nieto, R. and Serio-Silva, J. C. 2017. Biochemical and hematological evaluations of black howler monkeys (*Alouatta pigra*) in highly degraded landscapes in Mexico. *J. Med. Primatol.* 46(6): 304–310. <https://doi.org/10.1111/jmp.12286>
- Hernández-Cruz, G., Ferreira, R. G., Rooney, N. J., Guidi, R. D. S., Rego, R. D. P. D., Costa, T. S. F. and Mendl, M. 2022. Haematology, physiological parameters, morphometry and parasitological status of rescued bearded capuchin monkeys (*Sapajus libidinosus*). *J. Med. Primatol.* 51(4): 213–222. <https://doi.org/10.1111/jmp.12584>
- IBGE – Brazilian Institute of Geography and Statistics, 2021. Territorial area of the country. Website: <https://ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html>. Accessed on 15 June 2023.
- IBGE – Brazilian Institute of Geography and Statistics, 2022. Preview of the population calculated based on the results of the 2022 Demographic Census until December 25, 2022. Website: https://www.ibge.gov.br/CE_POP2022. Accessed on 28 January 2023.
- ICMBio, 2023. Diversity of the world's non-human primates. Website: <https://www.icmbio.gov.br/cpb/index.php/primatas-brasileiros>. Accessed on 15 June 2023.
- IUCN, 2024. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2024-1. Website: <https://www.iucnredlist.org>. Accessed on 12 September 2024.
- Larsson, M. H. M. A., Birgel, E. H., Benesi, F. J., Birgel Jr., E. H., Lazaretti, P., Fedullo, J. D. L. and Prada, C. S. 1999. Hematological values of *Cebus apella* anesthetized with ketamine. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 36: 131–135. <https://doi.org/10.1590/S1413-95961999000300005>.
- Larsson, M. H. M. A., Lucas, S. R. R., Mirandola, R. M. S., Lazaretti, P., Fedullo, J. D. L. and Guimarães, M. A. B. V. 1997. Reference values for liver and kidney function tests and some electrolytes in *Cebus apella* anesthetized with ketamine. *Ciênc. Rural* 27: 257–262. <https://doi.org/10.1590/S0103-84781997000200014>.
- Levacov, D., Jerusalinsky, L. and Fialho, M. de S. 2011. Survey of primates received in Triage Centers and their relationship with wildlife trafficking in Brazil. *Primatol. Braz.* 11: 281–305.
- Lima, D. B. C., Santos, K. D., Almeida, H. D., Nascimento, C. B., Conde Júnior, A. M. and Rizzo, M. D. S. 2014. Evaluation of hematological profile, biochemical and peripheral blood smear with a view to the health profile in primates of the *Cebus* genus maintained in captivity. *Semina* 35: 1847–1854.
- de Miranda, C. B., Cabala, R. W., Atan, J. B. C. D., Müller, L. C. C. M., Silva, P. C., de Magalhães Vivas, L. A. and Ferreira, M. L. 2011. Contenção farmacológica em primatas não-humanos com emprego de ketamina e xilazina: uma revisão bibliográfica. *Pubvet* 5: Art-1043. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v5n8.1045>
- Naves, E. de A., Ferreira, F. A., Mundim, A. V. and Guimarães, E. C. 2006. Hematological values of capuchin monkeys (*Cebus apella* Linnaeus, 1758) in captivity. *Biosci. J.* <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-561908>. Accessed on 21 August 2023.
- Nellemann, C., Henriksen, R., Pravettoni, R., Stewart, D., Kotsovou, M., Schlingemann, M., Shaw, M. and Reitano, T. (eds.). 2018. World atlas of illicit flows. A RHIP-TO-INTERPOL-GI assessment. RHIPTO Norwegian Center for Global Analyses, INTERPOL and the Global Initiative Against Transnational Organized Crime, Oslo. pp.12–17.
- Núñez, H., Araya, M., Cisternas, F., Arredondo, M., Méndez, M., Pizarro, F., Ortiz, A., Ortiz, R. and Olivares, M. 2008. Blood biochemical indicators in young and adult *Cebus apella* of both sexes. *J. Med. Primatol.* 37(1): 47–50. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0684.2007.00215.x>

- Nunes, V. F., Lopes, P. M. and Ferreira, R. G. 2021. Monkeying around the Anthropocene: patterns of human–nonhuman primate interactions in Brazil. *Ethnobiol. Conserv.* 10: 1–32. <https://doi.org/10.15451/ec2021-04-10.23-1-32>.
- Nunes, V. F., Lopes, P. M. and Ferreira, R. G. 2023. #Capuchinmonkeys on social media: a threat for species conservation. *Anthrozoös* 36: 1–19. <https://doi.org/10.1080/08927936.2023.2210440>.
- Ramalho, C. A., Guimarães, R. A. de A., Cavalcante, T. A., Stipp, D. T. and Guerra, R. R. 2015. Identification of enterobacteria in Galician capuchin monkeys (*Sapajus flavius*) kept in captivity in the state of Paraíba. *Rev. Biotemas* 28: 177–180. Website: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2015v28n3p177>.
- Renctas – National Network to Combat Wild Animal Trafficking. 2001. 1st National Report on Wildlife Trafficking. Website: <https://renctas.org.br/trafico-de-animais/>. Accessed on 12 February 2024.
- Ribeiro, C. L. B., Melo-Reis, P. R., Lemes, S. R., de Araújo, L. A. and da Silva-Júnior, N. J. 2015. Hematological analysis of capuchin monkeys (*Sapajus libidinosus* Spix, 1923) and howler monkeys (*Alouatta caraya* Humboldt, 1812) free-living in the south of the state of Tocantins. *Brazil. Braz. J. Biosci.* 12: 110–114.
- Riviello, M. C. and Wirz, A. 2001. Hematology and blood chemistry of *Cebus apella* in relation to sex and age. *J. Med. Primatol.* 30: 308–321. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0684.2001.300604.x>.
- Sacramento, T. S., Mendes, F. D. C., Peres, M. K. and Tavares, M. C. H. 2017. Feeding behavior and activity pattern of capuchin monkeys (*Sapajus libidinosus*) kept in Brasília National Park, D. F. In: *Primatology in Brazil* 114, M. A. B. Oliveira, R. G. Ferreira and V. Luna da Silva (eds.), pp.158–172. Editora Sociedade Brasileira de Primatologia, Recife.
- Santos, M. C., Gomes, D. M., Lima, M. R., Santos, M. V., Santos, U. G., Cerqueira, R. B. and Pedroso, P. M. 2021. Estudo quantitativo de animais silvestres recebidos nos Centros de Triagem de Animais Silvestres (CETAS) da Bahia e identificação de rotas de tráfico. *Pesq. Vet. Bras.* 41: e06942. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-6942>.
- Santos, M. V. S. 2006. Survey of intestinal helminths in red-headed howler monkeys (*Alouatta guariba*, Primates, Atelidae) in the Ribeirão Cachoeira forest, district of Souza. Master's thesis, State University of São Paulo, Campinas, SP, Brazil.
- Silva Júnior, J. S. 2001. Especiação nos macacos-prego e caiararas, gênero *Cebus* Erxleben, 1777 (Primates, Cebidae). Doctoral thesis, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil.
- Silva, G. P. d., Pereira, T. H. S., de Melo, J. T., Imbeloni, A. A., de Andrade, R. S., Monteiro, M. V. B., Monteiro, F. O. B. and Takeshita, R. S. C. 2023. Hematological and serum biochemistry evaluation in howler monkeys (*Alouatta caraya*) and capuchin monkeys (*Sapajus apella*): a comparative study. *J. Med. Primatol.* 52(3). <https://doi.org/10.1111/jmp.12644>.
- Sousa, G. A., Paludo, G. R., Teixeira, D. S. and Morais Ribeiro, B. 2020. Haematological and biochemical parameters of wild capuchin monkeys in Brasília, Federal District, Brazil. *J. Med. Primatol.* 49(4): 211–217. <https://doi.org/10.1111/jmp.12468>.
- Stockham, S. L. and Scott, M. A. 2011. *Fundamentos da Patologia Clínica Veterinária*, 2ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- Thrall, M. A. 2015. Erythrocyte morphology. In: *Veterinary Clinical Hematology and Biochemistry* (2nd ed.), M. A. Thrall, G. Weiser, R. W. Allison and T. W. Campbell (eds.), pp.222–225. Roca, São Paulo.
- Weiser, G. 2015. Interpretation of the leukocyte response in disease. In: *Veterinary Clinical Hematology and Biochemistry* 2nd ed., M. A. Thrall, G. Weiser, R. W. Allison and T. W. Campbell (eds.), pp.276–305. Roca, São Paulo.
- Wirz, A., Truppa, V. and Riviello, M. C. 2008. Hematological and plasma biochemical values for captive tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Am. J. Primatol.* 70: 463–472. <https://doi.org/10.1002/ajp.20520>.
- 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(2): 149–156. <https://doi.org/10.3201/eid0402.980202>.
- Zago, G. 2018. Factors that affect enteroparasitosis in capuchin monkeys (*Sapajus libidinosus*) from the Cerrado/Caatinga ecotone. Doctoral thesis, University of São Paulo, Institute of Psychology, São Paulo, Brazil. Website: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/47/47132/tde-01042019-101708/pt-br.php>. Accessed on 8 July 2025.

@OPERACAOSAPAJUS: ANÁLISE DO ENGAJAMENTO NAS REDES SOCIAIS**Júlio César Nascimento de Oliveira^{1,*}, Talita Maria Macedo Damasceno¹, Vitória Fernandes Nunes¹, Renata Gonçalves Ferreira¹**¹*Pós-Graduação em Psicobiologia – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil***Autor correspondente: Email: <julio.oliveira.016@ufrn.edu.br>***Resumo**

Apresentamos uma análise qualitativa e quantitativa do engajamento do @operacaosapajus ao longo dos três primeiros anos desde a criação da página no *Instagram*. Analisamos 488 postagens classificadas em 12 categorias. Foi utilizada a ferramenta *Insights* para se obter índices do engajamento da página. Utilizamos modelos lineares para detectar diferenças significativas no engajamento entre os tipos de publicação, e análise de cluster para agrupar tipos de publicações pela similaridade nos valores medianos do engajamento geral. A página atingiu um teto de onze mil seguidores, composto majoritariamente por mulheres, entre 24 e 35 anos, brasileiras. Três agrupamentos foram obtidos com diferenças estatísticas entre eles. As publicações com abordagem crítica tiveram significativamente mais *likes*, mas não mais compartilhamentos, indicando uma forma de ativismo brando. Publicações sobre temas científicos e denúncias foram significativamente mais salvos, indicando que a função de divulgação científica está sendo alcançada. *Posts* da categoria Em cativeiro e em liberdade engajaram significativamente menos, indicando que essa estratégia talvez não seja a mais eficiente para a promoção de uma mudança estética do “amar como *pet*” para o “amar a vida silvestre em liberdade”.

Palavras chaves: *Instagram*, macaco-prego, primatas, redes sociais**Abstract**

We present a qualitative and quantitative analysis of public engagement with @operacaosapajus over the first three years since the creation of the Instagram page. We analyzed 488 posts classified into 12 categories. The Insights tool was used to obtain page engagement indices. We used linear models to detect significant differences in engagement between post types, and cluster analysis to group post types by similarity in median overall engagement values. The profile reached a ceiling of eleven thousand followers, made up mostly of Brazilian women, between 24 and 35 years old. Three clusters were significantly different from each other. Publications with a critical approach had significantly more likes, but not more shares, indicating a form of soft activism. Publications on scientific topics and denouncements were significantly more saved, indicating that the function of scientific dissemination is being achieved. Posts of animals in captivity and “free/wild” categories engaged substantially less, suggesting that this strategy may not be the most efficient to promote an aesthetic change from “loving as pets” to “loving free wildlife”.

Keywords: Instagram, robust capuchin monkey, primates, social media**Introdução**

As relações pessoais dos seres humanos com a natureza são preditoras de comportamentos pró-meio ambiente (Nisbet et al., 2008). Pesquisas mostram que indivíduos que residem em áreas rurais tendem a desenvolver uma maior afinidade pela conservação ambiental devido à proximidade com ecossistemas naturais (Chawla, 2007). Porém, com a crescente urbanização, cada vez menos pessoas têm oportunidades de interagir diretamente com ambientes silvestres. Estudos indicam que a falta de contato com ambientes naturais pode levar a uma desconexão emocional com o meio ambiente, reduzindo a percepção da importância de sua preservação (Mayer e Frantz, 2004). Em decorrência, muito do que as pessoas

sabem sobre animais é baseado no que é apresentado na mídia (Clarke et al., 2019).

O retrato da vida animal é um tema frequentemente explorado em documentários e produções midiáticas. Grandes empresas, como a *British Broadcasting Corporation* (BBC), produzem séries que destacam o comportamento animal e a vida selvagem (Nelson e Fijn, 2013). Além disso, imagens de animais são amplamente utilizadas em programas de televisão, comerciais e filmes infantis, consolidando sua presença na mídia popular (Aldrich et al., 2023). Essa exposição molda significativamente a percepção do público, influenciando atitudes e até mesmo comportamentos relacionados à aquisição de animais (Clarke et al., 2019). Por exemplo, o registro de cachorros da raça dálmata cresceu após a exibição do

filme *101 Dálmatas*, assim como a aquisição de iguanas após o filme *Jurassic Park*, compra de corujas durante a exibição da série *Harry Potter* e compra de peixes-palhaço após a exibição do filme *Procurando Nemo* (Clarke et al., 2019). Primatas, em particular, têm sido recorrentes na indústria audiovisual desde o século passado até os tempos atuais (Aldrich et al., 2023), um exemplo próximo foi a utilização de um chimpanzé (*Pan troglodytes*) na novela brasileira *Caras e Bocas* (2009). Primatas de pequeno porte, como o caiarara (*Sapajus* e *Cebus*), são um alvo constante da indústria do cinema e da televisão. Famosa em *Hollywood*, a macaca Crystal, uma fêmea da espécie *Sapajus apella*, já atuou em mais de 30 produções (IMDB, 2025).

A mídia de forma mais ampla, incluindo canais como redes sociais, fóruns online e blogs, desempenha um papel fundamental na formação da opinião pública e na legislação sobre o comércio de *pets* exóticos (Bielby et al., 2025). O aumento do acesso à internet e a popularização do *e-commerce* têm impulsionado a transformação do comércio de animais selvagens, com as mídias sociais se tornando um fator crucial na expansão e popularização do comércio de animais exóticos como *pets* (Nijman et al., 2023). Evidências demonstram o impacto significativo das mídias sociais na formação de atitudes do consumidor e no aumento da demanda por animais selvagens como animais de estimação. Por exemplo, *posts* de galagos ou *bushbabies* (família Galagidae) no *TikTok* e *Instagram* mostraram que 95% dos comentários manifestavam desejo de possuir um, e o aumento nas visualizações desses *posts* correlacionou-se com o crescimento nas buscas por “galago *pet*” no *Google* e nas exportações de galagos vivos (Nijman et al., 2023). A linguagem e o conteúdo apresentados nessas mídias, especialmente nas populares, podem inadvertidamente impulsionar o interesse e a demanda por esses animais (Clarke et al., 2019; Nijman et al., 2023; Bielby et al., 2025).

A teoria do enquadramento (*framing theory*) é um tipo de viés cognitivo estudado por diferentes áreas, como a psicologia e a sociologia. Ela sugere que a forma como uma informação é passada muda a maneira como ela é interpretada pelo destinatário (Riddle e MacKay, 2020). Portanto, a maneira como a mídia representa os animais influencia diretamente a percepção do público sobre eles (Nunes et al., 2023). Dessa forma, pode ocorrer uma espécie de distorção comunicativa, na qual o público interpreta erroneamente determinados aspectos e comportamentos dos animais, o que pode se tornar perigoso, pois percepções equivocadas podem levar à desvalorização dessas espécies (Ross et al., 2011; Van der Meer et al., 2019). Com a ascensão da mídia digital, os espaços online passaram a ser utilizados para registrar e compartilhar os relacionamentos humanos, incluindo suas relações com animais não humanos. Esses registros, amplamente divulgados nas plataformas digitais, permitem que as interações entre humanos e animais sejam observadas e

exploradas no ambiente online, especialmente nas redes sociais.

A era das redes sociais transformou significativamente a maneira como as pessoas acessam e processam informações (Aldrich et al., 2023). As mídias sociais não apenas veiculam notícias e conhecimento, mas também influenciam identidades, posturas e ideologias, especialmente entre as gerações mais jovens (Höttecke e Allchin, 2020). No entanto, *posts* relacionados à ciência são substancialmente menos compartilhados do que *posts* sobre outros assuntos, e 21% dos usuários de mídias sociais norte-americanos reportaram não seguir nenhum canal relacionado à ciência nas suas escolhas de mídia social (Clarke et al., 2019; Höttecke e Allchin, 2020).

Com cerca de 5,17 bilhões de usuários em 2024 e projeções de crescimento para 6 bilhões até 2028 (Statista, 2024), as mídias sociais desempenham um papel significativo na formação de percepções. No entanto, elas também facilitam a disseminação de imagens de animais silvestres fora de seus habitats naturais e em contextos antropomorfizados, o que pode estimular o comércio legal e ilegal de *pets* exóticos (Moloney et al., 2020). Pesquisas sobre como as imagens influenciam as atitudes das pessoas em relação a chimpanzés (Ross et al., 2011) e leopardos (Van der Meer et al., 2019) mostram que a visualização de fotografias destes animais ao lado de humanos diminui a percepção destas espécies como ameaçadas de extinção. Além disso, as pessoas ficam mais favoráveis a verem estas espécies como possíveis animais de estimação (Ross et al., 2011; Riddle e MacKay, 2020).

Por outro lado, a mídia social pode ser usada para estimular o pensamento conservacionista (Wu et al., 2017). A campanha *Cócegas é tortura* (*Tickling is Torture*), lançada em 2015, foi bem-sucedida em mudar a percepção sobre o bem-estar dos lóris lentos (*Nycticebus*): após ações nas redes sociais, um vídeo viral foi removido e os comentários desejando o animal como *pet* caíram de 25% para 10% (Nekaris et al., 2013; Clarke et al., 2019). Outras campanhas como a realizada por uma Organização Não Governamental (ONG) pelo *Facebook*, contra o tráfico ilegal de primatas de Gibraltar no Marrocos, aumentaram em 25% o número de denúncias de animais mantidos em cativeiro ilegal (Waters e El-Harrad, 2013). Essas campanhas exemplificam como as mídias sociais não só contribuem para a conscientização sobre problemas ambientais e de bem-estar animal, mas também ajudam a comunicar diretamente com públicos fora da academia.

Nosso grupo de pesquisa, o COLAB (Laboratório de Estudos em Coexistência – Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte), desenvolve pesquisa sobre comportamento e reabilitação para soltura de macacos-prego (*Sapajus libidinosus*) mantidos em centros de resgate de fauna silvestre do IBAMA (Ferreira et al., 2016, 2018, 2020;

Hernandez-Cruz et al., 2022, 2024; Donnini, 2024). Neste contexto, em março de 2019 foi criado o *@operacaosapajus*, um perfil no *Instagram* ([instagram.com/operacaosapajus](https://www.instagram.com/operacaosapajus)) dedicado à divulgação de informações sobre o tráfico de animais silvestres e à conscientização sobre os impactos da manutenção de primatas como *pets*. A utilização de redes sociais para esse objetivo oferece uma oportunidade para a comunicação direta com o público em geral, superando as limitações da comunicação acadêmica tradicional.

O público-alvo dos *posts* são os usuários da plataforma *Instagram* por ser uma das mídias sociais mais utilizadas. O presente trabalho apresenta uma análise qualitativa e quantitativa verificando qual tipo de *post* teve maior engajamento em três anos do perfil *@operacaosapajus*.

Metodologia

O perfil *@operacaosapajus* foi criado em março de 2019 com três objetivos principais: 1) esclarecer a problemática da manutenção de macacos-prego (*Sapajus*) e outros primatas como *pets*, 2) discutir as consequências da exposição desses animais nas mídias sociais e 3) promover o respeito à fauna em liberdade. A primeira publicação ocorreu em 06 de março de 2019 e, em 25 do mesmo mês, foi lançada a hashtag *#todosporeles*, que ainda é utilizada por membros e colaboradores do projeto. Em setembro de 2019, a hashtag atingiu 4000 usos na plataforma. Em 02 de maio de 2019, foi lançada a campanha “Ame em liberdade”, incentivando os seguidores a compartilharem fotos de macacos-prego em liberdade, como forma de combater imagens de primatas em cativeiro. A campanha também utilizou a estratégia de premiar a foto mais curtida com uma camiseta do laboratório, promovendo engajamento. Até dezembro de 2019, a página alcançou

5.000 seguidores, e em março de 2021, o perfil chegou a 10.000 seguidores. Atualmente (19/03/2024), o perfil conta com aproximadamente 11.400 seguidores.

O *Instagram* oferece a ferramenta Insights para usuários de contas comerciais obterem dados sobre o engajamento. Essa ferramenta apresenta nove índices de engajamento de cada publicação: número de curtidas, comentários, compartilhamentos, salvamentos, contas alcançadas, interação no *post*, impressões, visitas e começaram a seguir (ver definições dos índices no Anexo 1). Utilizamos essa ferramenta para obter dados dos *posts* selecionados para análise.

Utilizamos o período de março de 2019 a junho de 2022 nas análises, por ser aquele em que o perfil do *Instagram* esteve mais consistentemente ativo quanto a frequência de postagens. Durante esse intervalo, a página alcançou 11.235 seguidores e publicou 610 *posts*, com uma média de 1,5 *posts* por semana. Os *posts* foram agrupados em 12 categorias: 1. Divulgação científica; 2. Frases de efeito; 3. Em liberdade; 4. Histórias individuais; 5. Críticas; 6. Denúncia; 7. *Meme* consciente; 8. Em cativeiro; 9. Saiu na mídia; 10. Campanha; 11. Ilustrações; 12. Ciclo de entrevistas. Essas categorias foram definidas a posteriori e o critério utilizado para isso foi o conteúdo presente na publicação. Das 610, 488 publicações puderam ser claramente classificadas, onde cada uma delas ocupa somente uma categoria, evitando assim repetições e duplicidade. As categorias, a quantidade de *posts* e suas descrições estão apresentadas na Tabela 1, e no Anexo 2 é possível visualizar um exemplo de cada uma delas.

Realizamos dois tipos de análise. Primeiro, utilizamos modelos lineares gerais para testar se havia diferença significativa nos índices de engajamento entre as diferentes

Tabela 1. Descrição e quantidade de *posts* para cada categoria dentro de *@operacaosapajus*.

Categoria	Quantidade	Descrição
Divulgação científica	141	Compartilhamento de conteúdo científico de maneira interessante e compreensível para o público da página.
Frases de efeito	47	Frase impactante que chama atenção do público e traz reflexão.
Em liberdade	147	Fotos de animais em contexto de liberdade.
Histórias individuais	13	Breve história sobre algum dos macacos do projeto.
Críticas	13	Publicação crítica sobre algum acontecimento na mídia.
Formas de denúncia	7	Maneiras de denunciar situações de maus tratos.
<i>Meme</i> consciente	13	Publicação que utiliza algum <i>meme</i> que está em alta de maneira consciente, trazendo um cunho científico.
Em cativeiro	56	Fotos de animais em situação de cativeiro.
Saiu na mídia	16	Compartilhamento de alguma notícia atual envolvendo macacos.
Campanhas e sorteios	6	Campanha ou sorteio promovidos pela página com a intenção de aumentar o engajamento.
Ilustrações	25	Ilustrações com o tema primatologia.
Ciclo de entrevistas	4	Postagem onde especialistas debatem algum tema no formato de “entrevista”.

categorias de *posts*. Como os dados de engajamento não apresentaram distribuição normal, a significância foi definida via bootstrap, e as diferenças entre as médias estimadas foram consideradas significativas se os limites de significância não contivessem o valor zero. Em seguida, realizamos uma análise de cluster hierárquico para verificar similaridade/dissimilaridade entre as categorias de *posts* de forma geral, usando todos os índices. Os valores medianos foram padronizados para evitar sobreposição de índices com valores intrinsecamente maiores (ex., *likes* vs. seguir). Utilizamos o método de ligação entre centroides calculada pela distância euclidiana da mediana dos índices de engajamento das categorias. Todos os procedimentos estatísticos foram executados no software R (versão 4.3.1) através dos pacotes *proxy* e *tidyverse*.

Resultados

Em junho de 2022, a página contava com um total de 610 publicações, 194.772 *likes* e mais de 31 mil compartilhamentos. Uma análise realizada por meio das ferramentas disponibilizadas pela própria plataforma permitiu um entendimento mais aprofundado sobre o perfil do nosso público, especialmente em relação ao gênero e à localização. Os dados revelaram que a maioria dos seguidores no período analisado era composta por mulheres entre 25 e 34 anos, representando 64% do total. Observou-se também que 94,7% dos seguidores eram brasileiros, majoritariamente residentes em grandes capitais como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte. Além do Brasil, nosso público estava distribuído em outros quatro países: Estados Unidos, Argentina, Colômbia e Portugal.

A análise dos parâmetros de engajamento mostra que o valor mediano geral de *likes* foi 232 com máximo de 4512; comentários tem uma mediana de 7, com valor máximo de 1078; o valor mediano de compartilhamentos foi 4, com valor máximo de 1987; o valor mediano de salvamentos é 6 com valor máximo de 605; alcance tem mediana de valor 1038 e o valor máximo 18735; quanto às interações a mediana é 265 e o valor máximo 7221; no parâmetro de impressões os valores observados são 1138 de mediana e 22009 de valor máximo. Os valores medianos detalhados das principais métricas (*Likes*, Comentários, Compartilhamentos, Salvamentos, Alcance e Começaram a Seguir) para cada uma das categorias de publicações podem ser encontrados nos gráficos de barra presentes na Figura 1.

Os resultados dos modelos lineares mostram que *posts* de crítica, memes conscientes e ilustrações tiveram significativamente mais engajamento (*Likes*, Alcance, Compartilhamento, Interação, Impressão, Salvamento) que *posts* de animais em liberdade e em cativeiro. Apenas, o número de comentários foi maior em campanhas, devido a própria proposta deste tipo de *post*. *Posts* de denúncia e divulgação científica foram os mais salvos. A Tabela 2

resume as diferenças significativas, o Anexo 3 apresenta resultados estatísticos dos modelos lineares.

A análise do dendrograma presente na Figura 2 corrobora esses resultados. É possível verificar a formação de três agrupamentos. *Posts* com críticas e *memes* conscientes formam um agrupamento semelhante entre si e mais dissimilar aos demais, compondo o grupo dos *posts* com maior engajamento. *Posts* em liberdade, histórias individuais, ciclo de entrevistas e animais em cativeiro formam o agrupamento dos que surtiram menor engajamento. *Posts* de divulgação científica, saiu na mídia, frases de efeito, ilustrações, campanhas e denúncia formam o cluster com engajamento mediano (ver matriz de dissimilaridade no Anexo 4). O dendrograma foi construído a partir dos valores medianos padronizados de oito índices de engajamento: *Likes*, Comentários, Compartilhamentos, Salvamentos, Alcance, Interações, Impressões e Começaram a seguir. A padronização dos valores evitou a variação de métricas com escalas numéricas de engajamento diferentes. Foi utilizada a distância euclidiana entre centroides das categorias, com o método de ligação entre grupos.

Discussão

O perfil do *Instagram* @operacaosapajus teve um grande crescimento logo no início, em apenas nove meses atingiu 5 mil seguidores, depois foram necessários mais 15 meses para atingir 10 mil, e está estacionado em 11 mil desde fevereiro de 2022 até março de 2024. Este é um número baixíssimo se comparado aos de seguidores de *Instagram* que descrevem a vida de macacos *pet*, como por exemplo o perfil @heresyourmonkeycontent que conta com 447 mil seguidores. O perfil do público segue o padrão geral do *Instagram* que tende a ser composto por pessoas jovens com predominância do sexo feminino (Thomas et al., 2020). Além disso, por se tratar de um perfil brasileiro, com publicações voltadas para o público do próprio país, a maioria dos seguidores também é brasileiro.

As análises mostraram que *posts* de animais em liberdade e em cativeiro não diferem entre si, mas despertam significativamente menos engajamento que *posts* de críticas e *memes* conscientes. Os trabalhos que usam a teoria da moldura (*framing theory*) realizam experimentos online em que imagens semelhantes em contextos diferentes (ex. chimpanzés na floresta, mesmo chimpanzé numa sala) são apresentadas e os respondentes são participantes (voluntários) de uma pesquisa (Ross et al., 2011). Nestes experimentos é verificado que o contexto em que o animal é apresentado muda a percepção sobre a adequabilidade ou não de um animal silvestre como *pet*. Diferentemente, nossa análise não resulta de um experimento controlado e faz uso de engajamentos espontâneos em *posts* apresentando animais em contextos reais, seja em liberdade, seja em cativeiro. Estas imagens não são confrontadas frente

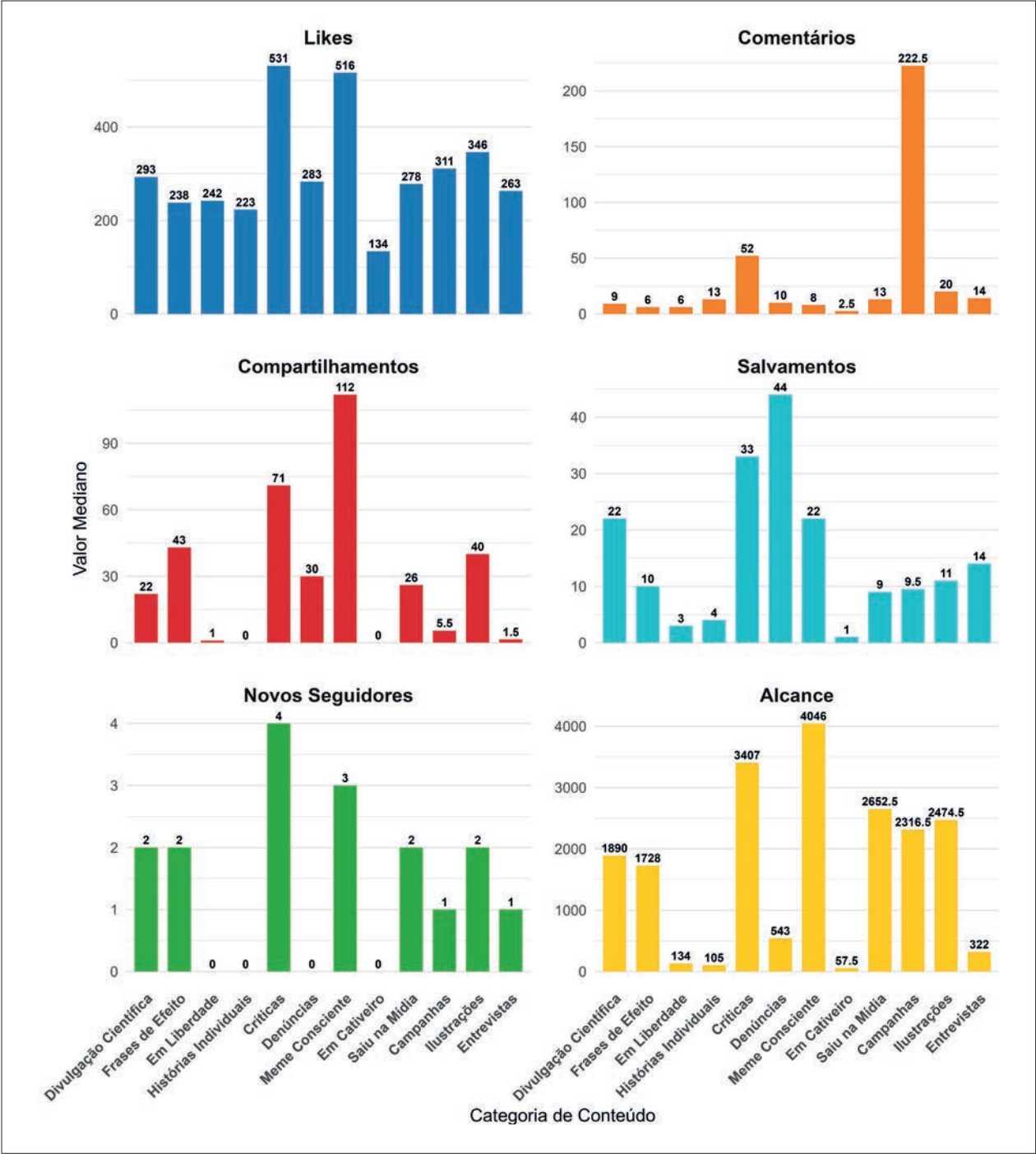


Figura 1. Valores medianos dos índices de engajamento para cada categoria de conteúdo.

a frente, e uma escolha clara não é solicitada. Ambos os tipos de *posts* tiveram baixo engajamento, não diferindo entre si, mas diferindo de quase todas as outras categorias de *posts*. Isto não quer dizer que o efeito moldura não exista, mas que não conseguimos detectar com nossa análise. Mas isto gera dúvidas quanto à eficiência dessa estratégia para atingir o objetivo de uma mudança estética de valorização da vida em liberdade. Talvez para isso seja necessária a observação do animal em seu ambiente natural de fato, e atividades de *primate watching* talvez sejam mais eficazes na mudança de valorização ética e

estética (Mittermeier e Ang, 2023). Ciclos de entrevistas e histórias individuais formaram um agrupamento com *posts* em liberdade e cativeiro como as categorias com menos engajamento.

Por outro lado, *posts* que criticam e fazem *memes* sobre a manutenção de primatas como *pets* e sua exposição em mídias sociais foram os que resultaram em maior engajamento, formando um agrupamento claro, diferente dos demais tipos de *posts*. De acordo com Lima-Neto (2020), os *memes* viralizam intensamente por serem concebidos

Tabela 2. Matriz com diferenças significativas entre os tipos de *posts*. Resultados estatísticos no Anexo 3.

	CR	MC	IL	EL	EC	DC	FE	HI	DE	SM	CS	CE
CR	X	L		L, C, A, I, i	L, C, i	C	C			C	C	
MC		X		L, A, I, i	L, A, I, i						C	
IL			X	C, c, A, i	L, C, c, A, I, i	C, c	C		S			
EL				X		C, c, S, A, I, i, s			S		C	
EC					X	L, c, S, A, I, i, s	A, i	A	S		C	
DC						X	S				C	
FE							X		S		C	
HI								X	S		C	
DE									X	S	C,	
SM										X	C	
CS											X	C
CE												X

L: *Likes*; C: Comentários; c: Compartilhar; S: Salvamentos; s: Seguiram; A: Alcance; I: Interação; i: Impressões; CR: Críticas; MC: *Meme* consciente; IL: Ilustrações; EL: Em liberdade; EC: Em cativeiro; DC: Divulgação científica; FE: Frases de efeito; HI: Histórias individuais; DE: Denúncias; SM: Saiu na mídia; CS: Campanhas e sorteios; CE: Ciclo de entrevista.

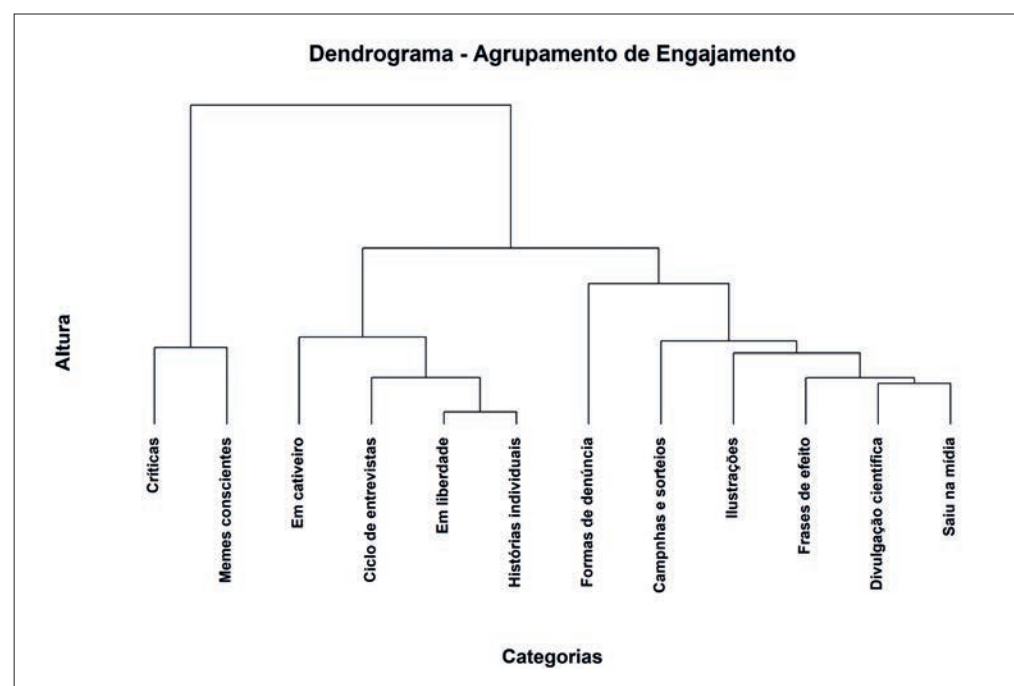


Figura 2. Dendrograma com agrupamento de *posts* com engajamentos mais similares.

como unidades de transmissão cultural que se replicam rapidamente por imitação, essa rápida absorção e disseminação é impulsionada por elementos como o humor. Esses fatores podem ajudar a explicar o alto engajamento desses tipos de publicações. É importante considerar que, diferente do agrupamento anterior, as pessoas podem ver esses tipos de *post* como uma informação útil e construtiva. Em outras palavras, uma foto bonita de um macaco-prego pode ser agradável de se admirar, mas nem sempre inspira o desejo de compartilhá-la. Este alto

engajamento reflete a forma de ativismo do público de mídias sociais, em que as frustrações e críticas sociais no mundo concreto são externalizadas no mundo *online* (Oskuie e Oskouie, 2024). Com exceção de algumas publicações mais “virais”, os *posts* obtiveram uma mediana de 1.000 visualizações e alcançaram um número semelhante de pessoas. No entanto, o número de comentários, compartilhamentos e salvamentos foi significativamente menor, com medianas abaixo de 100. Existem várias formas de classificar o ativismo digital, geralmente variando

de ações mais passivas, como o *click*-ativismo e os comentários, até ações mais ativas, como o recrutamento e a construção de movimentos (por exemplo, petições digitais), ou até os chamados “gladiadores” digitais (por exemplo, os *hackers*) (Oskuie e Oskouie, 2024).

No período analisado neste trabalho, o perfil *@operacao-sapajus* teve um ativismo brando, enquadrando-se mais no *click*-ativismo, apenas a partir de 2023, após o período analisado neste trabalho, a página começou a se engajar em movimentos mais ativos, unindo-se a outros grupos e páginas de *Instagram* em campanhas de recrutamento de combate à caça e regulamentação da mídia. Até que ponto esse ativismo (brando) digital se traduz em mudanças comportamentais em nível populacional, ou até que ponto “ações conectadas se transformam em ações coletivas” em direção a um objetivo específico ainda é alvo de diversos estudos. Riddle e Mackay (2020) discutem que o engajamento em mídias sociais não reflete de forma precisa o que as pessoas pensam sobre os primatas, havendo uma disparidade entre, por exemplo, curtidas no *Instagram* (como gostar de uma postagem criticando a manutenção de primatas como *pets*) e comentários em textos fora do *Instagram* (como afirmar que pessoas cuidadosas poderiam ter primatas como *pets*). Por outro lado, exemplos com uso de mídias sociais para mudança de hábitos de saúde, processos de ensino e aprendizagem, participação em campanhas de vacinação indicam que o engajamento online está correlacionado com comportamentos do dia a dia (Evans et al., 2022; Živojinović et al., 2023).

Um terceiro agrupamento composto por *posts* das categorias divulgação científica, saiu na mídia, frases de efeito, ilustrações, campanhas e denúncias representa os que tiveram índices de engajamento mediano. Neste trabalho foi realizada uma análise com um público baseado nos seguidores do perfil, composto em parte por pesquisadores da área de primatologia e/ou biologia. Entretanto, atualmente, a diversidade de mídias sociais no ambiente digital contribui para a formação de diferentes nichos de conteúdo e de público. Uma análise detalhada mostra que divulgação científica e denúncias foram os tipos de *posts* mais salvos, sugerindo que o *Instagram* está no caminho para cumprir o objetivo de popularização do conhecimento sobre primatas.

Neste trabalho usamos as métricas oferecidas pelo *Instagram* para análise de engajamento espontâneo (no sentido de não ser feito em condições experimentais e controladas). Porém, esses dados devem ser analisados com precaução. Primeiro pelo fato do espaço amostral ter variado ao longo do tempo, ou seja, o número de seguidores dos primeiros *posts* era menor que os dos últimos *posts*. Como o crescimento dos seguidores atingiu seu platô já no segundo ano, espera-se que esse efeito seja diminuído. Segundo, o que faz um *post* engajar no *Instagram* são muitas variáveis. Por exemplo, se o *post*

ocorre dentro de uma semana em que outros *posts* já ocorreram, o horário da publicação, ou se o *Instagram* está mais ativo por causa de outras notícias (ex., eleições políticas ou uma campanha em andamento) e as pessoas estão ficando mais tempo *online*, o *post* alcança mais pessoas porque o perfil já estava numa “curva de engajamento”—em comparação a uma postagem numa semana em que “nada tá acontecendo”. Com o surgimento do *TikTok*, entre 2021 e 2022, a plataforma deixou de priorizar fotos e passou a valorizar publicações em formato de vídeos. Todos esses fatores influenciam o engajamento. A página atingiu um platô de 11 mil após 35 meses de criação, e não houve crescimento, mesmo com a manutenção das publicações. Ao que parece, atingimos o tamanho da bolha (ou da rede de homofilia digital ou *echo chamber* digital), em que as opiniões circulam entre as mesmas pessoas, não conseguindo atingir proporções maiores (Oskuie e Oskouie, 2024).

Cada plataforma apresenta particularidades que influenciam diretamente na forma como a informação é produzida, distribuída e consumida. O *WhatsApp*, por exemplo, prioriza a circulação de mensagens de texto e conteúdos mais diretos, o *YouTube*, por sua vez, é voltado à veiculação de vídeos mais longos, enquanto o *TikTok* se destaca pelo formato dinâmico e curto de seus vídeos. Compreender as especificidades de cada rede social e o modo como o engajamento do público se dá em cada uma delas é uma estratégia fundamental para ampliar o alcance de iniciativas de comunicação online como a nossa, especialmente como forma de romper a “bolha” observada no *Instagram* e atingir novos públicos.

Em todo o mundo a importância da internet como fonte de informação cresce exponencialmente devido, principalmente, aos avanços no meio técnico-científico-informacional. As mídias sociais alteraram a forma com que a sociedade acessa, consome e partilha conhecimento, notícias e opiniões. É através dessas plataformas que as pessoas atualmente criam e estabelecem vínculos e identidades sociais e se sentem livres para canalizar suas paixões e interesses (Höttecke e Allchin, 2020). Neste cenário, as buscas por páginas e vídeos de macacos sendo mantidos como animais de companhia crescem exponencialmente (Nunes et al., 2021). Para combater a crescente comercialização de *pets* online, a profissionalização e remuneração das pessoas que mantêm essas plataformas são fundamentais para a longevidade desta estratégia de educação ambiental e conservação.

Conclusão

Os seguidores do perfil *@operacaosapajus* são majoritariamente do sexo feminino, jovens e brasileiros. As publicações com abordagem crítica tiveram significativamente mais *likes* e compartilhamentos, indicando uma forma de ativismo brando. Por outro lado, *posts* sobre temas científicos e denúncias foram significativamente mais salvos,

indicando que a função de divulgação científica está sendo alcançada. *Posts* da categoria “em cativeiro” e “em liberdade” engajaram significativamente menos, indicando que essa estratégia talvez não seja a mais eficiente para a promoção de uma mudança estética do “amar como pet” para o “amar a vida silvestre em liberdade”.

Referências

- Aldrich, B. C., Feddema, K., Fourage, A., Nekaris, K. A.-I. e Shanee, S. 2023. Primate portrayals: narratives and perceptions of primates in entertainment. Em: *Primates in Anthropogenic Landscapes*. T. McKinney, S. Waters e M. A. Rodrigues (eds.), pp. 339–364. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-11736-7_17
- Bielby, J., Austen, G., McMillan, K. e Wafflart, S. 2025. Exploring media representation of the exotic pet trade, with a focus on welfare: taxonomic, framing and language biases in peer-reviewed publications and newspaper articles. *R. Soc. Open Sci.* 12: 240952. <https://doi.org/10.1098/rsos.240952>
- Chawla, L. 2007. Childhood experiences associated with care for the natural world: A theoretical framework for empirical results. *Child. Youth. Environ.* 17: 144–170. <https://doi.org/10.1353/cye.2007.0010>
- Clarke, T. A., Reuter, K. E., LaFleur, M. e Schaefer, M. S. 2019. A viral video and pet lemurs on Twitter. *PLoS ONE* 14(1): 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208577>
- Donnini, J., Kross, A., Ferreira, R. e Turner, S. 2024. Identifying suitable habitats for the reintroduction of capuchin monkeys (*Sapajus libidinosus*) in northeastern Brazil's Caatinga biome. *Int. J. Primatol.* 45: 439–472. <https://doi.org/10.1007/s10764-023-00412-4>
- Evans, W. D., Abroms, L. C., Broniatowski, D., Napolitano, M. A., Arnold, J., Ichimiya, M. e Agha, S. 2022. Digital media for behavior change: review of an emerging field of study. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 19: 9129. <https://doi.org/10.3390/ijerph19159129>
- Ferreira, R. G., Mendl, M., Guilherme, P., Wagner, C., Araujo, T., Nunes, D., Souto, A., Oliveira, M. A. B. e Schiel, N. 2016. Coping strategies in captive capuchin monkeys (*Sapajus* spp.). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 176: 120–127. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2019.01.003>
- Ferreira, V. H. B., Silva, C. P. C., Fonseca, E. D. P., Chagas, A. C. C. S., Pinheiro, L. G. M., Almeida, R. N. D., Sousa, M. B. C., Silva, H. P. A., Galvão-Coelho, N. L. e Ferreira, R. G. 2018. Hormonal correlates of behavioural profiles and coping strategies in captive capuchin monkeys (*Sapajus libidinosus*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 207: 108–115. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.07.002>
- Ferreira, V. H. B., Fonseca, E. P., Chagas, A. C. C. S., Pinheiro, L. G. M., Sousa, M. B. C., Silva, H. P. A., Galvão-Coelho, N. L. e Ferreira, R. G. 2020. Personality traits modulate stress responses after enclosure change of captive capuchin monkeys (*Sapajus libidinosus*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 232: 105111. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2020.105111>
- Hernández-Cruz, G. et al. 2022. Haematology, physiological parameters, morphometry and parasitological status of rescued bearded capuchin monkeys (*Sapajus libidinosus*). *J. Med. Primatol.* 51(4): 213–222. <https://doi.org/10.1111/jmp.12584>
- Hernández-Cruz, G., Ferreira, R. G., Mendl, M., Rooney, N. J. e Mullan, S. 2024. An ethical matrix for the reintroduction of trafficked primates: a Platyrrhine case study. *Int. J. Primatol.* 45: 834–859. <https://doi.org/10.1007/s10764-024-00419-5>
- Höttecke, D. e Allchin, D. 2020. Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. *Sci. Educ.* 104: 641–666. <https://doi.org/10.1002/sce.21575>
- IMDb. n.d. Crystal the Monkey. Disponível em: <https://www.imdb.com/name/nm2640714/>. Acessada em 5 de abril de 2025.
- Lima-Neto, V. de. 2020. *Meme é gênero?* Questionamentos sobre o estatuto genérico do meme. *Trab. Linguist. Apl.* 59(3): 2246–2277. <https://doi.org/10.1590/01031813834991620201116>
- Mayer, F. S. e Frantz, C. M. 2004. The connectedness to nature scale: a measure of individuals' feeling in community with nature. *J. Environ. Psychol.* 24(4): 503–515. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2004.10.001>
- Meraji Oskuie, S. e Meraji Oskouie, S. 2024. Cyberactivism and real-world activism: why are users different? *Cyberspace Stud.* 8: 27–58. <https://doi.org/10.22059/jcss.2024.361160.1089>
- Meyer, D. e Buchta, C. 2022. *Proxy: distance and similarity measures*. R package version 0.4-27. Disponível em: <https://doi.org/10.32614/CRAN.package.proxy>
- Mittermeier, R. A. e Ang, A. X. 2023. Primate-watching and primate life-listing. Em: *Responsible Primate-Watching for Tourists*, S. Waters, M. F. Hansen, J. C. Oliveira e V. F. Nunes (eds.), pp.45–60. IUCN SSC Primate Specialist Group Section on Human-Primate Interactions, Gland.
- Moloney, G. K., Tuke, J., Dal Grande, E., Nielsen, T. e Chaber, A.-L. 2021. Is YouTube promoting the exotic pet trade? Analysis of the global public perception of popular YouTube videos featuring threatened exotic animals. *PLoS ONE* 16(4): e0235451. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235451>
- Nelson, X. J. e Fijn, N. 2013. The use of visual media as a tool for investigating animal behaviour. *Anim. Behav.* 85: 525–536. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2012.12.009>
- Nekaris, K. A.-I., Campbell, N., Coggins, T. G., Rode, E. J. e Nijman, V. 2013. Tickled to death: analysing public perceptions of ‘cute’ videos of threatened species (Slow Lorises – *Nycticebus* spp.) on Web 2.0 sites. *PLoS ONE* 8(7): e69215. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069215>
- Nijman, V. et al. 2023. Global online trade in primates for pets. *Environ. Dev.* 48: 100925. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2023.100925>

- Nisbet, E. K., Zelenski, J. M. e Murphy, S. A. 2008. The Nature Relatedness Scale: linking individuals' connection with nature to environmental concern and behavior. *Environ. Behav.* 41: 715–740. <https://doi.org/10.1177/0013916508318748>
- Nunes, V. F., Lopes, P. M. e Ferreira, R. G. 2021. Monkeying around Anthropocene: patterns of human-nonhuman primates' interactions in Brazil. *Ethnobiol. Conserv.* 10: 1–32. <https://doi.org/10.15451/ec2021-04-10.23-1-32>
- Nunes, V. F., Lopes, P. F. M. e Ferreira, R. G. 2023. #capuchinmonkeys on social media: a threat for species conservation. *Anthrozoös* 36(4): 665–683. <https://doi.org/10.1080/08927936.2023.2210440>
- R Core Team. 2025. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: www.R-project.org/.
- Riddle, E. e MacKay, J. R. D. 2020. Social media contexts moderate perceptions of animals. *Animals* 10(5): 845. <https://doi.org/10.3390/ani10050845>
- Ross, S. R., Vreeman, V. M. e Lonsdorf, E. V. 2011. Specific image characteristics influence attitudes about chimpanzee conservation and use as pets. *PLoS ONE* 6(7): e22050. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022050>
- Statista. 2024. Number of worldwide social network users from 2020 to 2029. Disponível em <https://www.statista.com/statistics/278414/number-of-worldwide-social-network-users/>. Acessado em 10 de março de 2025.
- Thomas, V. L., Chavez, M., Browne, E. N. e Minnis, A. M. 2020. Instagram as a tool for study engagement and community building among adolescents: a social media pilot study. *Digit. Health* 6: 2055207620904548. <https://doi.org/10.1177/2055207620904548>
- van der Meer, E., Botman, S. e Eckhardt, S. 2019. I thought I saw a pussy cat: portrayal of wild cats in friendly interactions with humans distorts perceptions and encourages interactions with wild cat species. *PLoS ONE* 14(5): e0215211. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215211>
- Waters, S. e El-Harrad, A. 2013. A note on the effective use of social media to raise awareness against the illegal trade in Barbary macaques. *Afr. Primates* 8: 67–68.
- Wickham, H. et al. Welcome to the tidyverse. *J. Open Source Softw.* 4(43): 1686. <https://doi.org/10.21105/joss.01686>
- Wu, Y., Xie, L., Huang, S.-L., Li, P., Yuan, Z. e Liu, W. 2018. Using social media to strengthen public awareness of wildlife conservation: a case study from China. *Ocean Coast. Manag.* 153: 76–83. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.12.010>
- Živojinović, L., Stojanović, D., Labus, A., Bogdanović, Z. e Despotović-Zrakić, M. 2023. Harnessing Instagram® for collaborative learning in higher education. *Interact. Learn. Environ.* 32: 6565–6589. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2268704>

CONDICIONAMENTO OPERANTE EM BUGIOS-RUIVOS (*ALOUATTA GUARIBA*) SOB CUIDADOS PROFISSIONAIS NO CENTRO DE PESQUISAS BIOLÓGICAS DE INDAIAL – SC (PROJETO BUGIO/ CEPESBI)

Ruan Jupiaruma dos Santos Scharf^{1*}, Aline Naíssa Dada², Sheila Regina Schmidt Francisco², Carlos Roberto de Oliveira Nunes¹, Zelinda Maria Braga Hirano²

¹Departamento de Psicologia, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Regional de Blumenau, Santa Catarina, Brasil

²Projeto Bugio, Departamento de Ciências Naturais, Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Santa Catarina, Brasil

*Autor correspondente: E-mail: <psico.ruanscharf@gmail.com>

Resumo

O condicionamento operante com reforço positivo tem sido empregado como ferramenta para o manejo de animais silvestres, por possibilitar a execução de procedimentos de rotina com maior cooperação voluntária. O objetivo deste estudo foi descrever o processo de treinamento de bugios-ruivos (*Alouatta guariba*) mantidos no Projeto Bugio/ CEPESBI (Indaial, SC), para a pesagem corporal sem contenção física ou contato direto com o pesquisador. Participaram 23 indivíduos (13 machos e 10 fêmeas), submetidos a um protocolo de treinamento em quatro etapas. Na primeira etapa, avaliou-se a preferência entre dois alimentos já presentes na dieta diária: banana com farinha láctea ou ração extrusada. A maioria (n = 17; 73,91%) preferiu a banana como reforçador. Na segunda etapa, o pesquisador treinou o comando “vem”, associado à aproximação e toque voluntário no *target*, todos bugios executaram o comportamento esperado. Na terceira etapa, o pesquisador treinou o comando “fica” exigindo a permanência do indivíduo no local indicado pelo *target*. Vinte e um sujeitos (91,3%) atingiram o critério de sucesso (respostas corretas em três repetições consecutivas), sendo os demais (n=2) excluídos da etapa seguinte. Na quarta etapa, o indivíduo deveria permanecer sobre a balança, indicada pelo *target*. Quatorze bugios completaram todas as fases do treinamento. Foram registradas a latência da resposta, a frequência de respostas reforçadas e não reforçadas. Houve redução progressiva da latência nas etapas iniciais, refletindo o aprendizado. Conclui-se que a metodologia proposta foi eficaz para treinar a pesagem voluntária de bugios-ruivos, respeitando os princípios de bem-estar animal. Ressalta-se ainda a importância de abordagens individualizadas, que considerem diferenças comportamentais e sensoriais para maximizar o sucesso do condicionamento em primatas mantidos sob cuidados profissionais.

Palavras-chave: Bem-estar animal, comportamento animal, modelagem animal, primatas não-humanos, psicologia experimental

Abstract

Operant conditioning with positive reinforcement has been employed as a tool for the management of wild animals, as it enables the performance of routine procedures with voluntary cooperation. The aim of this study was to describe the training process of brown howler monkeys (*Alouatta guariba*) at the Projeto Bugio/CEPESBI (Indaial, Santa Catarina state, Brazil), in order to weigh them on a scale without physical restraint or direct contact with the researcher. A total of 23 individuals (13 males and 10 females) participated in the training, which included a four-stage training protocol. In the first stage, food preference was assessed between two items already present in the daily diet: banana with powdered milk or processed kibble. Most subjects (n = 17; 73.91%) preferred the banana, which was adopted as the reinforcer. In the second step, the researcher trained the command “come,” associated with voluntary approach and contact with the target; all howler monkeys performed the expected behavior. In the third step, the researcher trained the command “stay,” requiring the individual to remain in the location indicated by the target. Twenty-one subjects (91.3%) met the success criterion (correct responses in three consecutive repetitions), while the others (n = 2) were excluded from the following stage. In the fourth step, the individual was required to remain on the scale, indicated by the target. Fourteen monkeys successfully completed all training phases. Response latency and the frequency of reinforced and non-reinforced responses were recorded. A progressive reduction in latency was observed during the initial stages, reflecting learning. It is concluded that the proposed methodology was effective for training voluntary weighing in brown howler monkeys, in accordance with animal welfare principles. The importance of individualized approaches, considering behavioral and sensory differences, is further highlighted to maximize conditioning success in primates under professional care.

Keywords: Animal behavior, animal training, animal welfare, experimental psychology, nonhuman primates

Introdução

O condicionamento operante é um processo de aprendizagem no qual a probabilidade de uma resposta aumentar ou diminuir depende das consequências que ela produz (Skinner, 1938). Skinner desenvolveu esse conceito com base nos princípios da Lei do Efeito, proposta anteriormente por Edward Thorndike (1911), segundo a qual comportamentos seguidos de consequências satisfatórias tendem a se repetir (Skinner, 1938).

Esse tipo de aprendizagem baseia-se nos princípios do condicionamento operante, uma forma de aprendizado em que a probabilidade de uma resposta futura é influenciada pelas consequências que ela produz. Quando uma resposta é seguida por uma consequência reforçadora, ou seja, que aumenta a probabilidade de ocorrência futura dessa resposta, se estabelece uma relação entre o comportamento e seu efeito no ambiente (Prescott e Buchanan-Smith, 2003). Tal aprendizagem é amplamente utilizada no treinamento de animais em ambientes controlados, como zoológicos, centros de reabilitação ou laboratórios, justamente por permitir a modificação e o fortalecimento de comportamentos desejados de maneira ética e previsível (Suriya-Arunroj et al., 2024).

Quando esse estímulo é agradável e apresentado após emissão de um comportamento desejado, ele é chamado de reforço positivo (Piazza et al., 2011). Os estímulos utilizados como reforçadores podem ser classificados como primários ou secundários. Reforçadores primários são estímulos naturalmente recompensadores, como alimentos palatáveis (ex.: frutas), que não exigem aprendizado prévio para que tenham valor reforçador. Já os reforçadores secundários, como sons específicos (por exemplo, o som do *clicker*), adquirem função reforçadora por meio da associação repetida com reforçadores primários. Com o tempo, o reforçador secundário torna-se capaz de elicitar uma resposta reforçada de maneira autônoma, funcionando como um marcador preciso do comportamento correto (Mellen e MacPhee, 2010).

A ação realizada, que é seguida por um reforço, é denominada resposta. O fortalecimento dessa resposta pode seguir diferentes esquemas de apresentação do reforço. Quando o reforço é apresentado a cada ocorrência correta da resposta, trata-se de um esquema de reforço contínuo (Continuous Reinforcement Schedule – CRF); quando ocorre apenas em algumas respostas corretas, configura-se um reforço intermitente, mais resistente à extinção (Catania, 1998).

O processo de ensino da resposta desejada é conhecido como modelagem ou treinamento (*shaping*), que consiste no reforço sucessivo de aproximações graduais ao comportamento-alvo até que ele seja realizado com precisão (Catania, 1998). Essa técnica permite que animais aprendam a cooperar voluntariamente com procedimentos de

manejo, como subir em balanças, apresentar partes do corpo para inspeção, receber medicação ou entrar em caixas de transporte, promovendo o bem-estar e a segurança de todos os envolvidos (Westlund, 2015; Oppler et al., 2024; Suriya-Arunroj et al., 2024).

Tais técnicas são aplicadas com sucesso em diversas espécies, como macaco-da-noite (*Aotus* spp.) e macaco-esquilo (*Saimiri* spp.) (Rogge et al., 2013), onças-pintadas (*Panthera onca*) (Garcia et al., 2021), chimpanzés (*Pan troglodytes*) (Lambeth et al., 2006), lêmures (*Lemur catta*, *Varecia rubra*, *Varecia variegata*, *Nycticebus pygmaeus*, *Daubentonia madagascariensis*) (Fernández-Lázaro et al., 2021) e macacos rhesus (*Macaca mulatta*) em laboratórios (Clay et al., 2009), contribuindo para a redução do estresse e o aumento do bem-estar. Embora o gênero *Alouatta* seja amplamente estudado sob aspectos ecológicos e vocais, há escassez de investigações experimentais envolvendo técnicas de condicionamento operante aplicadas ao manejo desta espécie *ex situ*. A conservação *ex situ* busca no cuidado e manutenção de indivíduos quando a reintrodução à natureza não é viável, como em casos de tráfico, mutilações, acidentes com sequelas ou habituação a humanos (IUCN/SSC, 2014).

Ainda que ambientes cativos ofereçam condições controladas, os animais podem estar sujeitos a estressores crônicos, como a imprevisibilidade, a limitação de estímulos naturais e a manipulação física durante procedimentos rotineiros—o que pode elevar níveis de cortisol e afetar o comportamento (Clay et al., 2009). Por isso, o uso do condicionamento operante com reforço positivo é considerado uma prática eficaz para aumentar o controle do animal sobre o ambiente, minimizar o estresse e melhorar a eficiência do manejo (Laule et al., 2003; Oppler et al., 2024).

Neste contexto, o presente estudo propôs o uso do condicionamento operante para treinar o comportamento de bugios-ruivos (*Alouatta guariba*) mantidos no Projeto Bugio/ CEPESBI. O objetivo foi treinar os indivíduos a subirem e permanecerem sobre uma balança durante o procedimento de pesagem corporal, sem necessidade de contenção física ou contato direto, respeitando os princípios de bem-estar animal. Ressalta-se que esse tipo de treinamento não deve ser aplicado a animais com previsão de reintrodução à natureza, pois promove familiarização com humanos e ambientes artificiais, o que pode comprometer a sobrevivência em vida livre (Laule et al., 2003).

O Projeto Bugio é um projeto de ensino, pesquisa e extensão vinculado à Fundação Universidade Regional de Blumenau (FURB) e atua desde 1991 no manejo e na reabilitação de bugios vítimas de acidentes, atropelamentos, choques elétricos, ataques de outros animais e animais provenientes de apreensão como animais de estimação. O Centro de Pesquisas Biológicas de Indaial (CEPESBI),

vinculado à Prefeitura de Indaial/SC acolhe esses animais oferecendo cuidados médico-veterinários, nutricionais e comportamentais baseados em boas práticas de conservação *ex situ*. As instituições são parceiras por meio de um convênio.

Metodologia

Comitê de ética em pesquisa animal

A pesquisa segue os preceitos legais e padrões éticos para pesquisas científicas, garantindo o respeito ao bem-estar animal e a conformidade com as regulamentações do comitê de ética e leis vigentes. Desse modo, a utilização dos animais deste experimento foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Fundação Universidade Regional de Blumenau, com o número de protocolo 100/21.

Local

Os bugios são mantidos no criadouro científico do Centro de Pesquisas Biológicas de Indaial (CEPESBI) (Lei Municipal nº 2099, de 20 de março de 1992) (registro IBAMA nº 1/42/98/000708-90) (coordenadas geográficas: -26.897515, -49.226601) (Figura S1 – material suplementar). Encontram-se alojados em recintos com dimensões de 3m x 5m x 2,6m (largura x comprimento x altura). Os recintos possuem área protegida e são enriquecidos com troncos, mangueiras, cordas e caixas com aquecimento.

O Projeto atua na reabilitação, recebendo acompanhamento médico-veterinário contínuo, e quando possível, na reintrodução de bugios na natureza, em casos que a recuperação do indivíduo é rápida e suas condições são apropriadas para a sobrevivência em vida livre. Já foram atendidos em torno de 480 bugios desde 1991. Além disso, o projeto busca mitigar os impactos do manejo *ex situ*, promovendo o enriquecimento ambiental e social para evitar comportamentos anormais, como a estereotipia, visando o bem-estar dos animais e servindo como um centro de pesquisa e capacitação em primatologia (Dada et al., 2023; FURB, 2025).

Animais

O presente estudo contou com vinte e três espécimes de bugio-ruivo (*Alouatta guariba*) mantidos sob cuidados profissionais permanentes no Projeto Bugio/ CEPESBI, sendo 13 machos (56,52%) e 10 fêmeas (43,48%). Os bugios são manejados seguindo o protocolo descrito em ICMBio (2023) e Dada et al. (2023). Esses indivíduos estavam distribuídos em diferentes recintos, variando quanto ao número de coabitantes: 10 recintos continham um único indivíduo (n = 10; 62,5%), 5 recintos tinham duas coabitações (n = 5; 31,25%) e 1 recinto abrigava três indivíduos (n = 1; 6,25%). Durante as repetições de treinamento, os indivíduos permaneceram nos mesmos

recintos em que estavam alojados. Nos recintos com mais de um animal, os treinamentos foram realizados com todos os coabitantes soltos, mas os comandos eram individualizados pelo nome do animal-alvo. Para fins de identificação e controle dos dados coletados durante o treinamento, cada animal recebeu um número individual (de 1 a 23), independentemente do recinto em que estava alocado.

Dispositivos para condicionamento

Para a execução do estudo, foi utilizada uma balança, instalada nos recintos para a pesagem dos indivíduos, Balmak® da linha BK Carbono e modelo BK-50 com dimensão de plataforma de 50x50cm, com capacidade de até 150kg. Um cronômetro digital *Anytime* modelo XL-010 foi utilizado para mensurar o tempo de resposta dos animais durante as repetições de treinamento.

Os reforçadores alimentares empregados incluíram ração extrusada para roedores de laboratório (Nuvilab CR-1®, Quimtia S/A), banana caturra e/ou branca cortada em pequenos pedaços e farinha láctea (All Nutri®, All Brands ou Mucilon®, Nestlé®), misturada ocasionalmente à banana para aumentar a palatabilidade. Esses alimentos já são inclusos na rotina de manejo dos bugios-ruivos do plantel. Os alimentos foram utilizados tanto para identificar a preferência individual de cada sujeito quanto como reforçadores primários durante as etapas de treinamento.

Como estímulo visual discriminativo, utilizou-se um *target*, construído a partir de um bastão cilíndrico de madeira com 80 cm de comprimento e uma das pontas sinalizada com esparadrapo branco. Esse instrumento indicava ao animal a localização esperada da resposta e teve papel central na fase inicial do treinamento, pois o deslocamento e o toque no *target* representavam os primeiros comportamentos a serem reforçados, viabilizando a construção gradual da resposta final. Essa estratégia é reconhecida como ponto de partida fundamental nos programas de treinamento comportamental voltados ao manejo de primatas sob cuidados de profissionais (Laule et al., 2003).

Além disso, utilizou-se um *clicker* da marca Chalesco®, dispositivo sonoro operado manualmente, previamente associado ao reforçador primário, e utilizado para marcar com precisão o momento da emissão da resposta desejada, como parte do protocolo de reforço secundário (Laule et al., 2003).

Procedimento experimental

O estudo foi estruturado em quatro etapas. Todas as etapas foram realizadas nos recintos habituais dos indivíduos, no período da manhã, no intervalo entre as refeições habituais dos bugios, e sempre em dias sem chuva, a fim

de minimizar a influência de fatores ambientais sobre o comportamento. O estudo foi conduzido durante a estação do outono.

Etapas 1 - Identificar o reforçador primário de cada indivíduo
A etapa 1, teve como objetivo identificar o reforçador primário preferido de cada indivíduo, um procedimento conduzido com interação física mínima para a oferta de alimentos. Para fins exclusivamente experimentais, o pesquisador apresentava simultaneamente um pedaço de banana com farinha láctea (reforçador primário nº 1) em uma das mãos e ração extrusada para roedores de laboratório na outra (reforçador primário nº 2), mantendo ambos os alimentos ao alcance e dentro do campo de visão dos indivíduos. Essa forma de oferta foi utilizada apenas durante o procedimento de pesquisa, uma vez que, rotineiramente, os bugios recebem os alimentos em potes ou locais específicos de alimentação, sem contato direto com as mãos dos tratadores.

A apresentação foi repetida diariamente durante seis dias, correspondendo a seis momentos de exposição e cinco oportunidades efetivas de escolha por indivíduo. O alimento que o indivíduo mais escolheu—ou seja, aquele que foi mais vezes pego e ingerido—foi considerado seu reforçador primário preferido e, portanto, adotado nas etapas seguintes do treinamento. Em casos nos quais o número de escolhas entre os dois alimentos foi igual (empate), adotou-se como critério de desempate a resposta observada na quinta e última apresentação. Essa escolha se baseou na premissa de que, diante de estímulos familiares, a tendência de preferência manifesta-se de forma mais consistente nas respostas finais, quando os efeitos de novidade ou hesitação inicial já foram reduzidos.

A apresentação foi efetuada em cinco oportunidades de escolha por indivíduo. Um único animal precisou de uma sexta oportunidade de apresentação, pois não houve resposta em uma oportunidade. A escolha de cinco apresentações foi baseada no fato de que os alimentos utilizados já faziam parte da dieta de rotina dos indivíduos, eliminando a necessidade de fase de habituação ou controle de neofobia. Nesse contexto, o teste foi estruturado como uma triagem simples de palatabilidade relativa, adequada para selecionar um reforçador eficaz em curto prazo, evitando a saturação alimentar e o estresse por repetição. Embora estudos de preferência alimentar com múltiplos itens e foco nutricional utilizem maior número de repetições (Souza, 2019), o objetivo específico desta etapa foi a identificação funcional de um estímulo reforçador entre itens familiares, visando à sua aplicação imediata no treinamento.

Os dados registrados durante esta etapa consistiram na frequência de escolhas de cada alimento ao longo das cinco oportunidades de escolha, permitindo identificar qual item foi selecionado com maior constância por cada indivíduo. Além disso, foram anotadas as respostas

ausentes, ou seja, ocasiões em que o indivíduo não se aproximou ou não ingeriu nenhum dos itens oferecidos, mesmo estando ao alcance.

Etapas 2 - Aproximação voluntária ao target mediante comando verbal

A etapa 2 teve como objetivo treinar a aproximação voluntária ao *target* mediante comando verbal, em associação com reforço positivo. A sessão se iniciava com a colocação prévia da bandeja da balança no recinto em que o indivíduo seria testado, enquanto ele ainda permanecia em outro compartimento. Em seguida, o indivíduo era solto no ambiente, possibilitando a habituação natural à presença do equipamento.

O pesquisador posicionava-se do lado de fora do recinto, segurando o *target*, o qual era introduzido parcialmente no ambiente através da tela. O *target* era posicionado sobre o chão ou sobre a tampa da balança, desde que fosse acessível ao animal sem contato com o pesquisador. Simultaneamente, o pesquisador emitia o comando verbal “vem” seguido do nome do indivíduo, de forma clara e consistente.

O comportamento-alvo nesta etapa consistia em tocar o *target* com qualquer parte do corpo. Inicialmente, aproximações parciais ao *target* também foram reforçadas, especialmente nas primeiras repetições, para facilitar o processo de aprendizagem por aproximações sucessivas. A cada resposta correta, era emitido imediatamente o som do *clicker* (reforçador secundário) e oferecido o reforçador primário previamente selecionado (banana com farinha láctea ou ração extrusada). Caso o indivíduo não emitisse a resposta, nenhum reforço era oferecido, e aguardava-se passivamente por uma nova tentativa espontânea.

O treinamento foi conduzido sob um esquema de reforçamento contínuo (CRF), em que toda resposta correta era seguida de reforço. Cada sessão consistia em até três tentativas consecutivas, respeitando o limite máximo de 15 minutos por indivíduo, de modo a evitar a fadiga e manter o engajamento comportamental—procedimento semelhante ao adotado por LaFlamme et al. (2022), que delimitaram repetições por tempo e número de respostas em experimentos com macacos. Caso não houvesse resposta dentro desse intervalo, a repetição era encerrada, e o treino prosseguia com outro indivíduo. Para que o indivíduo avançasse à etapa seguinte, era necessário que emitisse a resposta correta em três repetições consecutivas, conforme o critério estabelecido por Coleman e Maier (2010).

Quando havia mais de um animal no recinto, todos permaneciam soltos, mas os comandos verbais eram sempre acompanhados do nome do indivíduo-alvo (“vem + nome”), permitindo a discriminação individual. Caso um animal diferente daquele chamado se aproximasse

do *target*, nenhum reforço era fornecido, e aguardava-se nova tentativa apenas com o indivíduo-alvo.

Quanto aos registros comportamentais, foram monitoradas três variáveis principais para cada indivíduo: a frequência de respostas reforçadas, ou seja, o número de vezes em que o animal tocou o *target* corretamente após a emissão do comando verbal; a frequência de respostas não reforçadas, que compreendia as tentativas incompletas (como aproximações sem contato com o *target*) ou a ausência de resposta dentro do tempo estipulado; e a latência da resposta, definida como o tempo, em segundos, entre o momento da emissão do comando “vem + nome” e o contato efetivo com o *target*.

Etapas 3 - Permanência voluntária do indivíduo no local indicado pelo target

A etapa 3 teve como objetivo treinar a permanência voluntária do indivíduo no local indicado pelo *target*, logo após o deslocamento gerado pelo comando “vem”. Essa nova exigência foi introduzida por meio da adição do comando verbal “fica”, o qual passou a ser emitido imediatamente após o animal tocar o *target*, sem alteração na posição do estímulo visual.

O procedimento seguiu as mesmas condições estruturais da etapa anterior: a bandeja da balança era previamente posicionada no recinto, o indivíduo era liberado em seguida, e o pesquisador permanecia do lado de fora, conduzindo o treino com o auxílio do *target*. A diferença fundamental nesta fase foi a inclusão do tempo como componente do comportamento-alvo, exigindo que o indivíduo mantivesse sua posição no local do toque por alguns segundos.

As respostas corretas eram seguidas da ativação do *clicker* e da entrega do reforçador primário previamente selecionado. Caso o indivíduo se afastasse antes da emissão do *clicker*, nenhuma recompensa era fornecida, e uma nova tentativa era iniciada. O critério de reforçamento permaneceu em esquema contínuo (CRF), com até três tentativas por repetições e duração máxima de 15 minutos por indivíduo. O avanço para a próxima etapa exigia três repetições consecutivas com desempenho correto, conforme Coleman e Maier (2010).

Para garantir o bem-estar dos animais e a eficiência do protocolo, foi estabelecido um número máximo de 15 repetições para a conclusão desta etapa por indivíduo. Indivíduos que não alcançaram o critério de sucesso dentro desse período, até 15 repetições, foram considerados não condicionados e tiveram seu treinamento interrompido para esta etapa, evitando frustração prolongada ou estresse desnecessário. As condições de treino também foram mantidas: nos recintos com mais de um animal, apenas o indivíduo chamado (“vem + nome”) era recompensado, e eventuais aproximações de outros coabitantes não eram reforçadas.

Durante essa etapa, foram registrados a frequência de respostas reforçadas (quando o sujeito permaneceu após o comando), a frequência de respostas não reforçadas (afastamento imediato ou incompleto), e a latência da resposta composta, compreendida como o intervalo entre o comando verbal inicial e o momento da emissão do reforço.

Etapas 4 - Consolidar o comportamento de subir e permanecer voluntariamente sobre a balança

A etapa 4 teve como objetivo consolidar o comportamento de subir e permanecer voluntariamente sobre a plataforma da balança por tempo suficiente para permitir a pesagem corporal sem necessidade de contenção física ou manipulação direta. Nesta fase, o *target* era posicionado exclusivamente sobre a bandeja da balança, indicando de forma precisa o local esperado para a resposta.

O treino iniciava-se com a emissão do comando “vem + nome do indivíduo”, seguido do comando “fica” assim que o sujeito subia na balança. O comportamento-alvo era a permanência total do corpo sobre a plataforma, sem apoio da cauda ou membros nas grades do recinto, por um período mínimo de 10 segundos—tempo necessário para a estabilização do peso no visor digital do equipamento.

Aproximações graduais foram reforçadas nas primeiras repetições, com exigência progressiva quanto à duração e à postura corporal adequada. As respostas corretas, ou seja, permanência estável por 10 segundos (tempo necessário para a estabilização do peso no visor digital do equipamento), eram imediatamente seguidas pelo som do *clicker* e pela oferta do reforçador primário. Respostas incompletas, como afastamentos antes do tempo estipulado ou apoios externos, não eram reforçadas.

O treinamento manteve-se sob o esquema de reforçamento contínuo (CRF), com repetições de até três tentativas por indivíduo e duração máxima de 15 minutos. O critério para conclusão da etapa, para cada indivíduo, foi a realização bem-sucedida do comportamento em três repetições consecutivas, conforme os parâmetros adotados nas etapas anteriores (Coleman e Maier, 2010).

Durante esta etapa, foram registradas as frequências de respostas reforçadas (quando o sujeito permaneceu corretamente na balança pelo tempo mínimo), as frequências de respostas não reforçadas (quando não atingiu o tempo ou a posição corporal exigida), e a latência da resposta composta, calculada como o intervalo entre o comando inicial e a conclusão dos 10 segundos de permanência.

Análise dos dados

As quatro etapas do estudo resultaram em diferentes tipos de dados comportamentais, registrados individualmente e organizados em planilhas eletrônicas (Microsoft

Excel®, versão 16). Na primeira etapa, referente à identificação do reforçador primário preferido, foram anotadas a frequência de escolhas alimentares — número de vezes em que cada item foi selecionado ao longo das cinco apresentações — e as respostas ausentes, ou seja, ocasiões em que o indivíduo não escolheu ou ingeriu nenhum dos alimentos oferecidos. Esses dados foram utilizados exclusivamente para identificar o reforçador de maior palatabilidade por sujeito.

Nas etapas 2, 3 e 4, foram registradas três variáveis principais: a frequência de respostas reforçadas, definida como o número de vezes em que o indivíduo executou corretamente o comportamento-alvo da etapa; a frequência de respostas não reforçadas, compreendendo tentativas incompletas, recusas ou ausência de resposta dentro do tempo estipulado; e a latência da resposta composta, medida em segundos, entre a emissão do comando verbal (“vem + nome”) e a realização completa do comportamento que gerava o reforço.

Essas variáveis foram analisadas de forma descritiva, com o cálculo de média, mediana e desvio padrão por indivíduo e por repetição, permitindo caracterizar o desempenho ao longo do processo de treinamento comportamental. Também foi registrado o número de repetições necessárias para que cada participante atingisse o critério de sucesso em cada etapa (três repetições consecutivas com execução correta), como forma de avaliar o ritmo individual de aprendizagem.

A análise foi conduzida para a interpretação dos comportamentos observados, considerando também fatores contextuais que influenciaram os resultados, como relações de dominância social, presença de coabitantes, dificuldades sensoriais ou comportamentos naturais de evitação do solo.

Após a realização do teste de normalidade de Shapiro-Wilk, e com ausência de normalidade, utilizou-se o teste de Mann-Whitney para comparação entre amostras independentes. Os grupos testados foram: sexo (macho – fêmea), faixa etária (jovem – adulto) e presença de mais um indivíduo no recinto (sozinho – pareado), considerando a latência e número de tentativas de treinamento por etapa. As análises foram realizadas no programa SPSS Statistics®, versão 22.

Resultados

Etapa 1 - Identificar o reforçador primário de cada indivíduo
Na etapa 1 do experimento, o objetivo foi identificar o reforçador primário preferido entre dois alimentos já presentes na dieta rotineira dos 23 bugios-ruivos participantes. A maioria dos indivíduos (n = 17; 73,91%) demonstrou preferência pela banana com farinha láctea, enquanto uma parcela menor (n = 6; 26,09%) optou pela ração utilizada. Como critério de preferência, foi adotado o alimento escolhido com maior frequência durante cinco oportunidades de escolha. Em casos de empate (ocorrência igual entre os dois itens), foi considerada a escolha feita na quinta apresentação, conforme descrito nos procedimentos metodológicos. Esse procedimento permitiu uma seleção dos reforçadores para as etapas subsequentes. A Tabela S1 (material suplementar) detalha a escolha de cada indivíduo ao longo das repetições de teste.

Etapa 2 - Aproximação voluntária ao target mediante comando verbal
Na etapa 2, todos os 23 bugios-ruivos (100%) foram condicionados a responder ao comando verbal “vem”, associado à aproximação e toque no *target*. As repetições foram realizadas uma vez ao dia com cada indivíduo, demonstrando a capacidade de aprendizagem do grupo. A maioria dos bugios (n = 20) alcançou o critério de sucesso — emissão da resposta correta em três repetições consecutivas (Coleman e Maier, 2010) — entre a primeira e a terceira repetições. Os indivíduos 4, 8 e 11, contudo, não emitiram a resposta esperada na primeira repetição, o que exigiu uma quarta repetição para que completassem o critério de progressão, conforme na Tabela 1.

Durante as repetições de treinamento, registrou-se latência da resposta—definida como o tempo decorrido entre a emissão do comando verbal “vem + nome” e o contato efetivo com o *target*—reduziu progressivamente ao longo das repetições, indicando a consolidação do aprendizado em todos os indivíduos (Figura 1A - Etapa 2). Na primeira repetição, a latência média foi de 67,8 ± 90,3 segundos (mediana: 31 s, n=20). Essa alta variabilidade inicial reflete as diferenças individuais no ritmo de aquisição do comportamento.

Nas repetições seguintes, observou-se uma redução acentuada na latência e na sua dispersão: a segunda repetição

Tabela 1. Número de indivíduos que emitiram a resposta correta e que atingiram o critério de aprendizagem do comando “vem” com toque no *target* ao longo das repetições (Etapa 2).

Repetições	Nº de indivíduos que emitiram resposta esperada	Nº de indivíduos que não emitiram resposta esperada	Nº de indivíduos que atingiram critério
1	20	3	-
2	23	-	-
3	23	-	20
4	3	-	3

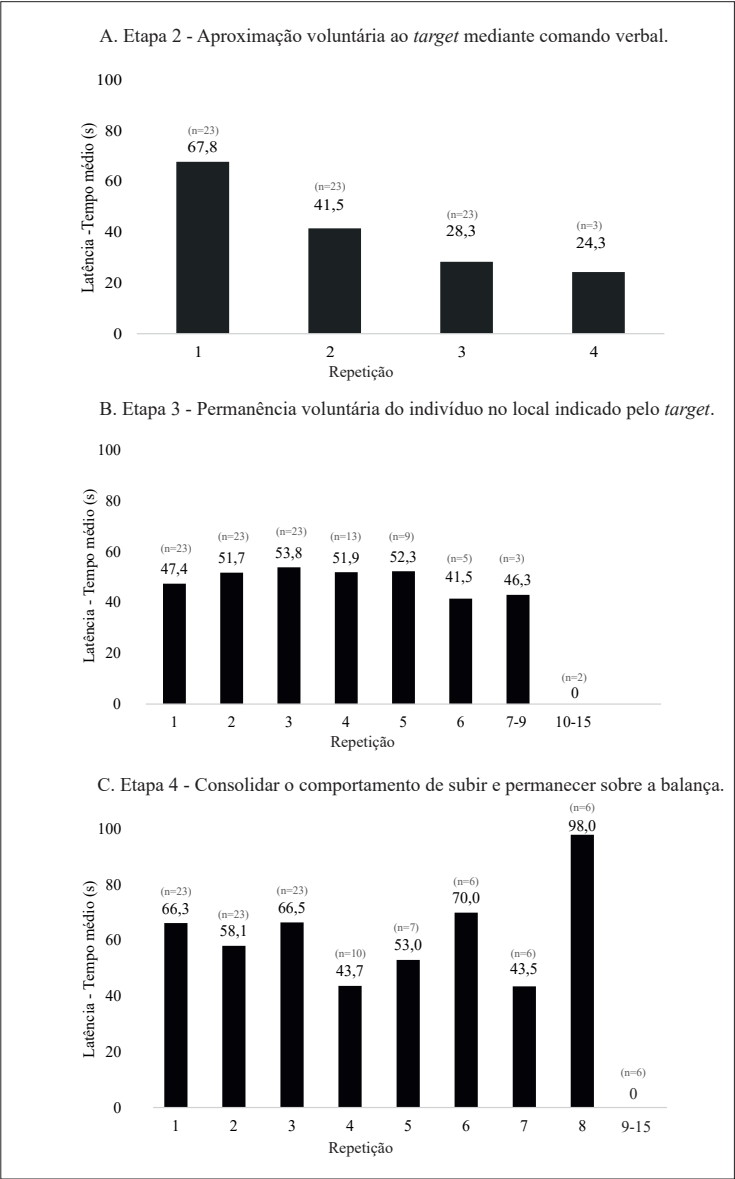


Figura 1. Tempo médio (em segundos) de latência das respostas corretas emitidas pelos bugios-ruivos ao longo das repetições de treinamento nas etapas do protocolo de condicionamento operante. A quantidade de bugios participantes (n) em cada repetição é apresentada entre parênteses.

apresentou média de 41,5±44,1 segundos (mediana: 30 s, n=23), e a terceira repetição registrou média de 28,3±24,5 segundos (mediana: 24 s, n=23). Embora os indivíduos 4, 8 e 11 tenham tido um início mais lento, eles foram incluídos nas médias de latência a partir de sua primeira resposta correta (Repetição 2). Ao realizarem a quarta repetição, esses três indivíduos apresentaram uma latência média de 24,3±14,5 segundos (mediana: 21 s), demonstrando que também adquiriram a resposta condicionada de forma eficiente e comparável ao restante do grupo nas etapas finais de aquisição.

Etapa 3 - Permanência voluntária do indivíduo no local indicado pelo target
Na etapa 3, o condicionamento ocorreu ao longo de 15 repetições de treinamento, nas quais os 23 bugios-ruivos

que haviam sido condicionados na etapa anterior participaram. Desses, 21 indivíduos (91,3%) foram condicionados com sucesso aos comandos combinados “vem” e “fica”, demonstrando sua capacidade de aprender comportamentos mais complexos. Para que os indivíduos avançassem, era necessário que obtivessem sucesso em três repetições consecutivas. Contudo, dois indivíduos (sujeitos 8 e 17) não alcançaram esse critério de condicionamento e, conseqüentemente, não progrediram para a etapa 4 (Tabela 2).

A latência da resposta—definida como o tempo decorrido entre a emissão do comando verbal e o momento da emissão do reforço—foi registrada apenas para os 21 indivíduos que executaram ambos os comandos com êxito na Etapa 3. Para esses sujeitos, os dados de latência foram

Tabela 2. Número de indivíduos que atingiram o critério de aprendizagem dos comandos combinados “vem” + “fica” ao longo das repetições (Etapa 3).

Repetição	Nº de indivíduos que emitiram resposta esperada	Nº de indivíduos que não emitiram resposta esperada	Nº de indivíduos que atingiram critério
1	11	12	-
2	14	9	-
3	18	5	10
4	11	2	4
5	7	2	4
6	3	2	2
7-9	1	2	1
10-15	-	2 (não atingiram o critério desta etapa)	-

calculados combinando os tempos de “vir” e “ficar” para cada repetição.

Os resultados revelaram uma redução na latência da resposta ao longo das repetições, refletindo a consolidação do comportamento de permanência (Figura 1B – Etapa 3). Inicialmente, as médias de latência foram de 47,4 s na Repetição 1, observando-se um leve aumento nas repetições iniciais, atingindo 51,7 s na Repetição 2 e 53,8 s na Repetição 3. Após esse período, as médias exibiram uma variação, mas com uma diminuição nas últimas repetições.

A variabilidade nos tempos de resposta, indicada pelo desvio padrão, também mostrou um padrão relevante. As primeiras cinco repetições apresentaram desvios padrão mais elevados (variando de 29,00 s a 31,82 s), o que sugere uma maior diversidade no ritmo de aprendizagem e desempenho entre os indivíduos nessa fase. Contudo, nas repetições subsequentes (Repetições 6 a 9), à medida que o número de participantes diminuía, observou-se uma redução significativa na variabilidade (com desvios padrão de 8,74 s, 5,66 s, 2,83 s e 16,97 s, respectivamente), indicando que os animais que persistiram estavam demonstrando um comportamento mais consistente e consolidado. As medianas, por sua vez, complementam essa tendência, variando entre 35 s e 58 s ao longo das repetições, refletindo o valor central das latências observadas.

É importante ressaltar que, à medida que os indivíduos completavam três repetições consecutivas com sucesso na Etapa 3, eles progrediam para a próxima etapa do treinamento. Consequentemente, o número de sujeitos considerados nos cálculos estatísticos por repetições diminuiu progressivamente, refletindo o avanço individual de cada animal no programa. Por fim, os dados estatísticos dos indivíduos 8 e 17, embora tenham continuado o treinamento até a repetição 15, não foram incluídos nestes cálculos, pois não atenderam aos critérios de sucesso estabelecidos para avançar de etapa e, portanto, não foram

classificados entre os 21 indivíduos que concluíram a Etapa 3 com êxito.

Etapa 4 - Consolidar o comportamento de subir e permanecer voluntariamente sobre a balança

A quarta etapa do estudo iniciou com 21 indivíduos que foram condicionados na etapa anterior. Desses, 14 bugios foram considerados condicionados aos comandos “vem” e “fica” exclusivamente em cima da balança, ou seja, a permanecerem sob a balança para a realização da pesagem (Figura 2). Sete indivíduos não foram condicionados nesta fase, sendo eles os sujeitos 4, 5, 11, 12, 14, 16 e 21. No total, foram realizadas 15 repetições de treinamento na Etapa 4, seguindo os critérios metodológicos. Por fim, os dados estatísticos dos indivíduos que não atingiram o critério desta etapa, embora tenham continuado o treinamento até a repetição 15, não foram incluídos nos cálculos, e, portanto, não foram condicionados a subir e permanecerem na balança, conforme Tabela 3.

O tempo de latência das respostas dos indivíduos aos comandos “vem” e “fica” exclusivamente em cima da balança foi cronometrado em segundos. As estatísticas de latência (média, mediana e desvio padrão), calculadas de forma combinada para os tempos de “vir” e “ficar” em cada repetição, revelaram um padrão de variação considerável ao longo das 8 repetições com êxito. A média de latência iniciou em 66,3 segundos na Repetição 1, apresentando uma queda para 58,1 segundos na Repetição 2, e subsequente elevação para 66,5 segundos na Repetição 3. A latência mais baixa foi registrada na Repetição 4, com uma média de 43,7 segundos. Contudo, as repetições seguintes mostraram flutuações, com a média variando de 53,0 segundos na Repetição 5 a 70,0 segundos na Repetição 6, e 43,5 segundos na Repetição 7, culminando em uma média de 98,0 segundos na Repetição 8. Acompanhando essas flutuações, os desvios padrão indicaram uma alta dispersão dos dados na maioria das repetições, refletindo a heterogeneidade no desempenho dos indivíduos nesta etapa.

A análise da latência na Etapa 4 não revelou uma tendência linear clara de redução, como esperado em processos de consolidação, conforme Figura 1C – Etapa 4. Em vez disso, as médias de latência flutuaram ao longo das repetições, com picos e vales (por exemplo, médias de 66,3 s na Repetição 1, 43,7 s na Repetição 4, e um aumento significativo para 98,0 s na Repetição 8). As medianas acompanham essa variabilidade, enquanto os desvios padrão indicam uma alta dispersão dos dados, especialmente nas repetições 1, 5, 6 e 8, sugerindo que o desempenho dos indivíduos que persistiram nesta etapa foi bastante heterogêneo ou influenciado por fatores diversos. Esta variação, em contraste com a esperada redução progressiva, pode ser atribuída às diferenças individuais dos animais e aos desafios específicos da tarefa na balança.

Para o sujeito 11, que possui baixa visão, observou-se que não permaneceu em cima da balança em nenhuma das repetições de treinamento. Embora nas demais etapas o bugio tenha atingido êxito ao seguir comandos verbalizados (e não visuais), a natureza da tarefa na balança, que exige a visualização precisa do *target* no chão e a permanência em um local específico, pode ter sido um obstáculo insuperável devido à sua limitação visual. Esta situação destaca uma limitação metodológica do estudo, pois, sabendo-se da limitação do indivíduo, ajustes nos métodos de apresentação do *target* ou o uso de reforçadores táteis/olfativos poderiam ter sido explorados para evitar a frustração e o estresse do animal, otimizando seu bem-estar e potencial de aprendizagem.

A participante 21, assim como o sujeito 8 (na Etapa 3), teve interferência do indivíduo dominante (sujeito 22) quando os comandos “vem” e “fica” eram na balança. O dominante realizava comportamento agonístico de substituição, similar ao observado com a participante 7 na Etapa 3. Essa interferência social prejudicou diretamente o treinamento do bugio 21, impossibilitando o condicionamento na última etapa. Isso sublinha a necessidade de estratégias de manejo que minimizem a interferência de



Figura 2. Bugio ruivo (*Alouatta guariba*) sobre balança durante a Etapa 4 do condicionamento operante no Projeto Bugio/CEPESBI.

Tabela 3. Número de indivíduos que atingiram o critério de permanência na balança com comandos “vem” + “fica” ao longo das repetições (Etapa 4).

Repetição	Nº de indivíduos que emitiram resposta esperada	Nº de indivíduos que não emitiram resposta esperada	Nº de indivíduos que atingiram critério
1	12	9	-
2	15	6	-
3	16	5	11
4	7	3	2
5	1	6	1
6	3	3	0
7	2	4	0
8	1	5	0
9-15	0	6 (não atingiram o critério desta etapa)	0

indivíduos dominantes durante repetições de treinamento individualizado.

Foram analisados os dados referentes ao número de repetições necessárias para que indivíduos de *Alouatta guariba* atingissem o critério de aprendizagem em três etapas distintas do protocolo de treinamento. Os indivíduos foram divididos em dois grupos: aqueles que viviam sozinhos ($n = 10$) e aqueles que viviam com coabitantes ($n = 13$), considerando as 3 etapas. Avaliando a comparação entre os grupos, sozinho e com coabitante nas seguintes etapas: - etapa 2, aproximação voluntária ao *target* mediante comando verbal; - na etapa 3, permanência voluntária do indivíduo no local indicado pelo *target* e; - etapa 4, consolidar o comportamento de subir e permanecer voluntariamente sobre a balança, por meio do teste de Mann-Whitney indicou ausência de diferença (etapa 2: $U = 50,0$; $U = 0,124$; etapa 3: $U = 61,5$; $U = 0,837$; etapa 4: $U = 52,0$; $U = 0,410$; respectivamente) (ver Tabela S2 – material suplementar). Esses resultados sugerem que a presença de coabitantes no recinto não influenciou significativamente o desempenho dos indivíduos nas etapas de aprendizagem avaliadas. Considerando os dados referentes ao valor médio da latência até a execução do comportamento esperado e a presença de um ou mais habitantes no recinto, também não influenciou significativamente no desempenho de aprendizagem mensurada (etapa 2: $U = 54,0$; $p = 0,515$; etapa 3: $U = 61,5$; $p = 0,852$; etapa 4: $U = 38,0$; $p = 0,100$; respectivamente) (ver Tabela S3 – material suplementar).

Considerando o número de repetições que os bugios executassem até chegar no critério de aprendizagem e o grupo adulto ($n = 16$) e juvenis ($n = 7$), etapas 2, 3, e 4 foram avaliadas por meio do teste de Mann-Whitney que indicou ausência de diferença (etapa 2: $U = 45,5$; $p = 0,252$; etapa 3: $U = 47,0$; $p = 0,530$; etapa 4: $U = 39,0$; $p = 0,242$; respectivamente) (ver Tabela S4 – material

suplementar). Esses resultados sugerem que a faixa etária não influenciou significativamente na performance (número de repetições) dos indivíduos nas etapas de aprendizagem avaliadas. Analisando os dados referentes ao valor médio da latência e a faixa etária dos indivíduos, também não influenciou significativamente no desempenho de aprendizagem mensurada nas etapas: etapa 3: $U = 55,0$; $p = 0,973$; etapa 4: $U = 47,0$; $p = 0,570$; respectivamente) (Tabela 4). Apenas os juvenis demoraram mais para executar os comportamentos de se aproximar do *target*, no início do treinamento (Tabela 4; $U = 24,0$; $p = 0,035$).

Foram analisados os dados referentes ao número de repetições que os indivíduos atingissem o critério de aprendizagem do protocolo de treinamento. Os sujeitos foram agrupados conforme por sexo: machos ($n = 13$) fêmeas ($n = 10$), considerando as três etapas do processo. A análise estatística, conduzida por meio do teste não paramétrico de Mann-Whitney, não apresentou diferenças entre os grupos em nenhuma das etapas avaliadas (Etapa 2: $U = 57,0$; $p = 0,426$; Etapa 3: $U = 56,5$; $p = 0,583$; Etapa 4: $U = 58,0$; $p = 0,669$; conforme apresentado na Tabela S5 – material suplementar). Esses achados indicam que o sexo não exerceu influência significativa sobre o comportamento dos indivíduos nas etapas de aprendizagem analisadas. Analisando os dados referentes ao valor médio da latência até a execução do comportamento esperado e o sexo, também não houve influência significativamente na atividade (etapa 2: $U = 53,5$; $p = 0,495$; etapa 3: $U = 49,5$; $p = 0,352$; etapa 4: $U = 46,0$; $p = 0,251$; respectivamente) (ver Tabela S6 – material suplementar).

Discussão

O presente artigo apresenta uma metodologia baseada em reforçadores alimentares palatáveis, a qual pode ser aplicada em outros empreendimentos de fauna que

Tabela 4. Médias, medianas, desvio padrão e erro padrão representativos para cada etapa do treinamento considerando os indivíduos adultos (A; $n = 16$) e juvenis (J; $n = 7$) de *A. guariba* no Projeto Bugio/ CEPESBI e o valor médio de latência em cada etapa, resultado do teste não paramétrico de Mann-Whitney e Wilcoxon para amostras independentes (u) e valor de p .

Faixa etária	N	Média Latência	Mediana	Desvio-padrão	Erro-padrão	U de Mann-Whitney	p
Etapa 2	J: 7	72.8	47.3	58.3	22.0	24.0	0.035
	A: 16	31.4	19.9	35.2	8.80		
	N	Média	Mediana	Desvio-padrão	Erro-padrão	U de Mann-Whitney	p
Etapa 3	J: 7	33.9	34.6	5.14	1.94	55.0	0.973
	A: 16	62.0	34.6	74.6	18.6		
	N	Média	Mediana	Desvio-padrão	Erro-padrão	U de Mann-Whitney	p
Etapa 4	J: 7	55.4	54.6	7.48	2.83	47.0	0.570
	A: 16	53.3	58.8	27.3	6.83		

possuam primatas do gênero *Alouatta*. Dada a escassez de estudos sobre técnicas de condicionamento operante aplicadas a essa espécie, a pesquisa fornece um protocolo prático, adaptável e eticamente responsável, além de dados valiosos para futuras iniciativas de bem-estar animal em contextos de conservação *ex situ*. Ao final do estudo foi possível condicionar 14 indivíduos aos comandos “vem” e “fica” sobre a balança para a realização voluntária da pesagem corporal. Esses resultados demonstram que o condicionamento operante por reforço positivo é uma ferramenta viável e eficaz para o treinamento de primatas sob cuidados profissionais. Primatas não humanos são excelentes animais para aplicar técnicas de treinamento que visem melhorar o cuidado e bem-estar (Whittaker e Laule, 2012; Suriya-Arunroj et al., 2024), mesmo diante de desafios como variabilidade individual, limitações sensoriais ou interferências sociais.

As observações comportamentais durante o estudo revelaram fatores contextuais importantes para compreender o desempenho dos indivíduos que não obtiveram sucesso. O Sujeito 17 apresentava problemas oftalmológicos. Embora o protocolo de treinamento não tivesse sido adaptado para essa condição, a dificuldade visual pode ter prejudicado sua capacidade de percepção do *target* e, consequentemente, a aquisição dos comandos. Essa limitação individual destaca a necessidade de protocolos de condicionamento que considerem particularidades sensoriais dos animais para otimizar o bem-estar e a eficácia do treinamento (Coleman, 2012).

No caso do Sujeito 8, o condicionamento foi comprometido pela interferência de sua parceira de recinto, o Sujeito 7. Frequentemente, quando o Sujeito 8 se aproximava do *target* para executar a tarefa, o Sujeito 7 o deslocava, impedindo a conclusão da resposta e o recebimento do reforço. Esse comportamento agonístico de ‘substituição’ (Dada et al., 2011), sugere uma dinâmica de subordinação do Sujeito 8, que impactou na execução da tarefa. Embora não tenhamos realizado testes formais de dominância, as interações repetidas de impedir o acesso a recursos por parte do Sujeito 7, pode ser interpretado como uma relação de dominância presente. Dinâmicas hierárquicas como essa são reconhecidamente limitantes em treinamentos realizados em ambientes sociais, especialmente quando não há estratégias para garantir acesso equitativo aos reforçadores (Westlund, 2015). Caso optássemos por separar a dupla, o outro animal só ficava interessado em procurar seu colega e não tinha interesse em participar do treinamento.

A hierarquia social é um aspecto natural e inerente aos grupos de primatas (Dalmaso e Codenotti, 2010), e este caso específico ilustra como as dinâmicas de grupo podem atuar como uma limitação significativa na aplicação de protocolos de condicionamento individual em um ambiente social. Em grupos onde a hierarquia ou interações agonísticas podem impedir o acesso equitativo a recursos

ou oportunidades de aprendizagem, o treinamento individualizado em recintos separados (sempre que eticamente viável e sem gerar estresse adicional) pode ser uma estratégia mais eficaz para garantir que todos os indivíduos tenham a mesma chance de sucesso (Westlund, 2015). Para ações de manejo no futuro, recomenda-se a observação contínua dessas interações sociais, identificando e mitigando potenciais interferências no sucesso de programas de condicionamento e pesquisa em grupos sociais. É crucial entender que a variação individual na aprendizagem é um aspecto inerente ao treinamento animal, e fatores como temperamento, experiência prévia e motivação influenciam significativamente o processo (Coleman, 2012; Westlund, 2015).

Os sujeitos 4 e 5 realizaram todas as etapas anteriores em recintos separados. No entanto, durante a Etapa 4 de treinamento, foi realizada a junção de ambos para coabitarem em um só recinto. Essa mudança de manejo, que levou a um período de habituação e reajuste social dos participantes ao novo ambiente compartilhado, pode ter interferido diretamente no foco e na motivação para o treinamento. Durante esse período, nenhum dos sujeitos reagiu aos comandos, sugerindo que o estresse ou a demanda cognitiva da habituação ao novo arranjo social pode ter priorizado a adaptação comportamental em detrimento da resposta aos comandos de treinamento (Oppler et al., 2024). Este cenário indica mudança no ambiente impactou o progresso do condicionamento, e não necessariamente uma inabilidade intrínseca dos animais.

A participante 12 não se dirigiu ao chão para a realização dos comandos. Embora pesquisas sobre bugios-ruivos em ambiente natural (Dada et al., 2011; Almeida-Silva et al., 2005) apontem para uma preferência por ocupação vertical e uma aversão a descer ao chão para evitar predadores, essa explicação não se aplica diretamente a animais sob manejo *ex situ*, que não enfrentam ameaças predatórias. É provável que a dificuldade da participante 12 esteja relacionada a traços de personalidade individuais, como timidez ou o medo do novo (Brown et al., 2013) (neofobia com a balança), ou a uma falta de confiança em se aproximar dos humanos ou de elementos incomuns ao seu cotidiano. O fato de ter descido uma vez e encostado na balança em uma repetição sugere que o comportamento não era impossível, mas a falta de êxito pode estar ligada ao tempo amostral limitado. Animais aprendam em ritmos e de maneiras distintas, um maior número de repetições ou a aplicação de técnicas de dessensibilização sistemática poderiam, eventualmente, ter construído a confiança necessária para o condicionamento.

No caso dos sujeitos 14 e 16, não apresentavam problemas físicos, comportamento arborícola extremo ou subordinação, a falta de êxito no condicionamento pode ser atribuída a não habituação à balança dentro do recinto. Ambos responderam aos comandos “vem” e “fica”

em qualquer outro local do recinto, mas recusaram-se a subir ou encostar na balança em todas as repetições de treinamento. Isso pode indicar uma personalidade neofóbica em relação ao objeto específico, o que ressalta a importância da habituação gradual de novos elementos no ambiente de animais sob manejo *ex situ* (Brown et al., 2013).

Conforme o esperado, não houve diferença significativa entre os grupos testados. O sexo não influenciou a aprendizagem e nem a presença de mais de um coabitante no recinto. Apenas os juvenis demoraram mais (latência) para executar os comportamentos de se aproximar do *target*, no início do treinamento, em relação aos adultos. Alguns animais já haviam participado de um treinamento de condicionamento operante anteriormente. Estes juvenis estavam entrando em contato a primeira vez com o *target*. Essa memória que os adultos já tinham, provavelmente, fez com que apresentassem latência menor em relação aos juvenis. Os juvenis podem ter apresentado um comportamento neofóbico frente ao *target* (Brown et al., 2013).

A possibilidade de realizar a pesagem sem contenção física representa um avanço significativo tanto para a saúde física e emocional dos animais quanto para a segurança dos animais e dos profissionais que atuam com bugios. Considerando que bugios-ruivos sob cuidados profissionais tendem a apresentar níveis elevados de inatividade, com predomínio de comportamentos de repouso ao longo do dia, estratégias de enriquecimento ambiental que incluam estímulos alimentares têm se mostrado mais eficazes para promover a exploração e o engajamento comportamental (Sippli et al., 2018).

Um dos principais aprendizados desta investigação foi a ênfase na individualidade comportamental dos animais como fator determinante para o sucesso do treinamento. Diferenças no temperamento, na condição sensorial, no histórico de manejo e nas dinâmicas sociais demonstraram impacto direto sobre o ritmo e a eficácia do condicionamento. Casos como os dos sujeitos com baixa visão, os que demonstraram traços neofóbicos ou os que sofreram interferência de parceiros, evidenciam a necessidade de abordagens personalizadas, com ajustes metodológicos e ambientais voltados às particularidades de cada indivíduo. O conhecimento das capacidades sensoriais dos indivíduos ou em nível de espécie, é crucial para otimizar os resultados e aumentar o bem-estar animal em laboratório ou sob cuidados profissionais (Brebner et al., 2024).

Tais observações reforçam recomendações relevantes para programas futuros: implementar protocolos mais flexíveis, considerar repetições mais prolongadas em casos de resposta lenta, realizar dessensibilizações graduais a elementos novos (como a balança), adaptar estímulos para limitações sensoriais, e—sobretudo—prevenir interferências sociais durante o treinamento, com uso de

recintos individuais quando necessário e eticamente viável.

Em suma, este trabalho não apenas valida o condicionamento operante como uma estratégia eficiente de manejo, mas ressalta que sua plena eficácia depende da integração entre técnica, sensibilidade e personalização. Ao reconhecer e respeitar a singularidade comportamental de cada primata, aprimoramos não apenas o sucesso do treinamento, mas também a qualidade de vida e o bem-estar dos animais sob cuidados profissionais.

Referências

- Almeida-Silva, B., Guedes, P. G., Boubli, J. P. e Strier, K. B. 2005. Deslocamento terrestre e o comportamento de beber em um grupo de barbados (*Alouatta guariba clamitans* Cabrera, 1940) em Minas Gerais, Brasil. *Neotrop. Primates* 13(1): 1–3. <https://doi.org/10.1896/1413-4705.13.1.1>
- Brebner, J. S., Loconsole, M., Hanley, D. e Vasas, V. 2024. Through an animal's eye: the implications of diverse sensory systems in scientific experimentation. *Proc. R. Soc. B.* 291: 20240022. <https://doi.org/10.1098/rspb.2024.0022>
- Brown, G. E., Ferrari, M. C. O., Elvidge, C. K., Ramnarine, I. e Chivers, D. P. 2013. Phenotypically plastic neophobia: a response to variable predation risk. *Proc. R. Soc. B.* 280(1756): 20122712. <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.2712>
- Catania, A. C. 1998. *Learning (4th ed)*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Clay, A. W., Bloomsmith, M. A., Marr, M. J. e Maple, T. L. 2009. Habituation and desensitization as methods for reducing fearful behavior in singly housed rhesus macaques. *Am. J. Primatol.* 71(1): 30–39. <https://doi.org/10.1002/ajp.20622>
- Coleman, K. 2012. Individual differences in temperament and behavioral management practices for nonhuman primates. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 137(3–4): 106–113. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.08.002>
- Coleman, K. e Maier, A. 2010. The use of positive reinforcement training to reduce stereotypic behavior in rhesus macaques. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 124(3–4): 142–148. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2010.02.008>
- Dada, A. N., Francisco, S. R. S. e Hirano, Z. M. B. 2023. Protocolo de manejo e o tempo de sobrevivência de *Alouatta guariba* mantidos sob cuidados humanos no Centro de Pesquisas Biológicas de Indaial/Santa Catarina. *Neotrop. Primates* 29(1): 26–39. <https://doi.org/10.62015/np.2023.v29.774>
- Dada, A. N., Souza-Júnior, J. C., Oliveira, D. A. G. e Hirano, Z. M. B. 2011. Padrões comportamentais de bugio-ruivo (*Alouatta guariba clamitans* Cabrera, 1940) em cativeiro (Primates: Atelidae). Em: *A Primatologia no Brasil – Volume 12: Anais do XIII Congresso Brasileiro de Primatologia*, Miranda, J. M. D. e Hirano, Z. M. B.

- (eds.), pp.137–159. Sociedade Brasileira de Primatologia, Curitiba.
- Dalmaso, A. C. e Codenotti, T. L. 2010. Comportamentos de hierarquia e dominância em grupos de bugios-ruivos, *Alouatta guariba clamitans* (Cabrera, 1940), em cativeiro. *Revista de Etologia* 9(2): 40–47. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-28052010000200006
- Fernández-Lázaro, G., Dye, M. H., Eddie, C. e Ferrie, G. M. 2021. Strepsirrhine primate training programs in North American institutions: status and implications for future welfare assessment. *Animals* 11(8): 2462. <https://doi.org/10.3390/ani11082462>
- Fundação Universidade Regional de Blumenau (FURB). 2025. Projeto Bugio: apresentação. Disponível em: <https://www.furb.br/web/5579/projeto-bugio/apresentacao>. Acessado em 29 de junho de 2025.
- Garcia, L. C. F., Dallago, B., Dantas, L. G. D. e Bernal, F. E. M. 2021. Effects of conditioning on the welfare of jaguars (*Panthera onca*) in captivity. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 73(5): 1076–1084. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12275>
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2023. Protocolos de manejo *ex situ* de primatas do gênero *Alouatta*. 2ª ed. Instituto Chico Mendes.
- IUCN/SSC. 2014. Guidelines on the use of *ex situ* management for species conservation. IUCN Species Survival Commission, Gland, Suíça. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2014-064.pdf>. Acessado em 29 de junho de 2025.
- LaFlamme, E. M., Ahmed, F., Forcelli, P. A. e Malkova, L. 2022. Macaques fail to develop habit responses during extended training on a reinforcer devaluation task. *Behav. Neurosci.* 136(2): 159–171. <https://doi.org/10.1037/bne0000503>
- Lambeth, S. P., Hau, J., Perlman, J. E., Martino, M. e Schapiro, S. J. 2006. Positive reinforcement training affects hematologic and serum chemistry values in captive chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Am. J. Primatol.* 68: 245–256. <https://doi.org/10.1002/ajp.20148>
- Laule, G. E., Bloomsmith, M. A. e Schapiro, S. J. 2003. The use of positive reinforcement training techniques to enhance the care, management, and welfare of primates in the laboratory. *J. Appl. Anim. Welfare Sci.* 6(3): 163–173. https://doi.org/10.1207/S15327604JAWS0603_02
- Mellen, J. D. e MacPhee, M. S. 2010. Animal learning and husbandry training. Em: *Wild Mammals in Captivity: Principles and Techniques for Zoo Management*, D. G. Kleiman, K. V. Thompson e C. K. Baer (eds.). University of Chicago Press.
- Oppler, S. H., Palmer, S. D., Phu, S. N. e Graham, M. L. 2024. The role of behavioral management in enhancing clinical care and efficiency, minimizing social disruption, and promoting welfare in captive primates. *Vet. Sci.* 11(9): 401. <https://doi.org/10.3390/vetsci11090401>
- Piazza, C. C., Roane, H. S. e Karsten, A. 2011. Identifying and enhancing the effectiveness of positive reinforcement. Em: *Handbook of Applied Behavior Analysis*, W. W. Fisher, C. C. Piazza e H. S. Roane (eds.), pp.151–164. The Guilford Press.
- Prescott, M. J. e Buchanan-Smith, H. M. 2003. Training Nonhuman Primates Using Positive Reinforcement Techniques. *J. Appl. Anim. Welfare Sci.* 6(3): 157–161. https://doi.org/10.1207/S15327604JAWS0603_01
- Rogge, J., Sherenco, K., Malling, R., Thiele, E., Lambeth, S., Schapiro, S. e Williams, L. 2013. A comparison of positive reinforcement training techniques in owl and squirrel monkeys: time required to train to reliability. *J. Appl. Anim. Welfare Sci.* 16(3): 211–220. <https://doi.org/10.1080/10888705.2013.798223>
- Sippli, C. E., Hippólito, A. G., Testa, C. A. E. P., Castro, T. F. N., Milanelo, L. e Louro, M. P. 2018. Comportamento de bugio-ruivo (*Alouatta guariba clamitans*, Cabrera, 1940) sob cuidados humanos com aplicação de enriquecimento ambiental. *Arch. Vet. Sci.* 23(3Esp). <https://doi.org/10.5380/avs.v23i3Esp.61535>
- Skinner, B. F. 1938. *The Behavior of Organisms: An Experimental Analysis*. Appleton-Century, New York.
- Souza, I. A. 2019. Preferência alimentar e composição nutricional em bugios-ruivos (*Alouatta clamitans*) sob cuidados humanos. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59134/tde-10122019-013938/publico/Dissertacao_final_Igor_Alves_de_Souza_biblio.pdf. Acessado em 28 de junho de 2025.
- Suriya-Arunroj, L., Chimngam, M., Chamnongpakdee, C., Sing-Ayudthaya, T., Linchekhaw, C., Kongsombat, N. e Suttisan, N. 2024. Behavioral training in first-generation long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*) for improved husbandry and veterinary procedures. *Animals* 14: 2369. <https://doi.org/10.3390/ani14162369>
- Thorndike, E. L. 1911. *Animal Intelligence: Experimental Studies*. Macmillan, New York.
- Westlund, K. 2015. Training laboratory primates – benefits and techniques. *Primate Biology* 2: 119–132. <https://doi.org/10.5194/pb-2-119-2015>
- Whittaker, M. e Laule, G. 2012. Training techniques to enhance the care and welfare of nonhuman primates. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice* 15(3): 445–454. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2012.06.004>

SHORT ARTICLES

DOI: <https://doi.org/10.62015/np.2024.v30.820>TESTE DE APARATO DE SONDAÇÃO PARA EXPERIMENTO DE CAMPO COM MACACOS-PREGO (*SAPAJUS* spp.)Andrews Michel Fernandes Oliveira Nunes
Tiago Falótico

Resumo

O uso de ferramentas de sondagem já foi descrito em diferentes espécies, incluindo aves, grandes primatas e macacos-prego, ocorrendo tanto em contextos naturais quanto em estudos experimentais. Entre os macacos-prego (*Sapajus* spp.), observações em vida livre registraram o uso de varetas para obter alimentos, como invertebrados, pequenos vertebrados e mel, com variações comportamentais entre populações. Experimentos demonstraram que a experiência prévia influencia o desempenho em tarefas de sondagem, revelando a importância da aprendizagem individual e social. Desenvolvemos e testamos um aparato para testar a presença do comportamento de sondagem em macacos-prego. Para avaliar a resistência do aparato, observamos comportamentos de danificação dirigidos a ele. Para aferir sua eficiência, analisamos a exploração e o sucesso no uso de varetas no aparato. Nossos resultados mostram que o aparato se manteve resistente e funcional após mais de três horas de exploração pelos indivíduos testados. Considerando que o grupo já havia sido exposto a aparatos experimentais anteriormente, e que alguns indivíduos utilizam ferramentas de sondagem naturais, concluímos que essa metodologia pode ser eficaz para identificar o uso de ferramentas de sondagem em populações selvagens de macacos-prego.

Palavras-chaves: experimento naturalístico, macaco-prego, metodologia, sondagem, uso de ferramenta, uso de vareta

Abstract

The use of probing tools has been described in different species, including birds, great apes, and capuchin monkeys, occurring both in natural contexts and in experimental studies. For capuchin monkeys (*Sapajus* spp.), field observations have recorded the use of sticks to obtain food such as invertebrates, small vertebrates, and honey, with behavioral variations across populations. Previous experiments have demonstrated that prior experience influences performance in probing tasks, highlighting the importance of individual and social learning. We built and tested an apparatus to evaluate the presence of probe tool use behavior in capuchins. To assess its resistance, we observed damaging behaviors directed at the apparatus. To evaluate its efficiency, we analyzed exploration

and stick use in the apparatus. Our results show that the apparatus remained resistant and functional after more than three hours of exploration by the tested individuals. Considering that the group had previously been exposed to experimental apparatuses and that some individuals naturally use probing tools, we conclude that this methodology may be effective for identifying probing tool use in wild populations of capuchin monkeys.

Keywords: methodology, naturalistic experiment, probing, robust capuchin monkey, stick tool use

Introdução

Ferramentas de sondagem são utilizadas por algumas espécies como extensão do corpo para acessar locais de difícil alcance, como fendas em rochas, buracos em árvores ou cupinzeiros. Esse comportamento foi registrado tanto em laboratório (Visalberghi, 1990; Visalberghi et al., 1995; Westergaard et al., 1998; Steinberg et al., 2022) quanto em ambiente natural, em poucas espécies, como corvos-da-Nova-Caledônia (*Corvus moneduloides*) (Hunt, 1996), chimpanzés (Boesch et al., 2020), orangotangos em Sumatra (Van Schaik e Knott, 2001), e macacos-prego (Moura e Lee, 2004; Mannu e Ottoni, 2009; Falótico e Ottoni, 2014). Essas ferramentas auxiliam na captura de invertebrados (McGrew e Collins, 1985; Sanz et al., 2004; Falótico e Ottoni, 2014) e vertebrados e mel (Moura e Lee, 2004; Mannu e Ottoni, 2009; Gruber et al., 2009, 2011; Falótico e Ottoni, 2014), sendo geralmente confeccionadas pelos próprios indivíduos, que quebram e modificam galhos e podem ou não retirar os ramos laterais para formar varetas.

O uso de varetas é bem conhecido e distribuído em chimpanzés, mas sua distribuição não é uniforme em outros táxons, mesmo quando o material está disponível no ambiente (Boesch et al., 2020). Algumas comunidades de chimpanzés utilizam varetas para pescar cupins (McGrew e Collins, 1985; Sanz et al., 2004; Boesch et al., 2020) ou algas (Boesch et al., 2016), capturar formigas (Humle e Matsuzawa, 2002) e extrair mel (Gruber et al., 2009, 2011). Orangotangos de Suaq Balimbing (Sumatra) também fazem uso de varetas curtas e retas para processar o fruto de *Nessia* sp. e obter as sementes (Van Schaik e Knott, 2001).

Acreditava-se que o uso de ferramentas por macacos-prego e caiararas, gêneros *Sapajus* e *Cebus*, ocorria somente em cativeiro (Ottoni e Izar, 2008), razão pela qual os estudos pioneiros se concentravam em laboratórios, através de testes de resolução de tarefas com o uso de varetas (Visalberghi, 1990; Visalberghi et al., 1995; Westergaard et al., 1998; Steinberg et al., 2022). Eram tarefas simples realizadas com tubos transparentes no qual se colocava uma recompensa no meio do aparato e os indivíduos tinham que empurrar com uma vareta para retirar a recompensa ou tarefas mais complexas como uso de

varetas conectada em formatos H, no qual os indivíduos precisavam retirar as inserções que bloqueavam a vareta antes de inseri-la no aparato para retirar a recompensa (Visalberghi et al. 1995) ou experimentos utilizando aparatos de acrílico com um furo no qual os indivíduos tinha que utilizar varetas para obter a recompensa do dispositivo (Westergaard et al., 1998).

Estudos mais recentes em vida livre demonstraram o uso habitual de varetas em duas populações. No Parque Nacional Serra da Capivara (PNSC), no sul do Piauí, macacos-prego (*Sapajus libidinosus*) usam varetas principalmente para alimentação, para obter mel e desentocar presas, como lagartos, escorpiões, insetos e roedores (Moura e Lee, 2004; Mannu e Ottoni, 2009; Falótico e Ottoni, 2014), e, mais raramente, para limpeza (Haslam e Falótico, 2015). Mais recentemente foi observado no Parque Nacional de Ubajara o uso habitual de varetas por *S. libidinosus* para desentocar aranhas do solo e lagartos de troncos (Valença et al., 2024). A partir dessas observações, experimentos em campo e semi-cativeiro passaram a ser aplicados para compreender o uso de ferramentas de sondagem por macacos-prego.

Experimentos de campo tem a vantagem de testar animais vivendo em situação natural, com as pressões ecológicas e sociais relevantes, mas podendo ser testados com algum controle experimental, criando situações experimentais ou aparatos aos quais os animais são expostos (Falótico, 2022).

Um estudo de experimento de campo comparou duas populações distintas de macacos-prego da Fazenda da Boa vista (FBV) e do PNSC com repertórios diferentes no uso de ferramentas, expondo-as a uma tarefa de sondagem conhecida apenas por uma delas. Para este estudo foram utilizadas duas caixas de acrílico com melaço dentro que necessitava da inserção de varetas para ser retirado. Para alcançar o recurso era necessária a inserção de uma vareta com mais de 5 cm. Macacos-prego (*Sapajus libidinosus*) habituados ao uso de ferramentas (PNSC) as utilizaram rapidamente, diferente daqueles não habituados (FBV), que não usaram nem as varetas pré-inseridas no aparato (Cardoso e Ottoni, 2016). Outro estudo em uma outra população de macacos-prego (*Sapajus* spp.), no Parque Ecológico do Tietê (PET), demonstrou que macacos que não tinham o uso de vareta no seu repertório conseguiam aprender a sondar num aparato experimental, mas isso só ocorreu quando as varetas estavam pré-inseridas no aparato, e que depois da “inovação” inicial por um indivíduo, a aprendizagem foi mais rápida nos outros indivíduos (Rufo, 2019). O contato social e a facilitação da extração de sondas levaram a um aumento do contato e manipulação com os aparatos, e consequente aprendizagem (Rufo, 2019).

Garber e colaboradores (2012) investigaram a capacidade de macacos-prego (*S. nigritus*) de resolver problemas

de forrageamento utilizando ferramentas em duas caixas-problema de acrílico. Eles utilizaram duas plataformas experimentais, com uma distância de 15 metros uma da outra, para diminuir a monopolização por indivíduos dominantes e aumentar a oportunidade de acesso de outros indivíduos. Os experimentos foram divididos em três condições, sendo que as condições 2 e 3 testavam a capacidade de sondagem. Na condição 1, os indivíduos eram obrigados a puxar as varetas inseridas na direção do corpo para deslocar a recompensa. As varetas eram inseridas nos orifícios e posicionadas embaixo das bananas e, ao puxar, deslocavam as frutas. Quatro indivíduos resolveram espontaneamente o problema puxando as varetas. Na condição 2, os indivíduos precisavam empurrar as varetas para frente ou para trás (sondagem) para acessar a recompensa e derrubá-las. Nessa condição, 4 varetas foram inseridas nos orifícios, mas não entraram em contato com as bananas. Nessa fase nenhum indivíduo tentou empurrar as varetas para frente para resolver o problema. Mesmo com a falha, os movimentos de puxar as varetas da condição 1 continuaram. E, por último, a condição 3 foi idêntica à condição 2, mas foram adicionadas cavilhas de borracha nas varetas para manter o movimento somente para frente. Este modelo tentou ajudar os indivíduos resolverem o problema limitando a manipulação. Nesta condição, as visitas ao aparato diminuíram. O macho dominante foi o único a manipular as varetas, tentando puxá-las para fora da caixa ou descartando as que estavam na plataforma. Nenhum indivíduo utilizou as varetas para empurrar as recompensas.

Garber e Brown (2020) expuseram um grupo de 13 indivíduos de *Cebus capucinus* a um aparato de acrílico com seis orifícios e com duas bananas colocadas em uma prateleira dentro da caixa. Para resolver o aparato, os indivíduos tinham que utilizar uma vareta em qualquer um dos orifícios perfurados na caixa para empurrar a banana para uma saída inferior. O experimento foi dividido em sete condições. Na condição 1, as varetas eram colocadas soltas na plataforma e, na condição 2, as varetas eram inseridas nos orifícios. Nas condições 3 e 4 as varetas foram espetadas nas bananas para que os indivíduos associassem as varetas ao recurso alimentar. Na condição 5, a caixa foi fechada e quatro varetas foram inseridas nos orifícios e colocadas sobre as bananas de forma que os indivíduos pudessem puxar o recurso para fora e caíssem no local indicado, mesmo assim, os indivíduos puxavam as varetas, mas logo perdiam o interesse, não inserindo novamente. Na condição 6, foram colocadas inseridas sete varetas na plataforma e a caixa foi fechada e reabastecida novamente. Em nenhuma das fases os indivíduos utilizaram as varetas, apesar de balançarem e tentarem quebrar a caixa. Na condição 7 foram colocadas 4 varetas como na situação inicial, com a diferença de que os macacos precisariam puxar as varetas. Os macacos também não resolveram a caixa nessa condição. Foi observado que, mesmo após 702 visitas e oportunidades para desenvolver uma associação entre as varetas e o alimento

e também tentar aprendizado por tentativa e erro, não houve sucesso em retirar as bananas com as varetas. Esses estudos demonstram diferenças comportamentais dentro de Cebinae, evidenciando os diferentes repertórios no uso de objetos como ferramentas.

Estudos que combinam experimentos e o contexto natural, ajudam a compreender tanto as propriedades físicas do uso de ferramentas pelos indivíduos, quanto os processos de aprendizagem individual e social, além da difusão desses comportamentos em grupos de primatas. O objetivo deste estudo foi testar a resistência e a eficiência de um aparato naturalístico com a função de verificar se populações selvagens de macacos-prego apresentam comportamento de sonda com varetas. Foram avaliadas a resistência (observando comportamentos destrutivos durante seu uso e os efeitos no aparato) e a eficiência do uso do aparato (observando o sucesso no uso das varetas por indivíduos que já tinham esse comportamento em seu repertório comportamental naturalmente em seu *habitat*). Se a caixa resistir por duas horas de contato aos macacos ela será considerada aprovada no teste de resistência, pois este será o tempo necessário para utilizar em nosso experimento em populações selvagens ainda não estudadas. Já para testar a eficiência, foi esperado que se os macacos que já tivessem o comportamento de uso de vareta em seu repertório, o resolvessem em poucos minutos (<5 minutos), fabricando e inserindo uma sonda no orifício e recolhendo a recompensa. Caso não tivessem o comportamento, foi esperado que não conseguissem resolver o aparato nessas duas horas. Se esse padrão for observado no experimento, o aparato será considerado eficiente para testar a presença do comportamento de uso de varetas em novas populações de macacos-prego.

Material e Métodos

Área de estudo e grupo estudado

Esse estudo foi realizado em uma área de reflorestamento e de preservação ambiental no Centro de Recuperação de Animais Silvestres, situado dentro do PET, no município de São Paulo, Brasil (Rufo, 2019). A amostra foi composta por 14 indivíduos de macacos-prego (*Sapajus* spp.), que vivem em situação semi-livre, sendo 4 fêmeas e 10 machos adultos. O grupo já é conhecido por uso de ferramentas de pedras para quebra de frutos (Ottoni e Mannu, 2001), por participarem de experimentos com aparatos feitos de acrílico para sondagem ou não (Corat e Ottoni, 2013; Rufo, 2019; Coelho et al., 2024), e por alguns indivíduos já terem experiência no uso de ferramentas de sonda artificial e posteriormente natural após experimentos com aparato de sondas artificiais, sendo que cinco indivíduos aprenderam o uso de ferramentas de sonda (*Açaí*, *Acerola*, *Acácio*, *Caju* e *Vodca*) em experimento anterior (Rufo, 2019). Porém, estes indivíduos nunca haviam usado um aparato naturalístico feito de madeira. Os aparatos de experimentos anteriores eram feitos de acrílico transparente e eram mais resistentes,

diferente do novo aparato que por ser de madeira é mais próximo do que se tem na natureza, e também mais fácil de ser destruído pelos indivíduos, por isso fizemos esse teste para saber se o aparato seria eficiente ou não para o uso em novas populações.

Elaboração da ferramenta utilizada no estudo - Aparato naturalístico

O aparato consiste em um tronco de eucalipto com comprimento de 54 cm por 10 cm de largura, com dois orifícios de 1,6 cm de diâmetro e 7 cm de profundidade. Os furos foram orientados verticalmente, a 15 cm de distância do topo do tronco e a 12 cm da base, com 27 cm entre os furos (Figura 1). Foram adicionados 8 ml de mel ou melaço em cada orifício. A parte traseira do tronco foi serrada para melhor apoio nas árvores e foi fixado com duas fitas de compressão (Figura 1). um dispositivo foi instalado entre 1,5 e 2 m de altura (do orifício inferior até o solo) sendo transportado em locais visitados frequentemente pelo grupo, os quais eram modificados conforme o deslocamento dos indivíduos pela área do parque.

Registro comportamental, eficiência e resistência do aparato naturalístico

Os registros audiovisuais foram realizados com uma câmera e um tripé para posterior identificação dos indivíduos (sexo e faixa etária) e para a descrição da qualidade e da quantidade das interações. Todos os comportamentos analisados estão descritos no etograma (Tabela 1) e serviram para avaliar a resistência e a eficiência do dispositivo.

Resultados

Durante os cinco dias de exposição do aparato, ele foi exposto um total de 6h40min. Observamos um total de 3h40min de interação com o aparato realizado por 14 macacos-prego. Foi possível avaliar a resistência (se suportou a interação com os indivíduos) e sua eficiência (se os indivíduos conseguiam acessar o melaço e se utilizavam varetas para isso), conforme apresentado nas Tabelas 2 e 3.

No primeiro dia, dez adultos (6 machos e 4 fêmeas) interagiram com o aparato. Apenas dois machos manipularam as varetas, mas nenhuma das três tentativas de sondagem foi bem-sucedida. Também foram observados comportamentos como colocar o dedo no orifício, lambe a mão, puxar casca do tronco e lambe a superfície do aparato. No segundo dia, quatro machos e duas fêmeas interagiram com o aparato. Um dos machos (*Acerola*) manipulou a vareta sem sucesso no início, mas após cerca de dez minutos conseguiu retirar o mel. Esse mesmo indivíduo realizou 39 tentativas de sondagem, acertando 35 delas. No terceiro dia, o macho *Acerola* realizou 20 tentativas e acertou 15 vezes e o macho *Caju* realizou 28 tentativas e acertou 24 vezes. Observamos também os comportamentos direcionados para o aparato, como lambe o tronco e puxar as cascas ou morder o aparato.

Tabela 1. Etograma elaborado através das observações de vídeos para analisar o comportamento destrutivo (resistência) e comportamento de exploração (eficiência) do aparato naturalístico.

Comportamento	Descrição
Resistência	
Bater casca	Retirar a casca e bater no tronco
Bater pedra	Bater com uma pedra no tronco várias vezes
Puxar casca	Puxar a fibra do tronco com a mão ou com a boca até soltar a casca do aparato
Morder tronco	Morder o aparato e retirar pequenas lascas da casca do tronco
Morder orifício	Morder o orifício do tronco
Eficiência	
Inserir vareta	Inserir a vareta em um dos orifícios do aparato
Sondar com vareta	Inserir a vareta no orifício fazendo movimento de um lado para o outro ou para frente e para trás
Lamber mel da vareta	Lamber o mel na ponta da vareta

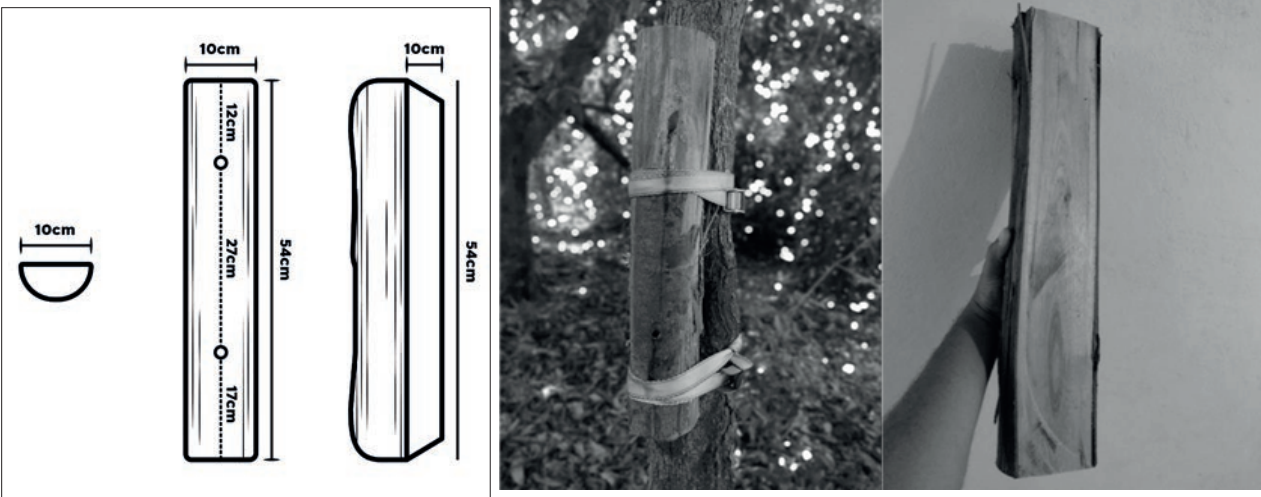


Figura 1. Representação esquemática do aparato naturalístico (esquerda). No centro, o dispositivo instalado na árvore e, à direita, a parte traseira do aparato.

Nos últimos dois dias, sete machos, uma fêmea e dois juvenis interagiram com o aparato. Um dos machos (*Acerola*) utilizou uma vareta feita com casca do próprio tronco para acessar o melão.

Dos cinco indivíduos que haviam usado vareta em experimento anterior, *Açaí*, *Acerola*, *Acácio*, *Caju* e *Vodca* (Rufo, 2019), somente dois, *Acerola* e *Caju*, usaram varetas no aparato. Nenhum outro indivíduo foi observado usando varetas para obter alimento do aparato. Neste período, o macho dominante (*Davi*) não participou do experimento.

Diversos comportamentos destrutivos foram direcionados ao aparato (Tabela 3), que, ainda assim, manteve-se íntegro e funcional após cinco dias de interações diretas.

Discussão

No teste de resistência, o aparato se mostrou adequado. Durante mais de 3h de interação com o aparato, os macacos dirigiram diversos comportamentos destrutivos

(puxaram a casca do aparato, morderam o tronco, torceram as cascas soltas e bateram com pedras), mas o aparato manteve-se funcional até o final dos testes, provavelmente sendo capaz de resistir a muito mais horas de contato com os macacos.

A eficiência do aparato pode ser constatada através da observação que os dois indivíduos que usaram varetas no aparato (*Acerola* e *Caju*) já haviam utilizado varetas em um estudo anterior (Rufo, 2019) neste mesmo local. Eles conseguiram solucionar rapidamente o problema proposto em nosso estudo. Já outros indivíduos que não possuíam experiência no uso de varetas não o fizeram neste aparato. No entanto, três indivíduos (*Açaí*, *Acácio* e *Vodca*), que usaram ferramentas de sonda anteriormente, não foram vistos usando as varetas. *Açaí* e *Vodca* tiveram pouco tempo de interação com o aparato, o que pode explicar o fato de não terem conseguido resolver o problema no tempo que tiveram. A menor interação de alguns indivíduos com o aparato pode ter sido causada pelo uso de um único dispositivo, criando um potencial monopolização do instrumento por indivíduos

Tabela 2. Resumo das interações dos macacos-prego com o aparato naturalístico.

Indivíduo	Sexo	Quantidade de interações	Tempo de interação (min)	Tentativas de inserção	Frequência de sucesso
Açaí*	Macho	2	7.05	0	0
Acerola*	Macho	21	77.3	64	52
Acácio*	Macho	10	19.95	2	0
Ana	Fêmea	3	8.33	0	0
Amora	Fêmea	1	2.09	0	0
Cisca	Fêmea	3	3.33	0	0
Caju*	Macho	11	36.05	27	22
Cacá	Macho	1	5.01	0	0
Feioso	Macho	6	12.16	0	0
Frodo	Macho	9	27.42	0	0
Janete	Fêmea	2	5.99	0	0
Químico	Macho	1	2.41	0	0
Vader	Macho	5	10.58	0	0
Vodca*	Macho	3	7.16	0	0

*Indivíduos que haviam sido observados usando varetas em experimentos anteriores (Rufo, 2019).

dominantes. *Acácio* teve bastante tempo de interação e duas tentativas de inserção de varetas, mas não conseguiu fabricar e usar ferramentas adequadamente, demonstrando que nem sempre um indivíduo que supostamente tem o comportamento no seu repertório é capaz de generalizar rapidamente o comportamento para contextos ligeiramente diferentes. Uma possível explicação para o fracasso de *Acácio* é que no experimento anterior a que foi exposto (Rufo, 2019) as varetas eram provisionadas, o que pode ter levado este indivíduo a saber usar varetas, mas não saber fabricá-las, o que era necessário para resolver o problema deste experimento. Numa situação com varetas provisionadas, esse indivíduo talvez resolvesse o problema.

Os resultados sugerem que uma exposição mais longa do aparato a vários outros indivíduos do grupo é necessária para evitar falsos negativos causados por indivíduos que, por alguma razão desconhecida, não usam varetas, apesar de, no geral, a população ter o comportamento em seu repertório. O uso de mais de um aparato durante os

experimentos em vida livre também é aconselhável, para que não seja monopolizado por indivíduos mais dominantes do grupo.

Conclusão

O uso de aparatos em experimentos de observação comportamental possibilita identificar rapidamente comportamentos presentes no repertório dos indivíduos e potencialmente entender os mecanismos do uso de ferramentas de sondagem por estes indivíduos. O aparato naturalístico tem uma vantagem adicional, pois se assemelha aos recursos que estes indivíduos exploram em seu *habitat*, facilitando a habituação dos indivíduos ao novo objeto.

Agradecimentos

Agradecemos ao Parque Ecológico do Tietê por disponibilizar o espaço para pesquisa. Agradecemos também a Henrique Rufo e Natália Biscassi pela ajuda na

Tabela 3. Resumo do comportamento de destruição do aparato naturalístico durante as fases de teste dos macacos-prego no PET.

Indivíduo	Sexo	Morder tronco	Puxar casca	Torcer casca	Morder orifício	Bater com pedra
Frodo	Macho	11	17	1	0	0
Químico	Macho	0	3	0	0	0
Ana	Fêmea	0	3	1	0	0
Acácio	Macho	11	4	0	4	0
Cacá	Macho	7	6	0	0	0
Caju	Macho	6	9	0	0	0
Juvenil 2	Indefinido	3	2	0	0	38

identificação dos macacos-prego. A pesquisa teve autorização do comitê de ética para uso de animais em experimentação (CEUA/EACH/USP nº 002/2019). Suporte financeiro pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processos nº 2018/01292-9, 2018/18900-1, e 2020/10412-8.

Andrew Michel Fernandes Oliveira Nunes, Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil; Neotropical Primates Research Group, São Paulo, Brasil; E-mail: <andrewsmichael@gmail.com>. **Tiago Falótico**, Neotropical Primates Research Group, São Paulo, Brasil; Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, Brasil.

Referências

- Boesch, C., Kalan, A. K., Agbor, A., Arandjelovic, M., Dieguez, P., Lapeyre, V. e Kühl, H. S. 2016. Chimpanzees routinely fish for algae with tools during the dry season in Bakoun, Guinea. *Am. J. Primatol.* 79: 1–7. <https://doi.org/10.1002/ajp.22613>
- Boesch, C., Kalan, A. K., Mundry, R., Arandjelovic, M., Pika, S., Dieguez, P., Ayimisin, E. A., Barciela, A., Coupland, C., Egbe, V. E., Eno-Nku, M., Fay, J. M., Fine, D., Hernandez-Aguilar, R. A., Hermans, V., Kadam, P., Kambi, M., Llana, M., Maretti, G. e Kühl, H. S. 2020. Chimpanzee ethnography reveals unexpected cultural diversity. *Nat. Hum. Behav.* 4: 910–916. <https://doi.org/10.1038/s41562-020-0904-z>
- Cardoso, R. M. e Ottoni, E. B. 2016. The effects of tradition on problem solving by two wild populations of bearded capuchin monkeys in a probing task. *Biol. Lett.* 12: 20160604. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2016.0604>
- Coelho, C. G., Garcia-Nisa, I., Ottoni, E. B. e Kendal, R. L. 2024. Social tolerance and success-biased social learning underlie the cultural transmission of an induced extractive foraging tradition in a wild tool-using primate. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 121(48): e2322884121. <https://doi.org/10.1073/pnas.2322884121>
- Falótico, T. 2022. Robust capuchin tool use cognition in the wild. *Curr. Opin. Behav. Sci.* 46: 101170. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2022.101170>
- Falótico, T. e Ottoni, E. B. 2014. Sexual bias in probe tool manufacture and use by wild bearded capuchin monkeys. *Behav. Processes* 108: 117–122. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2014.09.036>
- Garber, P. A., e Brown, E. 2004. Wild capuchins (*Cebus capucinus*) fail to use tools in an experimental field study. *Am. J. Primatol.* 62: 165–170. <https://doi.org/10.1002/ajp.20013>
- Garber, P. A., Gomes, D. F. e Bicca-Marques, J. C. 2011. Experimental field study of problem-solving using tools in free-ranging capuchins (*Sapajus nigritus*, formerly *Cebus nigritus*). *Am. J. Primatol.* 74: 344–358. <https://doi.org/10.1002/ajp.20957>
- Gruber, T., Muller, M. N., Strimling, P., Wrangham, R. e Zuberbühler, K. 2009. Wild chimpanzees rely on cultural knowledge to solve an experimental honey acquisition task. *Curr. Biol.* 19: 1806–1810. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.08.060>
- Gruber, T., Muller, M. N., Reynolds, V., Wrangham, R. e Zuberbühler, K. 2011. Community-specific evaluation of tool affordances in wild chimpanzees. *Sci. Rep.* 1: 128. <https://www.nature.com/articles/srep00128>
- Haslam, M. e Falótico, T. 2015. Nasal probe and toothpick tool use by a wild female bearded capuchin (*Sapajus libidinosus*). *Primates* 56: 211–214. <https://doi.org/10.1007/s10329-015-0470-6>
- Humle, T. e Matsuzawa, T. 2002. Ant-dipping among the chimpanzees of Bossou, Guinea, and some comparisons with other sites. *Am. J. Primatol.* 58: 133–148. <https://doi.org/10.1002/ajp.10055>
- Hunt, G. R. 1996. Manufacture and use of hook-tools by New Caledonian crows. *Nature* 379: 249–251. <https://doi.org/10.1038/379249a0>
- Mannu, M. e Ottoni, E. B. 2009. The enhanced tool-kit of two groups of wild bearded capuchin monkeys in the Caatinga: tool making, associative use, and secondary tools. *Am. J. Primatol.* 71: 242–251. <https://doi.org/10.1002/ajp.20642>
- Ottoni, E. B. e Mannu, M. 2001. Semifree-ranging tufted capuchins (*Cebus apella*) spontaneously use tools to crack open nuts. *Int. J. Primatol.* 22: 347–358. <https://doi.org/10.1023/A:1010747426841>
- McGrew, W. C. e Collins, D. A. 1985. Tool use by wild chimpanzees (*Pan troglodytes*) to obtain termites (*Macrotermes heros*) in the Mahale Mountains, Tanzania. *Am. J. Primatol.* 9: 47–62. <https://doi.org/10.1002/ajp.1350090106>
- Moura, A. C. e Lee, P. C. 2004. Capuchin stone tool use in Caatinga dry forest. *Science* 306(5703): 1909. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1102558>
- Ottoni, E. B. e Izar, P. 2008. Capuchin monkey tool use: overview and implications. *Evol. Anthropol.* 17: 171–178. <https://doi.org/10.1002/evan.20185>
- Rufo, H. P. 2019. Difusão experimentalmente induzida do uso de ferramentas de sonda em um grupo semi-livre de macacos-prego (*Sapajus* sp.). Dissertação de Mestrado, Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Sanz, C., Morgan, D. e Gulick, S. 2004. New insights into chimpanzees, tools, and termites from the Congo Basin. *Am. Nat.* 164: 567–581. <https://doi.org/10.1086/424803>
- Steinberg, D. L., Lynch, J. W. e Cartmill, E. A. 2022. A robust tool kit: First report of tool use in captive crested capuchin monkeys (*Sapajus robustus*). *Am. J. Primatol.* 84(11): e23428. <https://doi.org/10.1002/ajp.23428>
- Valença, T., Oliveira Affonso, G. e Falótico, T. 2024. Wild capuchin monkeys use stones and sticks to access underground food. *Sci. Rep.* 14: 10415. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-61243-8>
- Van Schaik, C. P. e Knott, C. D. 2001. Geographic variation in tool use on *Neesia* fruits in orangutans. *Am. J. Phys. Anthropol.* 114: 331–342. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1045>

- The jamovi project 2025. *jamovi* (Version 2.6) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>
- Visalberghi, E. 1990. The use of tools in capuchin monkeys: experimental data on acquisition and social transmission. *Ethol. Ecol. Evol.* 2: 333. <https://doi.org/10.1080/08927014.1990.9525478>
- Visalberghi, E., Frigaszy, D. M. e Savage-Rumbaugh, S. 1995. Performance in a tool-using task by common chimpanzees (*Pan troglodytes*), bonobos (*Pan paniscus*), an orangutan (*Pongo pygmaeus*), and capuchin monkeys (*Cebus apella*). *J. Comp. Psychol.* 109: 52–60. <https://doi.org/10.1037/0735-7036.109.1.52>
- Westergaard, G. C., Lundquist, A. L., Haynie, M. K., Kuhn, H. E. e Suomi, S. J. 1998. Why some capuchin monkeys (*Cebus apella*) use probing tools (and others do not). *J. Comp. Psychol.* 112: 207–211. <https://doi.org/10.1037/0735-7036.112.2.207>
-

DOI: <https://doi.org/10.62015/np.2024.v30.829>

A CASE OF MATERNAL INFANTICIDE IN THE BLACK TUFTED-EAR MARMOSET *CALLITHRIX PENICILLATA* (PRIMATES: CALLITRICHIDAE)

Juliett M. González-Carvajal
João M. D. Miranda

Abstract

This brief report provides a detailed description of maternal infanticide in an introduced group of black tufted-ear marmosets (*Callithrix penicillata*), living in an urban park of Florianópolis, Santa Catarina, Brazil. In November 2017, the dominant female of the group (mother of twins) ate facial parts and the whole skull of an infant that was approximately five days old. This case of infanticide seems to mostly fit the hypothesis of parental manipulation and nutritional resources, but its ultimate cause remains unknown.

Keywords: cannibalism, nutritional resource, parental manipulation, sexual selection, social pathology

Resumo

Esta nota científica apresenta a descrição detalhada de um infanticídio maternal em um grupo introduzido de sagüí-de-tufos-pretos (*Callithrix penicillata*). Este grupo vive em um parque urbano em Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. Em novembro de 2017, a fêmea dominante do grupo (mãe de gêmeos no momento) comeu partes da face e o crânio todo de um infante com cerca de cinco dias de idade. Este caso de infanticídio parece se adequar à hipótese de manipulação parental e de recursos nutricionais, mas sua causa final permanece desconhecida.

Palavras-chave: canibalismo, manipulação parental, patologia social, recurso nutricional, seleção sexual

Introduction

Infanticide, or killing of intraspecific offspring, has been documented in several species of mammals including primates, rodents, cetaceans, bats, and carnivores (Hrdy, 1974; Labov, 1980; Hoogland, 1985; Lunn and Stenhouse, 1985; Patterson et al., 1998; Van Schaik, 2000; Dunn et al., 2002; Lukas and Huchard, 2019). Infanticide can be an adaptive behavioral strategy, to increase the perpetrator's fitness (Wilson, 1975; Hrdy, 1979; Hausfater and Hrdy, 1984). There are five general hypotheses that explain the infanticide: exploitation, resource competition, parental manipulation, sexual selection, and social pathology (Hrdy, 1979). On the one hand, the evolutionary causes of infanticide by males are relatively straightforward, typically linked to potential reproductive benefits (Hrdy, 1979; Digby, 2000). In contrast, infanticide by females is less well understood, and its evolutionary drivers are

more complex (Lukas and Huchard, 2019). Recently, it has been observed that the primary cause of infanticide committed by females is resource competition – more specifically, for reproductive space, access to milk, allomaternal care, and social status (Lukas and Huchard, 2019).

Infanticide has been widely reported in non-human primates, across all major groups: lemurs, platyrrhines, and catarrhines (Goodall, 1996; Sussman, 2000; Nievergelt et al., 2002; Ebensperger, 2007; Ramírez-Llorens et al., 2008; Lukas and Huchard, 2019), and has been recorded in all families of platyrrhine primates, in at least 15 genera (Herrera et al., 2000; Bezerra et al., 2007; Cäsar et al., 2008; Culot et al., 2011; Lukas and Huchard, 2019). In Callitrichidae the females are dominant and usually give birth to twins. There is strong allomaternal care provided mostly by adult males or subadult group members, often referred to as helpers (Sussman and Garber, 1987; Dunbar, 1995a, b; Garber, 1997). High birth rates and rapid infant growth, combined with the presence of helpers, appear to increase the likelihood of infanticide committed by females (Culot et al., 2011; Lukas and Huchard, 2019). Notably, reports of infanticide committed by the mother herself are rare among non-human primates (Hrdy, 1999; Culot et al., 2011). In this paper we present a detailed description of maternal infanticide and cannibalism in an introduced group of black tufted-ear marmosets (*Callithrix penicillata*) in an urban park of Florianópolis, Santa Catarina state, Brazil.

Methods

Our observations took place in Córrego Grande Ecological Park, a fragment of approximately 21.5 ha of Atlantic Forest in the second stage of regeneration, located in the municipality of Florianópolis (27°35'51.8"S, 48°30'41.7"W), in Santa Catarina state, Brazil. This park contained at least four groups of marmosets, ranging from 5 to 16 individuals per group, and totaling between 30 and 40 individuals overall (Zago, 2012; Zago et al., 2013; González-Carvajal, 2019). Data collection was non-invasive and satisfied the legal requirements of the Brazilian Environment Institute (IBAMA).

We performed behavioral monitoring on two introduced groups of *Callithrix penicillata* that have been non-continuously studied since 2008 (continuous monthly monitoring was in 2008-2011, 2014-2015, and 2017-2018) by our primatology group (Zago et al., 2013, 2014; da Rosa, 2016; González-Carvajal, 2019). These marmosets were habituated to the presence of researchers and could be identified by distinctive marks like body size, coloration, scars, and genital spots.

From November 6th to 8th, 2017, one researcher conducted three day-long follows of a group called "Porteira", at the study site. This group was composed of seven

individuals: one adult female, two adult males, one sub-adult (undetermined sex), two juveniles (undetermined sex), and twin infants, following Yamamoto's (1993) age composition proposal. The group was observed throughout its daily activity period (from 6:20 to 19:00 approximately), using scan sampling methodology (Altmann, 1974), at five minute intervals. Occasional or rare events were recorded "ad libitum" (Altmann, 1974), thoroughly describing each behavior, in a traditional field notebook. Photo records were taken on a Canon Powershot Sx50 Hs camera. The corpse was not collected for postmortem analysis.

Results

On November 6th, 2017, we observed that a female in this *Callithrix penicillata* group had given birth to twins; the newborns were being carried on the back of the group's adult male (helper), who was individually identified by a spot in its genitals. When he was first observed carrying the newborns, the group was heading to a tree to search for refuge to sleep at the end of the day. The next day, this group started activities after 6:15 a.m. At 6:20 the adult male (possibly the father) kept carrying the twins on his back while traveling with the group. During the next 3 hours and 30 minutes, based on scan sampling, the most common activities in the group were locomotion and foraging. At 9:50 the entire group took refuge in a tangled tree, to wait out the rain, which lasted approximately 25 minutes. At 10:22 the group moved toward another tree, and it was observed that the adult female and the adult male were each carrying one of the twins. At 11:00, the adult male tried to take away the twin infant from the adult female's back two times, but the female did not allow this. At 11:16 the entire group was together on a tree branch; the dominant female nursed the twin that was on her back (Fig. 1a), while the adult male carried the other twin on his back. Once the adult female finished nursing the twin at 11:21, she continued carrying the twin on her back, until reaching another tree branch that was at least 3 m away from any other member of the group. After 3 minutes, the infant began to vocalize, and it was observed that the female held the infant in her arms with its head in her mouth. After this, the female began biting the infant's face. At 11:28 the female continued biting the twin infant's face. The infant vocalized constantly, and other group members walked toward the female and infant. At 11:31 it was noted that the adult female's mouth was full of blood, and she had eaten part of the twin's skull (Fig. 1b, 1c, and 1d). The adult female continued feeding on the soft tissues of the infant's head for approximately 3 min, during which she dropped the corpse twice on the ground, but she searched for it again to keep eating the soft tissues of the head. At 11:34 the adult female dropped the corpse to the ground for the third time, and this time she did not pick it up. Instead, the adult male who was carrying the other twin on his back, approached and ate

the remains of the dead twin's skull (Fig. 1e), while the dominant female watched.

At 11:36, after eating the remains of the dead twin's skull, the male adult dropped the corpse on the ground and moved forward with the dominant female and the rest of the group. At 11:39 the dead twin's body remained on the ground, without most of the face and head, although the other body parts were intact (Fig. 1f). The surviving twin continued to be carried by the adult male and remained alive for at least two more months, when the primate monitoring ended.

Discussion

Although male-inflicted infanticide is more common among primates (and mammals in general), in Callitrichidae, infanticide committed by females appears to be more frequent, with no cases of male-inflicted infanticide reported (Digby and Saltzman, 2009; Culot et al., 2011). This study may be the first case of maternal infanticide reported for *Callithrix*, but not for Callitrichidae (Tirado-Herrera et al., 2000; Culot et al., 2011).

In the present study, the mother committed infanticide, and it was observed that she ate parts of the twin's face and head, leaving the rest of the body untouched and intact. We considered the possibility of cannibalism as a "nutritional resource" derived from the consumed parts of deceased offspring (Lazaro-Perea et al., 2000; Melo et al., 2003). However, it remains unclear why in most reported cases including this one, only the victim's head was consumed (e.g., Melo et al., 2003). Hilário and Ferrari (2010) suggest that the mother first bites the victim's head to subdue it, using the same behavior exhibited when chasing prey, possibly ingesting parts of the skull and face instinctively.

The "Parental Manipulation" hypothesis proposes that infanticide by mothers serves to regulate the sex ratio within the group by selectively eliminating some or all offspring (Agrell et al., 1998). This hypothesis does not necessarily involve the elimination of non-viable offspring alone but may also extend to those born during ecologically unfavorable periods when additional caregiving could require excessive energy expenditure (Culot et al., 2011). According to Volland and Stephan (2000), maternal infanticide may be considered adaptive under conditions where offspring have low reproductive potential, are highly dependent on maternal care beyond normal levels, or when the act increases the mother's overall adaptive value.

We think that the "Nutritional Resource" and "Parental Manipulation" hypotheses are the most plausible explanations for the observed episode of infanticide, based on the following considerations. First, the female committed

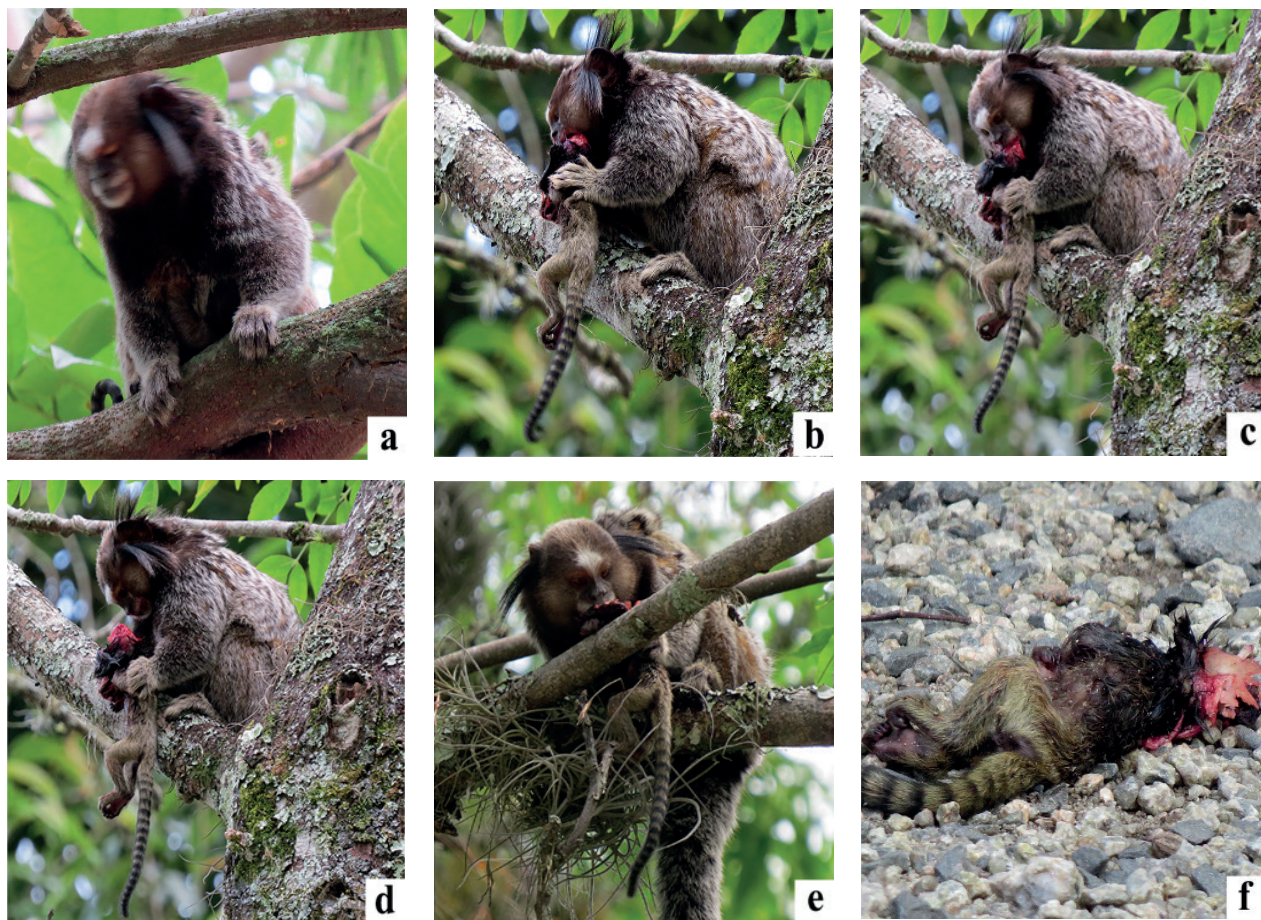


Figure 1. Pictures before, during, and after infanticide. a) Mother nursing the infant. b), c), and d) Sequence of the mother eating parts of the head. e) Adult male carrying the other infant eating parts of the skull. f) Face and skull parts eaten, while rest of the body intact.

infanticide and selectively ingested parts of her offspring's head and face, possibly to meet heightened nutritional demands associated with consecutive twin pregnancies and births. Cannibalism of specific body parts, particularly the brain and facial tissues, may provide a concentrated source of nutrients required during these physiologically demanding periods (Lazaro-Perea et al., 2000; Melo et al., 2003). However, as we did not examine the infant post-mortem, this hypothesis remains untested.

Acknowledgments

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001. We thank the administration and the technical staff of the Córrego Grande Ecological Park, for allowing us to develop this research project there. We also thank the UNICENTRO University, the OAS, and the CAPES for promoting spaces that allow for the expansion of academic, scientific and intellectual knowledge, through awarding of research scholarships. We are grateful to Zonia Elizabeth Caro Carvajal who commented on the manuscript and revised the English language.

Author Contributions

Juliett M. González-Carvajal conducted the survey, wrote the text, and took the photographs. João M. D. Miranda reviewed and edited the manuscript. Both authors read and approved the final manuscript.

Juliett M. González-Carvajal, Santuario de Flora Plantas Medicinales Orito Ingi Ande; Laboratory of Mammalian Biology, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brazil; E-mail: <juliettgo@gmail.com>. **João M. D. Miranda**, Laboratory of Terrestrial Vertebrate Biology, Biology Department, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brazil.

References

- Agrell, J., Wolff, J. and Ylönen, H. 1998. Counter-strategies to infanticide in mammals: costs and consequences. *Oikos* 83(3): 507-517. doi:10.2307/3546678.
- Aguiar, L. M., Ludwig, G., Hilst, C. L. S., Malanski, L. S. and Passos, F. C. 2005. Tentativa de infanticídio por um macho dominante de *Alouatta caraya* (Humboldt) (Primates, Atelidae) em um infant extra-grupo devido

- a influência do observador. *Rev. Bras. Zool.* 22: 1201–1203. doi: 10.1590/S0101-81752005000400056.
- Altmann, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behavior* 49: 267–277.
- Bezerra, B. M., Souto, A. S. and Schiel, N. 2007. Infanticide and cannibalism in free-ranging plurally breeding group of common marmosets (*Callithrix jacchus*). *Am. J. Primatol.* 69: 945–952.
- Cäsar, C., Franco, E. S., Soares, G. C. N. and Young, R. J. 2008. Observed case of maternal infanticide in a wild group of black-fronted titi monkeys (*Callicebus nigrifrons*). *Primates* 49: 143–145.
- Crockett, C. M. 2003. Re-evaluating the sexual selection hypothesis for infanticide by *Alouatta* males. In: *Sexual Selection and Reproductive Competition in Primates: New Perspectives and Direction*, C. B. Jones (ed.), pp.327–365. American Society of Primatology, Norman.
- Culot, L., Lledo-Ferrer, Y., Hoelscher, O., Lazo, F. J. M., Huynen, M. C. and Heymann, E. W. 2011. Reproductive failure, possible maternal infanticide, and cannibalism in wild moustached tamarins, *Saguinus mystax*. *Primates* 52: 179–186.
- Da Rosa, D. S. X. 2016. Comportamento de *Callithrix penicillata* introduzidos em um fragmento urbano no Sul do Brasil. MSc thesis. Universidade Federal do Paraná. Repositório Acadêmico da Universidade Federal do Paraná.
- Debyser, I. W. J. 1995. Platyrrhine juvenile mortality in captivity and in the wild. *Int. J. Primatol.* 16: 909–933.
- Digby, L. 2000. Infanticide by female mammals: implications for the evolution of social systems. In: *Infanticide by Males and its Implications*, C. P. Van Schaik and C. H. Janson (eds.) pp.423–446. Cambridge University Press, New York.
- Digby, L. and Saltzman, W. 2009. Balancing cooperation and competition in callitrichid primates: examining relative risk of infanticide across species. In: *The Smallest Anthropoids: the Marmoset/Callimico Radiation*, S. M. Ford, L. M. Porter and L. Davis (eds.), pp.135–153. Springer, New York.
- Dunbar, R. I. M. 1995a. The mating system of callitrichid primates: I. Conditions for the coevolution of pair bonding and twinning. *Anim. Behav.* 50: 1057–1070.
- Dunbar, R. I. M. 1995b. The mating system of callitrichid primates: II. The impact of helpers. *Anim. Behav.* 50: 1071–1089.
- Dunn, D. G., Barco, S. G., Pabst, D. A. and Mclellan, W. A. 2002. Evidence for infanticide in bottlenose dolphins of the western North Atlantic. *J. Wildl. Dis.* 38: 505–510.
- Ebensperger, L. A. 2007. Strategies and counterstrategies to infanticide in mammals. *Biol. Rev.* 73: 321–346.
- Garber, P. A. 1997. One for all and breeding for one: cooperation and competition as a tamarin reproductive strategy. *Evol. Anthropol.* 6: 187–199.
- González-Carvajal, J. M. 2019. Ecologia de *Callithrix penicillata* introduzidos na Ilha de Santa Catarina: um estudo de longo prazo. MSc thesis. Universidade Estadual do Centro-Oeste, Paraná.
- Goodall, J. 1996. *The chimpanzees of Gombe: patterns of behavior*. Harvard University Press, Cambridge.
- Hausfater, G. 1984. Infanticide in langurs: strategies, counter strategies, and parameter values. In: *Infanticide: Comparative and Evolutionary Perspectives*, G. Hausfater and S. B. Hrdy (eds.), pp.257–281. Aldine, New York.
- Hausfater, G. and Hrdy, S. B. 1984. *Infanticide: Comparative and Evolutionary Perspectives*. Aldine, New York.
- Herrera, E. R. T., Knogge, C. and Heymann, E. W. 2000. Infanticide in a group of wild saddle-back tamarins, *Saguinus fuscicollis*. *Am. J. Primatol.* 50: 153–157.
- Hilário, R. and Ferrari, S. F. 2010. Double infanticide in a free-ranging group of buffy-headed marmosets, *Callithrix flaviceps*. *J. Ethol.* 28: 195–199.
- Hiraiwa-Hasegawa, M. and Hasegawa, T. 1994. Infanticide in non-human primates: sexual selection and local resource competition. In: *Infanticide and Parental Care*, S. Parmigiani and F. Vom Saal (eds.), pp.137–154. Harwood, Chur.
- Hoogland, J. L. 1985. Infanticide in prairie dogs: lactating females kill offspring of close kin. *Science* 230(4729): 1037–1040. doi:10.1126/science.230.4729.1037.
- Hrdy, S. B. 1974. Male-male competition and infanticide among the langurs (*Presbytis entellus*) of Abu, Rajasthan. *Folia Primatol.* 22: 19–58.
- Hrdy, S. B. 1979. Infanticide among mammals: a review, classification, and examination of the implications for the reproductive strategies of females. *Ethol. Sociobiol.* 1: 13–40.
- Labov, J. B. 1980. Factors influencing infanticidal behavior in wild male house mice (*Mus musculus*). *Behav. Ecol. Sociobiol.* 6: 297–303.
- Lazaro-Perea, C., Castro, C. S. S., Harrison, R., Araujo, A., Arruda, M. F. and Snowdon, C. T. 2000. Behavioral and demographic changes following the loss of the breeding female in cooperatively breeding marmosets. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 48: 137–146.
- Leland, L., Struhsaker, T. T. and Butynski, T. M. 1984. Infanticide by adult males in three primate species of the Kibale Forest, Uganda: a test of hypotheses. In: *Infanticide: Comparative and Evolutionary Perspectives*, G. Hausfater and S. B. Hardy (eds.), pp.151–171. Aldine, New York.
- Lukas, D. and Huchard, E. 2019. The evolution of infanticide by females in mammals. *Philos. Trans. R. Soc. B.* 374: 20180075.
- Lunn, N. J. and Stenhouse, G. B. 1985. An observation of possible cannibalism by polar bears (*Ursus maritimus*). *Can. J. Zool.* 63: 1516–1517.
- Melo, L., Mendes Pontes, A. R. and Monteiro da Cruz, M. A. O. 2003. Infanticide and cannibalism in wild common marmosets. *Folia Primatol.* 74: 48–50.
- Nievergelt, C. M., Mutschler, T., Feistner, A. T. C. and Woodruff, D. S. 2002. Social system of the Alaotran gentle lemur (*Haplemur griseus alaotrensis*): genetic

- characterization of group composition and mating system. *Am. J. Primatol.* 57: 157–176.
- Patterson, I. A. P., Reid, R. J., Wilson, B., Grellier, K., Ross, H. M. and Thompson, P. M. 1998. Evidence for infanticide in bottlenose dolphins: an explanation for violent interactions with harbor porpoises? *Proc. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* 265: 1167–1170.
- Ramírez-Llorens, P., Di Bitetti, M. S., Baldovino, M. C. and Janson, C. H. 2008. Infanticide in black capuchin monkeys (*Cebus apella nigrinus*) in Iguazú National Park, Argentina. *Am. J. Primatol.* 70: 473–484.
- Santos, C., Morais, M. M., Oliveira, M. M., Mikich, S. B., Ruiz-Miranda, C. R. and Moore, K. P. L. 2007. Ecologia, comportamento e manejo de primatas invasores e populações problema. In: *A Primatologia no Brasil*, J. C. Bicca-Marques (ed.), pp.101–118. Sociedade Brasileira de Primatologia, Porto Alegre.
- Schneider, M. L., Roughton, E. C., Koehler, A. J. and Lubach, G. R. 1999. Growth and development following prenatal stress exposure in primates: an examination of ontogenetic vulnerability. *Child Dev.* 70: 263–274.
- Sussman, R. W. 2000. *Primate Ecology and Social Structure*. Pearson Custom Publishing, Boston.
- Sussman, R. W. and Garber, P. A. 1987. A new interpretation of the social organization of the Callitrichidae. *Int. J. Primatol.* 8: 73–92.
- Tirado-Herrera, E., Knogge, C. and Heymann, E. W. 2000. Infanticide in a group of wild saddle-back tamarins, *Saguinus fuscicollis*. *Am. J. Primatol.* 50: 153–157.
- Van Schaik, C. P. 2000. Infanticide by male primates: the sexual selection hypothesis revisited. In: *Infanticide by Males and its Implications*, C. P. Schaik and C. H. Janson (eds.), pp.27–60. Cambridge University Press, Cambridge.
- Voland, E. and Stephan, P. 2000. The hate that love generated: sexually selected neglect of one's own offspring in humans. In: *Infanticide by Males and its Implications*. C. P. Schaik and C. H. Janson (eds.), pp.447–465. Cambridge University Press, Cambridge.
- Wilson, E. O. 1975. *Sociobiology: the New Synthesis*. Harvard University Press, Cambridge.
- Yamamoto, M. E. 1993. From dependence to sexual maturity: the behavioural ontogeny of Callitrichidae. In: *Marmosets and Tamarins: Systematics, Behaviour, and Ecology*, A. B. Rylands (ed.), pp.235–254. Oxford University Press, Oxford.
- Zago, L. 2012. Fatores determinantes no uso do espaço por *Callithrix penicillata* (É. Geoffroy, 1812) introduzidos em fragmento urbano. MSc thesis. Repositório Acadêmico da Universidade Federal do Paraná.
- Zago, L., Miranda, J. M. D., Daltrini Neto, C., Santos, C. V. and Passos, F. C. 2013. Dieta de *Callithrix penicillata* (É. Geoffroy, 1812) (Primates, Callitrichidae) introduzidos na Ilha de Santa Catarina. *Biotemas* 26: 227–235.
- Zago, L., Mottim, V., Miranda, J. M. D. and Passos, F. C. 2014. Interações entre vertebrados e *Callithrix penicillata* (É. Geoffroy, 1812) introduzidos em fragmento urbano da Ilha de Santa Catarina, Brasil. In: *A Primatologia no Brasil*, F. C. Passos and J. M. D. Miranda (eds.), pp.161–170. Sociedade Brasileira de Primatologia, Curitiba.

Notes to Contributors

Scope

The journal aims to provide a basis for conservation information relating to platyrrhine monkeys. 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 the language of the manuscript submission should have their manuscripts carefully reviewed by a native speaker. To submit a manuscript on-line, please register at <https://primate.socgen.ucla.edu/index.php/multivitaminic/user/register> or you can send your contribution 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). An abstract in the local Indigenous language relevant to the study may also be included. 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 by the editors only. 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 color 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) standard 4°36'19.1"N, 74°3'20.7"W or DD (Decimal Degrees) 4.605306, -74.055750.

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 information on projects, field sites, courses, theses or dissertations recently defended, recent publications, awards, events, activities of Primate Societies, etc. to Brenda Solórzano brenda_solorzano@yahoo.com.mx.

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

Muckenhirn, 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 Doutoramento" 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.

Neotropical Primates
A Journal and Newsletter of the IUCN SSC Primate Specialist Group
Vol. 30(1), July 2024

Contents

Introdução pela editora convidada dessa edição especial Congresso Brasileiro de Primatologia (CBPr) SINOP da <i>Neotropical Primates</i> Cauê Monticelli, Amanda A. de Moraes, Mara C. Marques 1	
Articles	
Long-term Data on the Reproduction, Seasonality and Longevity of a Captive Population of Black Lion Tamarins (<i>Leontopithecus chrysopygus</i>) for Ex Situ Conservation Pierre Giraud, Criss Quispe-Saenz, Raul Bello 12	
<i>Cebus unicolor</i> (Spix, 1823) (Cebidae, Primates), A Vulnerable Species in an Anthropized Igapó Forest, Açutuba, Central Amazonia, Brazil Alessandro Rocha, Adrian A. Barnett, Wilson R. Spironello 21	
The Last Surviving Population of <i>Cacajao ouakary</i> (Spix, 1823) (Pitheciidae, Primates) in an Igapó Forest in the Manaus Metropolitan Region, Central Amazonia, Brazil Alessandro Rocha, Adrian A. Barnett, Wilson R. Spironello 28	
Update to the Geographical Distribution of <i>Sapajus nigritus cucullatus</i> (Spix, 1823) in Southern Brazil Daniel Vilasboas Slomp, Gabriela Ludwig, Gerson Buss, Rodrigo Cambará Printes, Vanessa Barbisan Fortes, Luciana Gosi Pacca, Márcia Maria de Assis Jardim 37	
Hematological Parameters of Captive Capuchin Monkeys (<i>Sapajus libidinosus</i> and <i>S. apella</i>) Illegally Kept in Homes in Northeast Brazil Naylê Francelino Holanda Duarte, Gabriele Vitor de Andrade, Katariny Michelle de Araújo, Pinheiro Tavares, Victoria Forte Viana, Patrícia Pereira Lima Barbosa, Bruna Holanda Duarte, Walber Feijó de Oliveira, Jorg Heukelbach, Renata Gonçalves Ferreira 48	
@OPERACAOSAPAJUS: Análise do engajamento nas redes sociais Júlio César Nascimento de Oliveira, Talita Maria Macedo Damasceno, Vitória Fernandes Nunes, Renata Gonçalves Ferreira 59	
Condicionamento Operante em Bugios-ruivos (<i>Alouatta guariba</i>) Sob Cuidados Profissionais no Centro de Pesquisas Biológicas de Indaial – SC (Projeto Bugio / CEPESBI) Ruan Jupiaruma dos Santos Scharf, Aline Nassa Dada, Sheila Regina Schmidt Francisco, Carlos Roberto de Oliveira Nunes, Zelinda Maria Braga Hirano 68	
Short Articles	
Teste de Aparato de Sondagem para Experimento de Campo com Macacos-prego (<i>Sapajus</i> spp.) Andrews Michel Fernandes Oliveira Nunes, Tiago Falótico 81	
A Case of Maternal Infanticide in the Black Tufted-ear Marmoset <i>Callithrix penicillata</i> (Primates: Callitrichidae) Andrews Michel Fernandes Oliveira Nunes, Tiago Falótico 88	