

Biodiversidade
Brasileira
Revista Científica

ISSN 2236 2886

Ano 14 – Número 1 – 2024



Davi Hinncands de Oliveira

Fluxo Contínuo

Editores:

Onildo João Marini Filho, ICMBio

Fernanda Oliveto, ICMBio



ICMBio
INSTITUTO CHICO MENDES
MMA

v. 14 n. 1 (2024)

Edição Fluxo Contínuo

Editor-chefe

Onildo João Marini Filho

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

Coeditora-chefe

Cecília Cronemberger de Faria

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

Editora-assistente

Fernanda Oliveto

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

Conselho editorial

Em processo de renovação

Editores convidados

Daniel Kantek

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

Keila Rego Mendes

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

Editor de layout

Denys Márcio de Sousa

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

Editora de textos em Língua Portuguesa

Fernanda Oliveto

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

Estagiária da revista

Mariana Soares Aragão Miranda

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

Avaliadores da edição

Afonso Henrique Leal

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

Alessandra Rezende Pereira

Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG)

Aloísio José Bueno Cotta

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Bruno Dantas Muniz de Brito

Universidade Estadual de Roraima (UERR)

Carolina Carvalho Cheida

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

Cesar Koppe Grisolia

Universidade de Brasília (UnB)

César Oliveira Liesner

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias (CCAEE)

Chiara Bragagnolo

Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

Christine Steiner São Bernardo

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)

Cláudia Silva Barbosa

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

Cleide Rezende Souza

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

Danielle Paludo

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

Emmanuel Messias Vilar Gonçalves da Silva

Secretaria de Educação de Pernambuco (SEPE)

Erich Arnold Fischer

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

Elizabete Captivo Lourenço

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Francesca Belem Lopes Palmeira

Fundação de Apoio Institucional ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FAI UFSCar)

Fred Victor de Oliveira

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Guilherme Siniciato Terra Garbino

Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Gustavo Lima Urbieta

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Jhennifer da Silva Pereira

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

Lays Cherobim Parolim

Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)

Leticia Gomes

Universidade de Brasília (UnB)

Marcelo Leandro Brotto

Museu Botânico Municipal de Curitiba

Nilamon de Oliveira Leite

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

Paulo Adriano Dias

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

Renata Bocorny Azevedo

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

Renato Hiroshi Torigoi

RH Torigoi Consultoria

Ricardo Dias

Universidade de São Paulo (USP)

Rodrigo Souza Santos

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Centro de Pesquisa Agroflorestal (CPAFAC)

Roselany de Oliveira Corrêa

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)

Valeria dos Santos Moraes Ornellas

Universidade Federal do Pará, Faculdade de Etnodiversidade (UFPA)

Willian Ricardo Da Silva Fernandes

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)





Report of the Common Vampire Bat (*Desmodus rotundus*) Preying Upon Capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*)

Thais Aparecida Soinski¹

 <https://orcid.org/0000-0003-4147-0212>

Renan Henrique Bernardo¹

 <https://orcid.org/>

Lúcio Antônio Stefani Pinheiro¹

 <https://orcid.org/0000-0003-0116-7630>

Marta Severino Stefani¹

 <https://orcid.org/0000-0002-9703-6426>

Daiane Elen Cavallari¹

 <https://orcid.org/>

Beatriz Regina Rodrigues Carvalho^{1,2}

 <https://orcid.org/0000-0003-0529-6712>

Beatriz Carine Gazzola Prieto^{1,2}

 <https://orcid.org/>

Welber Senteio Smith^{1,2,3,*}

 <https://orcid.org/0000-0001-9803-7394>

* Contato principal <welber_smith@uol.com.br>

¹ Universidade Paulista/UNIP, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional de Ecossistemas/LEEF, campus Sorocaba, Av. Independência, 210, Éden, Sorocaba/SP, Brasil. CEP: 18.087-101. <thaissoinski@outlook.com, ree_bernardo@hotmail.com, lucioaspinheiro@gmail.com, ma_stefani@hotmail.com, daianecavallari@gmail.com, beatriz_mega@hotmail.com, beatriz.carineprieto@gmail.com, welber_smith@uol.com.br>.

² Universidade Paulista/UNIP, Programa de Pós-Graduação em Patologia Ambiental e Experimental, Rua Doutor Bacelar, 1212, São Paulo/SP, Brasil. CEP: 04.026-002. <beatriz_mega@hotmail.com, beatriz.carineprieto@gmail.com, welber_smith@uol.com.br>.

³ Instituto de Pesca/APTA, Secretaria da Agricultura e Abastecimento, Governo do Estado de São Paulo, Av. Conselheiro Rodrigues Alves, 1252, Moema, São Paulo/SP, Brasil. CEP: 04.014-002. <welber_smith@uol.com.br>.

Recebido em 30/11/2022 – Aceito em 17/11/2023

Como citar:

Soinski TA, Bernardo RH, Pinheiro LAS, Stefani MS, Cavallari DE, Carvalho BRR, Prieto BCG, Smith WS. Report of the common vampire bat (*Desmodus rotundus*) preying upon capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Biodivers. Bras. [Internet]. 2024; 14(1): 1-7. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i1.2357

Keywords:

Foraging behavior; Chiroptera; hematophagy.

ABSTRACT – When evaluating different groups of capybaras in areas along the Paraíba do Sul river, in the municipality of São José dos Campos, an individual of *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy, 1810) was recorded through photos and videos preying upon a capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Different reports of the interaction of this species with tapirs, wild deer, wild pigs, wild boars, cattle, and horses are observed, but with the capybara, only one mention was found in Anchieta Island/SP, and Brazil. In addition to staying under the capybara's paws to feed, the vampire bat was also seen jumping along the ground in an attempt to follow the individual and licking the blood on just one of its paws when it stopped feeding. The population density of *D. rotundus* is generally high in areas with domestic animals, especially cattle. Land use change has converted natural ecosystems into grasslands, which may have increased vampire bat populations due to the abundance of prey. The increase in populations of capybaras in urban areas in recent decades may increase populations of hematophagous bats, requiring further studies of this interaction, in addition to verifying the risk of rabies cases, taking into account domestic animals and humans that share the same areas.



Relato do morcego vampiro comum (*Desmodus rotundus*) predando capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*)

Palavras-chave:

Comportamento alimentar;
Chiroptera; hematofagia.

RESUMO – Ao avaliar diferentes grupos de capivaras em áreas ao longo do rio Paraíba do Sul, no município de São José dos Campos, um indivíduo de *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy, 1810) foi registrado através de fotos e vídeos predando uma capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). São observados diferentes relatos da interação desta espécie com antas, veados, porcos selvagens, javalis, bovinos e cavalos, mas com a capivara apenas uma menção foi encontrada na Ilha Anchieta/SP e no Brasil. Além de ficar sob as patas da capivara para se alimentar, o morcego vampiro também foi visto pulando pelo chão na tentativa de seguir o indivíduo e lambendo o sangue de apenas uma das patas quando parava de se alimentar. A densidade populacional de *D. rotundus* é geralmente elevada em áreas com animais domésticos, especialmente bovinos. A mudança no uso da terra converteu ecossistemas naturais em pastagens, o que pode ter aumentado as populações de morcegos hematófagos devido à abundância de presas. O aumento das populações de capivaras em áreas urbanas nas últimas décadas pode aumentar as populações de morcegos hematófagos, necessitando de mais estudos dessa interação, além da verificação do risco de casos de raiva, levando em consideração animais domésticos e humanos que compartilham as mesmas áreas.

Informe del murciélago vampiro común (*Desmodus rotundus*) depredando el carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*)

Palabras clave:

Comportamiento alimentario;
Chiroptera; hematofagia.

RESUMEN – Al evaluar diferentes grupos de carpinchos en áreas a lo largo del río Paraíba do Sul, en el municipio de São José dos Campos, se registró a través de fotografías y videos un individuo de *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy, 1810) depredando un carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Se observan diferentes reportes de interacción de esta especie con dantas, venados silvestres, cerdos silvestres, jabalíes, bovinos y equinos, pero con el carpincho solo se encontró una mención en Isla Anchieta/SP y Brasil. Además de permanecer bajo las patas del carpincho para alimentarse, también se vio al murciélago vampiro saltando por el suelo en un intento de seguir al individuo y lamiendo la sangre de solo una de sus patas cuando dejó de alimentarse. La densidad de población de *D. rotundus* es generalmente alta en zonas con animales domésticos, especialmente ganado. El cambio de uso de la tierra ha convertido los ecosistemas naturales en pastizales, lo que puede haber aumentado las poblaciones de murciélagos vampiros debido a la abundancia de presas. El aumento de las poblaciones de capibaras en zonas urbanas en las últimas décadas puede aumentar las poblaciones de murciélagos hematófagos, lo que requiere mayores estudios de esta interacción, además de verificar el riesgo de casos de rabia, teniendo en cuenta animales domésticos y humanos que comparten las mismas áreas.

Introduction

Desmodus rotundus (E. Geoffroy, 1810), known as the common vampire bat, has a wide distribution in Latin America, one of the three hematophagous bats[1]. In Brazil, this species is registered in almost all states, occurring in forested, semi-arid areas and environments with a significant anthropic alteration. The species has a strictly hematophagous diet[2], with vampire bats having a wider geographic distribution. It uses wild mammals, and in the absence of these in urban or rural areas, it can prey on domestic birds and mammals[3].

This species of bat can prey on an animal per night or visit the same animal on consecutive nights, feeding on the blood of its host through the inoculation of its prey, followed by the release of the anticoagulant present in its saliva, thus allowing the constant blood flow, where the animal stays close to the wound and licks the bleeding wounds[4]. The anticoagulant in its saliva makes it difficult for the wound to heal, causing the animal to lose a large amount of blood[5]. *D. rotundus* is nocturnal and inhabits caves and forest areas; they are not limited to a single perch, but can involve several other perches, the main one being the harem (with a predominance of females and few dominant males) and several perches with single males around them[6].

Among 1460 species of Chiroptera already recorded, only *D. rotundus*, *Diaemus youngi*, and *Diphylla ecaudata* are exclusively hematophagous[7]. Chiropterans are efficient in their flight; however, they are clumsy and inefficient when on the ground, except the vampire bat *D. rotundus*, which efficiently lands near the target mammal and uses its four limbs as a quadruped and, with small quick jumps, reaches its feeding target[8]. The common vampire bat can transmit the rabies virus to mammals, such as domestic livestock, as these are a more predictable feeding source than wild animals[9].

This disease causes a proper description of the RABV pathogenesis of the affected animals, frequently affecting animals from rural areas and wild mammals in a natural environment[9][10]. The purpose of this note is to describe the ecological interaction between *D. rotundus* (vampire bat) and *Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766) (capybara), based on the assumption that the interaction between these two animals is rarely seen and recorded.

Material and Methods

Study area

The city of São José dos Campos is located in the metropolitan region of Vale do Paraíba and is 90 km away from São Paulo. The municipality has a geographical area of approximately 1,100 km²[11] with just over 620 thousand inhabitants according to the last census conducted by IBGE[12]. In 2020, a population diagnosis of capybaras was carried out in four areas of the municipality. The interaction between *D. rotundus* and *H. hydrochaeris* was recorded at the Parque da Cidade Roberto Burle Marx (study area 2), located in the center of São José dos Campos (Zone: 23, E 408909, S 747184) (Figure 1).

The park has a perimeter of 6.12 km and an area of 1.86 km². It is characterized by the following landscape elements: the presence of two lakes, one of which is smaller and the other main with arboreal vegetation in the surroundings composed of areas of a regenerated forest; an artificial island in the center of the main lake with tree and shrub vegetation, including native and exotic tree species, in addition to an extensive lawn area that is used for various activities such as leisure, picnics, sports, foraging area for some animals, including capybaras. The ecological density of capybaras in this area is around 18.27 ind ha⁻¹ according to the diagnosis made by authors in 2020.

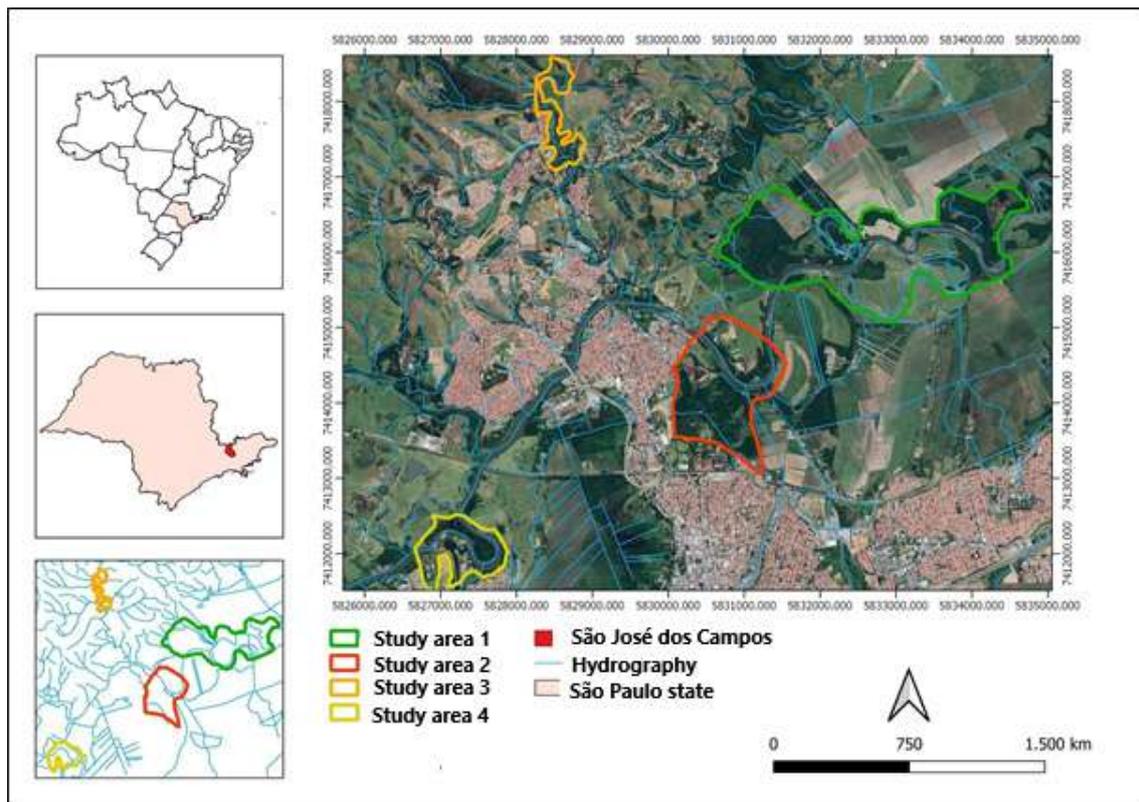


Figure 1 – Study area with the delimitation of study area 2, where interaction (spoliation) between *D. rotundus* and *H. hydrochaeris* was detected.

Methodology

The methodology used to obtain this encounter was the active search where transects were covered in the park area totaling 120 hours of sampling effort; this activity can be used for other groups besides mammals, which is a generalist technique, allowing finding species with both diurnal and nocturnal habits, which can be randomly or unexpectedly linear, as was performed in this study [13]. The records were obtained through cameras with photos and videos of the interaction between the vampire bat and the capybara.

Results

The interaction of an individual from *D. rotundus* with *H. hydrochaeris* (Figure 2) was recorded in the coordinates Zona 23K E 408909, S 747184, at Parque da Cidade Roberto Burle Marx, on July 10, 2020, at night, coinciding with the foraging period of the two species. In the record, the vampire bat followed the capybara, jumping between its paws under the ground to feed on the blood dripping from the animal's rear paw; the bat skillfully avoided being trampled. When the capybara stopped to forage the vampire bat, it stopped feeding on the blood dripping from the capybara's paw and remained so until it started moving again.



Figure 2 – *D. rotundus* feeding on the blood of an individual of *H. hydrochaeris*.



Figures 3 and 4 – Vampire bat following the capybara and jumping between its paws along the ground.

Discussion

D. rotundus, as well as the other species belonging to the group that feeds exclusively on blood[14], benefit from the existing capybaras in the park, in an opportune act, considering that they have diurnal to nocturnal habits, being an easy target for the predator. As a consequence, It can bring economic losses in cattle raising[15], as well as in domestic pets and, consequently, the people who live around, due to the fact to are considered a potential

transmitter of rabies virus[16] since hematophagous bats have a high adaptability to urban and disturbed environments, which have an easy food source close to their roost[17].

The observed behavior of the bat in the act of predation is quite curious, as it uses very unconventional methods to obtain its food, as previously described by several authors such as Uieda[14] and Pereira[22], low-flying, quadrupedal way of walking on the ground and often on the victim's back, capable of jumping and flying off the

ground, with well-developed thumbs, which facilitates their locomotion on the ground, methods observed when around the capybara that did not even feel the presence of the predator, thus not using defense methods.

In the first record between *D. rotundus* and *Tapirus terrestris*, in an area of the Atlantic Forest (north of Espírito Santo) in 2015, in this case, the tapir seemed to perceive the bat's attack attempts and tried to dodge, as demonstrated by the records obtained by traps photographs[18]. In the case of the individual reported in this study, he presented a different behavior, not showing discomfort with the presence of the bat. Other records were obtained from photographic traps with interactions between *D. rotundus* and other prey, such as *Priodontes maximus*[19], *Mazama americana*, *Pecari tajacu*[7] and *Sus scrofa*[2].

Like the domestic animals that *D. rotundus* typically preys upon, the capybaras found in the study area are animals used to human presence because they are located in a public park, which is very popular with the population. The fact that these animals are considered docile may be one of the assumptions by which the capybara was preyed on because despite being in a region where there are also domestic animals, including cattle, capybaras are accessible to bats due to the delimited area in which they are found, as well as being in large numbers. The population of capybaras in the Roberto Burle Marx Park (Parque da Cidade) is around 15 individuals, in a group composed of adults, juveniles, and calves, which have food available and are relatively protected, making these animals remain residents of the Park, and the relatively large group may be a determining factor for the presence of the bat.

Therefore, the increase in capybara populations in urban areas in recent decades[20] may increase the populations of hematophagous bats, requiring further studies of this interaction, in addition to verifying the risk of rabies cases, taking into account the domestic animals and humans that live in the same areas. The sharing of habitats of the human species with wild animals can lead to cases of hematophagy in humans and transmission of rabies. With that in mind, more detailed studies of these interactions as well as the monitoring of these areas, such as the Parque da Cidade in São José dos Campos, should be effective, as rabies is common in humans and other mammals and has been proven to be transmitted by *D. rotundus*[21][22].

Conclusion

This study reported the occurrence of this independent event between the common vampire bat and the capybara can be described as little seen and recorded, assuming that the interaction with the capybara was mentioned only once in Anchieta Island/SP, Brazil. Interactions between *D. rotundus* (vampire bat) and other mammals have already been observed and reported in several publications, but this is the first record of this species feeding on an individual of *H. hydrochaeris* (capybara), and it was observed in person. The diet of the bat in question is primarily associated with domestic animals, and attacks on these animals may even occur, as already recorded by Mialhe[21] who reported attacks on cattle and horses.

References

1. Ito F, Bernard E, Torres RA. What is for Dinner? First Report of Human Blood in the Diet of the Hairy-Legged Vampire Bat *Diphylla ecaudata*. *Acta Chiropterologica*. 2016 December; 18(2): 509.
2. Galetti M, Pedrosa F, Keuroghlian A, Sazima I. Liquid lunch – vampire bats feed on invasive feral pigs and other ungulates. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2016 November; 14(9): 505-6.
3. Hernández-Pérez EL, Castillo-Vela G, García-Marmolejo G, López MS, Reyna-Hurtado R. Wild pig (*Sus scrofa*) as prey of the Common Vampire Bat (*Desmodus rotundus*). *Therya* [Internet]. 2019 January; 10(2): 195-9. Available from: <https://www.redalyc.org/journal/4023/402362668017/movil>
4. Scheffer KC, Barros RF, Iamamoto K, Mori E, Asano KM, Lima JYO et al. *Desmodus rotundus* – biología y comportamiento. *Open Science Research III* [Internet]. 2022; 505-29. Available from: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/220308371.pdf>
5. Voigt CC, Kelm DH. Host preference of the common vampire bat (*Desmodus rotundus*; Chiroptera) assessed by stable isotopes. *Journal of Mammalogy*. 2006 February; 87(1): 1-6.
6. Martins F, Ditchfield AD, Meyer D, Morgante J. Mitochondrial DNA phylogeography reveals marked population structure in the common vampire bat, *Desmodus rotundus* (Phyllostomidae). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*. 2007 November; 45(4): 372-8.
7. Zortéa M, Silva DA, Calaça AM. Susceptibility of targets to the vampire bat *Desmodus rotundus* are proportional to their abundance in Atlantic Forest fragments? *Iheringia*

- Série Zoologia [Internet]. 2018 November; 108: e2018037. Available from: <https://www.scielo.br/j/isz/a/KNqDfVsjqGsqr4cM9dVygrj/>
8. Riskin DK, Parsons S, Schutt WA, Jr Carter GG, Hermanson JW. Terrestrial locomotion of the New Zealand short-tailed bat *Mystacina tuberculata* and the common vampire bat *Desmodus rotundus*. *Journal of Experimental Biology*. 2006 May; 209(Pt 9): 1725-1736.
9. Rocha F, Dias RA. The common vampire bat *Desmodus rotundus* (Chiroptera: Phyllostomidae) and the transmission of the rabies virus to livestock: A contact network approach and recommendations for surveillance and control. *Preventive Veterinary Medicine* [Internet]. 2020 January; 174:104809. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167587719305987>
10. Corrêa MMO, Lazar A, Dias D, Bonvicino CR. Quirópteros hospedeiros de zoonoses no Brasil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia*. [Internet]. 2013; 67: 23-38.
11. Silva JE, Rosa MAG, Pacini AA. Evolução da emissão de monóxido de carbono associada à frota de veículos leves na cidade de São José dos Campos/SP, Brasil. *Revista Univa*. 22(39): 84-95.
12. Censo IBGE. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15/11/2020.
13. Pereira AC, Serra JCV. Dispositivos e equipamentos de monitoramento de herpetofauna, mastofauna e avifauna utilizados em pequenas centrais hidrelétricas (pchs) no estado do Tocantins. *Engenharia Ambiental* [Internet]. 2020; 9: 249-263.
14. Uieda W. Aspectos do comportamento alimentar das três espécies de morcegos hematófagos (Chiroptera, Phyllostomidae) [dissertação]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 1982. 166 f.
15. Acha PN, Alba AM. Perdas econômicas por *Desmodus rotundus*. In: *História natural dos morcegos vampiros*. CRC Press; 2018. P. 207-214.
16. Albas A, Souza EAN de, Picolo MR, Favoretto SR, Gama AR da, Sodrê MM. Os morcegos e a raiva na região oeste do Estado de São Paulo. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. 2011; 44(2): 201-5.
17. Gomes MN, Uieda W. Abrigos diurnos, composição de colônias, dimorfismo sexual e reprodução do morcego hematófago *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy) (Chiroptera, Phyllostomidae) no Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* [Internet]. 2004; 21: 629-38. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbzool/a/yfPJ6Pv5Q5cwHRVdbbJf5Dd/citation/?lang=pt>
18. Gnocchi AP, Srbek-Araujo AC. Common vampire bat (*Desmodus rotundus*) feeding on lowland Tapir (*Tapirus terrestris*) in an Atlantic Forest remnant in southeastern Brazil. *Biota Neotropica*. 2017; 17(3).
19. Oliveira M. Potential feeding event of *Priodontes maximus* (Cingulata: Dasypodidae) by *Desmodus rotundus* (Chiroptera: Desmodontinae) in the Cerrado, Western Brazil. *Notas sobre Mamíferos Sudamericanos* [Internet]. Available from: https://www.academia.edu/114219378/Potential_feeding_event_of_Priodontes_maximus_Cingulata_Dasypodidae_by_Desmodus_rotundus_Chiroptera_Desmodontinae_in_the_Cerrado_Western_Brazil?uc-sb-sw=83804558
20. Almeida AMR, Biondi D. Estudo da paisagem e a ocorrência de capivaras (*Hydrochaerus hydrochaeris*) no Parque Municipal Tingui, Curitiba/PR. *Rev. Ci. Agra.*, [Internet]. 2011; 54(3): 280-9. Disponível em: <https://ajaes.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/365>
21. Mialhe PJ, Moschini LE. Controle populacional do morcego hematofago *Desmodus rotundus* e redução de ataques a herbívoros domésticos no município de São Pedro, São Paulo, Brasil. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*. [Internet]. 2016; 5(3): 238-251.
22. Pereira SN, Gitti CB, Cabral MMO. Análise da distribuição da região dos ferimentos provocados por morcegos hematófagos *Desmodus rotundus* (Geoffroy, 1810) em bovinos sob condições de campo. *Arquivos do Instituto Biológico* [Internet]. 2020; 77: 203-208.

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo

n.1, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaelectronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886





Compreendendo a ação do fogo nos ecossistemas brasileiros

Antonio Henrique Cordeiro Ramalho^{1*}

 <https://orcid.org/0000-0002-0037-5422>

* Contato principal

Nilton Cesar Fiedler²

 <https://orcid.org/0000-0002-3895-661X>

Henrique Machado Dias²

 <https://orcid.org/0000-0003-2217-7846>

Telma Machado de Oliveira Peluzio²

 <https://orcid.org/0000-0003-0462-9239>

Alexandre Rosa dos Santos²

 <https://orcid.org/0000-0003-2617-9451>

Fernanda Moura Fonseca Lucas²

 <https://orcid.org/0000-0002-3181-2568>

¹ Universidade Federal do Oeste do Pará/UFOPA, Instituto de Biodiversidade e Florestas, Santarém/PA. Brasil. CEP: 68.035-110. <henriquecr2012@hotmail.com>.

² Universidade Federal do Espírito Santo/UFES, Vitória/ES. Brasil. CEP: 29.075-910. <fiedler@cnpq.pq.br, henridias@yahoo.com.br, tmpeluzio@ifes.edu.br, alexandre.santos@pq.cnpq.br, fernanda.lucas@edu.ufes.br>.

Recebido em 14/12/2021 – Aceito em 30/10/2023

Como citar:

Ramalho AHC, Fiedler NC, Dias HM, Peluzio TMO, dos Santos AR, Lucas FMF. Compreendendo a ação do fogo nos ecossistemas brasileiros. Biodivers. Bras. [Internet]. 2024; 14(1): 8-25. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i1.2180

Palavras-chave:

Regime de fogo; incêndios florestais; ecossistemas dependentes do fogo; ecossistemas sensíveis ao fogo; Cerrado; Mata Atlântica.

RESUMO – Os incêndios florestais apresentam efeitos adversos ao planeta, como fragmentação florestal, perda de biodiversidade, poluição do ar e ameaça à vida e à saúde humana. No entanto, a ecologia do fogo atesta que o fogo é também um evento ecológico, dinâmico e indispensável para a sobrevivência de determinados ecossistemas. Devido a essa ambiguidade, esta revisão teve como objetivo sintetizar informações técnicas, literárias e científicas que auxiliem no entendimento das relações entre os ecossistemas e os incêndios florestais. Assim, foram abordados assuntos diretamente ligados à ecologia do fogo, como a dinâmica dos regimes de fogo, o comportamento do fogo, a relação entre os incêndios florestais e as emissões de carbono no Brasil. Mediante as informações compiladas, percebe-se que o fogo é indispensável para a sobrevivência de muitas fitofisionomias brasileiras existentes, principalmente no Cerrado, Pantanal e Pampa. Uma série de adaptações de espécies vegetais presentes em ambientes influenciados pelo fogo foram apresentadas. Também foi investigado o papel das variáveis no comportamento do fogo e como os incêndios estão relacionados às alterações climáticas. Estima-se que queimas não associadas ao desmatamento totalizaram 3,16 GtCO₂ de emissões imediatas entre 1990 e 2020, sendo um dos principais contribuintes para emissão de gases de efeito estufa. Diante desse contexto, esta revisão ressalta a importância do desenvolvimento de políticas públicas para efeitos de curto e longo prazo de maneira a popularizar a conservação e o uso sustentável do fogo em ecossistemas propensos a ação dele.



Understanding the action of fire in Brazilian ecosystems

Keywords:

Fire regime; forest fires; fire dependent ecosystems; fire-sensitive ecosystems; Cerrado; Atlantic Forest.

ABSTRACT – Forest fires have adverse effects on the planet, such as forest fragmentation, loss of biodiversity, air pollution and threat to human life and health. However, the Ecology of Fire attests that fire is also an ecological event, dynamic and indispensable for the survival of certain ecosystems. Due to this ambiguity, this review aimed to synthesize technical, literary and scientific information that help in understanding the relationships between ecosystems and forest fires. Thus, issues directly related to fire ecology were addressed, such as the dynamics of fire regimes, fire behavior, the relationship between forest fires and carbon emissions in Brazil. Based on the information compiled, it can be seen that fire is essential for the survival of many Brazilian phytophysiognomies that exist mainly in the Cerrado, Pantanal and Pampa. A series of adaptations of plant species present in environments influenced by fire were presented. The role of variables in fire behavior and how fires are related to climate change were also investigated. It is estimated that burns not associated with deforestation totaled 3.16 GtCO₂ of immediate emissions between 1990 and 2020, being one of the main contributors to greenhouse gas emissions. Given this context, this review emphasizes the importance of developing public policies for short and long-term effects in order to popularize the conservation and sustainable use of fire in ecosystems prone to fire.

Comprender la acción del fuego en los ecosistemas brasileños

Palabras clave:

Régimen de incendios; incendios forestales; ecosistemas dependientes del fuego; ecosistemas sensibles al fuego; Grueso; Bosque Atlántico.

RESUMEN – Los incendios forestales tienen efectos adversos en el planeta, como la fragmentación de los bosques, la pérdida de biodiversidad, la contaminación del aire y la amenaza a la vida y la salud humanas. Sin embargo, la Ecología del Fuego da fe de que el fuego es también un evento ecológico, dinámico e indispensable para la supervivencia de ciertos ecosistemas. Debido a esta ambigüedad, esta revisión tuvo como objetivo sintetizar información técnica, literaria y científica que ayude a comprender las relaciones entre los ecosistemas y los incendios forestales. Así, se abordaron cuestiones directamente relacionadas con la ecología del fuego, como la dinámica de los regímenes de fuego, el comportamiento del fuego, la relación entre los incendios forestales y las emisiones de carbono en Brasil. Con base en la información recopilada, se puede ver que el fuego es esencial para la supervivencia de muchas fitofisonomías brasileñas que existen principalmente en el Cerrado, Pantanal y Pampa. Se presentaron una serie de adaptaciones de especies vegetales presentes en ambientes influenciados por el fuego. También se investigó el papel de las variables en el comportamiento del fuego y cómo se relacionan los incendios con el cambio climático. Se estima que las quemaduras no asociadas a la deforestación totalizaron 3,16 GtCO₂ de emisiones inmediatas entre 1990 y 2020, siendo uno de los principales contribuyentes a las emisiones de gases de efecto invernadero. Dado este contexto, esta revisión enfatiza la importancia de desarrollar políticas públicas con efectos a corto y largo plazo para popularizar la conservación y el uso sostenible del fuego en ecosistemas propensos a incendios.

Introdução

O fogo é uma reação de decomposição induzida pelo calor, conhecida como pirólise química, causada pela combinação sinérgica entre fonte de energia,

comburente (oxigênio) e material combustível[1][2]. Em um contexto prático, pode ser considerado como uma ferramenta indispensável para a sobrevivência e manutenção da Terra, sendo um componente modelador da paisagem e dos processos ecológicos

de alguns ecossistemas, mas que atua também como um dos mais devastadores distúrbios ambientais do planeta, os incêndios florestais[3][4].

Antes de apresentar efeitos positivos e negativos do fogo, é importante elucidar que há diferenças entre o uso do fogo para manejo agrícola de forma controlada e os incêndios florestais. As queimas controladas raramente conferem alto grau de risco a uma comunidade ou ecossistema; já os incêndios florestais são definidos como todo evento de fogo que incide em áreas cobertas por vegetação, proveniente de ações antrópicas ou naturais, que fogem do controle[5][6]. São eventos periodicamente recorrentes no mundo e são considerados como um dos maiores fatores de degradação de ecossistemas naturais, devido ao seu elevado poder destrutivo e dificuldade de combate[7][8].

Diante desse cenário, os incêndios florestais apresentam muitos efeitos adversos ao planeta, tais como a fragmentação florestal, perda de biodiversidade, aumento da taxa de erosão e de poluição do ar, e ameaça à vida e à saúde humana[4][5][9]. Apesar da notoriedade dos riscos associados aos incêndios florestais, os avanços científicos acerca do entendimento da interação do fogo com os ecossistemas têm alterado, de maneira significativa, as perspectivas dos novos estudos sobre o tema[4][10–13].

Bases de dados científicos que antes eram abastecidos, majoritariamente, com pesquisas focadas no poder destrutivo dos incêndios, agora dividem espaço com análises baseadas nas premissas de que o fogo também é uma força ecológica, dinâmica e indispensável para a sobrevivência de determinados ambientes[11–15]. Essa visão da relação do fogo com o meio biótico tem sido viabilizada pela ecologia do fogo, que é um ramo da ciência que estuda a sua dinâmica nos ecossistemas, sendo adaptados ou não à sua ocorrência, com o objetivo de determinar as maneiras pelas quais o fogo afeta os organismos e os processos ecológicos[12].

Com o passar dos anos, os ecólogos passaram a tratar o fogo como um evento que influencia diretamente a modelagem dos ambientes, considerando os regimes de incidência em cada nível de organização biológica, seja em populações, comunidades ou ecossistemas[16]. Diante desse cenário, estudos sobre comportamento do fogo são fundamentais para compreender as implicações para recuperação e restauração de ambientes afetados por

incêndios[17]. Caso não sejam conhecidas as causas e a forma como o fogo pode agir em determinados cenários, as gestões de áreas naturais são afetadas, podendo acarretar consequências até mesmo para ambientes pirodiversos.

Dado o fato de que a ecologia do fogo ser uma ciência emergente frente aos demais segmentos científicos acerca do fogo, esta revisão tem como objetivo principal a síntese de informações técnicas, literárias e científicas que auxiliem no entendimento das relações entre os ecossistemas brasileiros e os incêndios florestais. Para tal, serão abordados: a dinâmica e as adaptações dos ecossistemas aos regimes de fogo; o comportamento do fogo; e a relação entre os incêndios florestais e as queimas prescritas com as emissões de carbono.

Desenvolvimento

A dinâmica dos regimes de fogo

Inicialmente, “regime de fogo” era um termo utilizado pelos ecólogos e gestores para unificar informações acerca das características e dimensões da ocorrência de incêndios florestais em uma área ou ecossistema em particular[18]. Porém, com o passar dos anos, diversos pesquisadores sentiram a necessidade de considerar o papel ecológico e econômico dos incêndios, o que culminou com a atualização da lista de parâmetros e dos significados incluídos nas definições de regime do fogo[18]. A partir disso, o termo tem sofrido alterações e atualizações à medida que novos estudos surgem. Atualmente, um conceito consideravelmente difundido e utilizado pela comunidade acadêmica é de que o regime do fogo é o conjunto de características e padrões de ocorrência de incêndios florestais relacionados a frequência de ocorrência, tamanho, tipo, sazonalidade, intensidade e severidade das chamas[19–21].

Cada ecossistema apresenta um padrão de regime do fogo distinto, haja vista que cada ambiente possui suas particularidades quanto à composição e estrutura vegetal, às condições climáticas e fontes de ignição[22]. Essas variáveis proporcionam divergências espaço-temporal na ocorrência de incêndios, definindo, assim, os regimes de fogo. Os incêndios são diretamente ligados às individualidades bióticas e abióticas, de modo que os regimes influenciam nas características do meio e vice-versa[12][22].

Quadro 1 – Glossário de termos relacionados ao regime de fogo.

Termo	Definição
Frequência	Número de incêndios que ocorreram em uma área em um dado período
Intensidade	Magnitude com que as chamas atingem a vegetação
Sazonalidade	Época do ano em que ocorre o incêndio
Tamanho	Extensão espacial do incêndio
Tipo	Classificação dos incêndios com base no seu grau de envolvimento em cada estrato combustível florestal (subterrâneo, superficial ou de copa)
Severidade	Nível do impacto causado pelo incêndio na área

Fonte: [19–21]

As alterações nos regimes de fogo influenciam diretamente nas características ambientais do ecossistema, modificando toda estrutura e composição da vegetação de uma determinada área, em escala local ou regional[19][23]. Para melhor entender a interação entre o fogo e os ecossistemas, [24] criaram três grandes grupos:

- **Ecossistemas independentes do fogo:** nesses ambientes, as ocorrências de fogo são muito raras, devido às condições climáticas desfavoráveis ou à escassez de biomassa para continuidade do fogo. No Brasil, podemos citar como exemplo a Caatinga.
- **Ecossistemas dependentes do fogo:** são ambientes propensos ao fogo e inflamáveis; a maior parte das espécies presentes coevoluíram com a passagem do fogo e, portanto, desenvolveram mecanismos para sobreviver e se beneficiar desses eventos. Estão distribuídos em todo globo, sendo exemplos brasileiros o Cerrado, Pampa e Pantanal.
- **Ecossistemas sensíveis ao fogo:** o fogo nesses ecossistemas proporciona alta taxa de mortalidade, uma vez que a maioria de suas espécies não apresentam adaptações favoráveis a passagem desses eventos. Sendo assim, os incêndios podem interromper os processos ecológicos, eliminando alguns indivíduos ou erradicando espécies que não evoluíram sob essa força seletiva. As florestas tropicais como a Amazônia e a Floresta Atlântica são exemplos brasileiros.

Dentre as ecorregiões avaliadas no estudo de [24], aproximadamente 46% são caracterizadas como dependentes e precisam ser queimadas sob um

regime de fogo. As demais ecorregiões correspondem a 36% de ambientes sensíveis ao fogo e 18% como independentes do fogo. É importante elucidar que nenhum bioma apresenta vegetação com sensibilidade única ao fogo, já que são constituídos por diferentes fitofisionomias. Mosaicos de vegetações sensíveis estão presentes em ambientes dependentes, assim como manchas de ambientes pirofíticos podem estar presentes em matrizes sensíveis[25].

Incêndios florestais em ecossistemas brasileiros dependentes do fogo

No Brasil, os ecossistemas dependentes do fogo são formados por fitofisionomias como campos e savanas presentes principalmente no Cerrado, Pampa e Pantanal[25]. No entanto, essas fitofisionomias também estão dentro de florestas tropicais, como os campos sulinos na Floresta Atlântica. Cerca de 5% do bioma Amazônia é formado por manchas de savanas e campinaranas (Figura 1), também influenciadas pelo fogo[26][27].

Em ambientes dependentes do fogo, as ocorrências de incêndios florestais (quando o regime de fogo está regulado com as potencialidades e necessidades do ambiente) podem apresentar benefícios[25][28]. Nesses ambientes, compostos especialmente por vegetação rasteira, o fogo consome os tecidos finos e inflamáveis das gramíneas rapidamente, de maneira que as plantas e os vertebrados não sofram danos muito severos. Além disso, o isolamento térmico fornecido pelo solo desses ambientes não permite que o calor gerado pelos incêndios penetre na camada subsuperficial do solo; assim, as sementes e outras estruturas vegetais

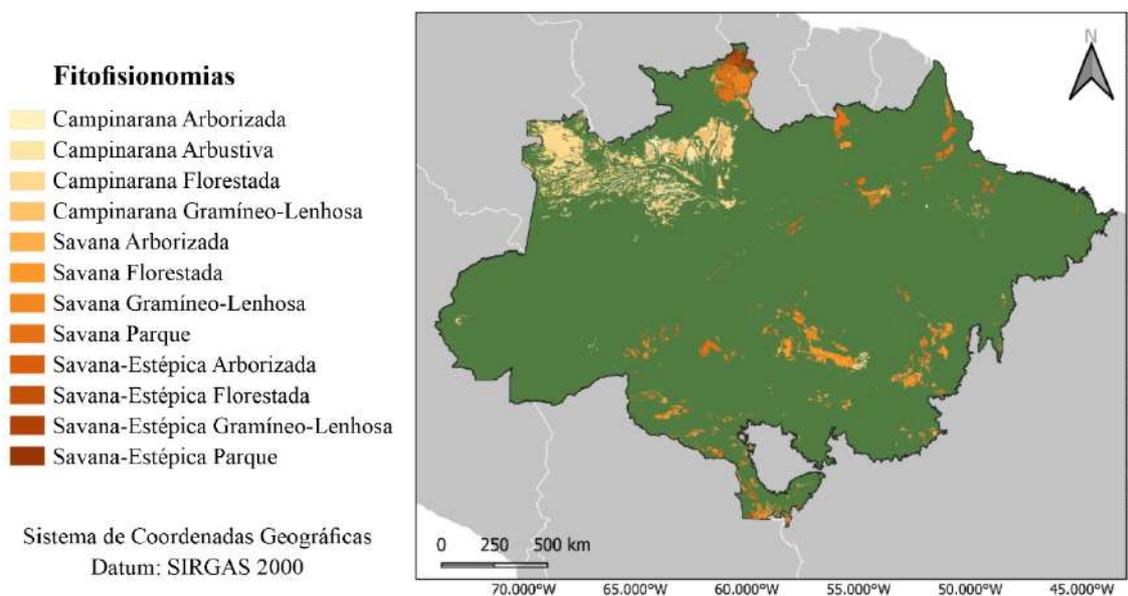


Figura 1 – Distribuição das fitofisionomias amazônicas influenciadas pelo fogo.

ativas enterradas não são destruídas e as plantas podem voltar a brotar, logo após a passagem das chamas[25].

Registros filogenéticos da flora endêmica do Cerrado indicam que as diferentes linhagens começaram a se diversificar há aproximadamente 10 milhões de anos. Nesse mesmo período, foi impulsionado o surgimento das gramíneas C4 (plantas que, através do mesófilo, capturam o CO₂ e o transformam em compostos com quatro carbonos, que as permite economizarem água e crescerem melhor em ambientes quentes e secos) altamente suscetíveis a incêndios[29]. Essas evidências mostram que algumas das espécies do Cerrado tiveram que desenvolver mecanismos para suportarem ou se beneficiarem dos efeitos das chamas decorrentes dos incêndios florestais[30]. Parte superior do formulário No entanto, é importante salientar que as adaptações foram desenvolvidas para cenários de regime natural do fogo, diferentemente da realidade atual em que os incêndios estão cada vez mais frequentes e intensos devido às atividades antrópicas, podendo, nessas circunstâncias, comprometer a resiliência e a biodiversidade do bioma[31].

A seguir são apresentadas características adaptativas que podem estar presentes em espécies de ambientes dependentes e influenciados pelo fogo:

- **Sistema radicular:** nesses ambientes, as raízes tendem a ser mais espessas e alongadas.

Essas adaptações são destinadas ao acúmulo de reservas e captação de água, que auxiliam na rebrota pós fogo[32]. No Cerrado, a biomassa subterrânea pode representar até 70% de toda biomassa vegetal existente[33]. Várias espécies de ambientes dependentes do fogo possuem sistemas subterrâneos com amplo tecido de armazenamento de carboidratos, possibilitando novas brotações após a passagem do fogo. Sistemas subterrâneos bem desenvolvidos podem ser observados em diversas espécies, como *Andira humilis* Mart. ex Benth. (Fabaceae) e espécies do gênero *Homalolepis*;

- **Casca:** o regime de fogo explica boa parte da variabilidade da espessura da casca em escala global. Cascas mais espessas funcionam como isolante térmico (súber) para proteger os tecidos vivos das plantas. O grau de isolamento térmico pela casca é proporcional à sua espessura e age protegendo o xilema, floema e tecidos meristemáticos[34]. Embora a maioria das árvores do Cerrado possuam casca grossa, os pequenos indivíduos são suscetíveis às altas temperaturas por não possuírem um isolamento ainda tão eficaz. [35] determinou uma espessura mínima de casca de 6 a 8 mm para proteção efetiva do tecido cambial. Brotos apicais também podem ser protegidos por catafilos densos e pilosos;

- **Redistribuição hormonal:** a rápida redistribuição hormonal é uma adaptação de plantas existentes em ambientes dependentes. Alterações metabólicas nos teores de fitohormônios como auxinas são observadas

após a passagem do fogo e favorecem o desenvolvimento de gemas laterais dormentes, sendo uma das explicações para a arquitetura tortuosa existente em árvores de savanas (30) (Fig. 2).

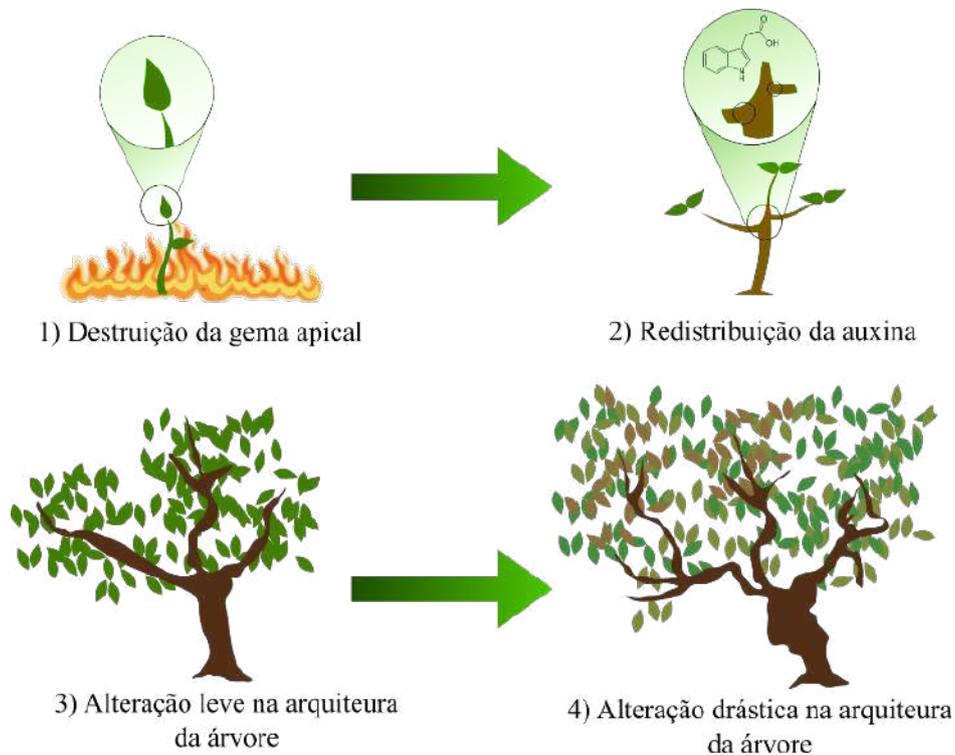


Figura 2 – Influência dos incêndios florestais sobre a arquitetura das árvores do cerrado.
Fonte: (30).

- **Folhas:** há espécies de ecossistemas dependentes/influenciados pelo fogo que apresentam espessa camada de cutícula foliar, assim como acomodação dos estômatos na parte abaxial das folhas e um revestimento epidérmico composto por tricomas. Todas essas adaptações visam reduzir a perda de água evitando estresse hídrico e que as folhas se tornem mais inflamáveis. Além disso, algumas espécies possuem folhas dispostas em rosetas compactas, que formam um reservatório que pode reter água conhecido como fitotelmos, como a *Aechmea phanerophlebia*[36].
- **Sementes:** muitas espécies desenvolveram dormência física para sobreviver às condições adversas do meio e acabam por se beneficiar

da passagem do fogo. No entanto, a superação de dormência física por meio do fogo é uma característica bem relatada para espécies de ambientes dependentes do mediterrâneo, sendo ainda pouco compreendida para espécies do Cerrado[37]. Basicamente quando o calor dos incêndios incide sobre as sementes, fissuras no tegumento podem ser criadas permitindo a penetração de água e conseqüente estímulo germinativo (Fig. 3). Paralelamente, muitos estudos têm relatado o estímulo da germinação e do crescimento de plântulas por meio da fumaça de combustão e seus compostos químicos. A fumaça proveniente dos incêndios pode liberar gases como etileno e amônia que favorecem a permeabilidade do tegumento.

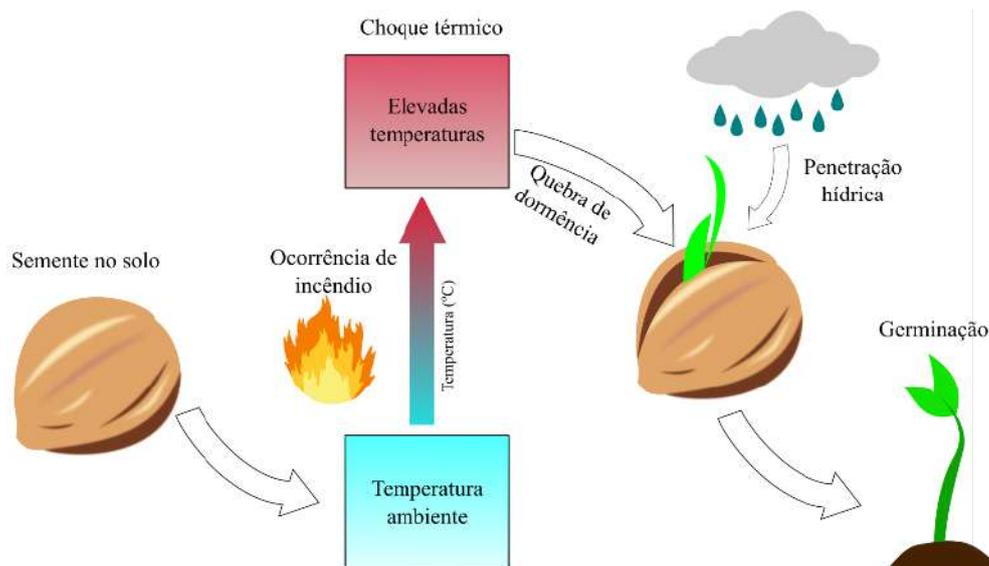


Figura 3 – Influência dos incêndios na superação de dormência vegetal.
Fonte: (30).

- **Flores:** muitas plantas parecem apresentar relação com fogo para a reprodução sexuada, e uma floração intensa pode ser observada alguns dias ou semanas após incêndios para muitas espécies do estrato herbáceo em ambientes dependentes do fogo[38]. A passagem das chamas estimula a floração e proporciona um sincronismo entre populações favorecendo a polinização cruzada[39], analisando a resposta da floração de 402 espécies do Cerrado em cenário pós-fogo, encontraram que 267 das espécies são estimuladas pelo fogo, 73 são dependentes do fogo, enquanto apenas 11 de todas as espécies são sensíveis ao fogo. A rápida resposta após a passagem do fogo é possível devido às reservas de amidos e frutoses, que permitem que os indivíduos aloquem esses recursos para reprodução.

Muitas dessas características também são vantajosas para sobreviver à seca, geada ou herbivoria[40] e, apesar de diversas espécies de ecossistemas dependentes apresentarem adaptações e relações benéficas com a passagem do fogo, é importante ressaltar que não são todas que possuem esses mecanismos. Dessa forma, as espécies que não apresentam mecanismos adaptativos são influenciadas negativamente pelos incêndios, podendo perder componentes vegetativos importantes para o seu desenvolvimento e, até mesmo, atingir a mortalidade. Além disso, ao ganhar tais adaptações,

as espécies vegetais desses ambientes podem ter perdido características para lidar com outros cenários, como a tolerância à sombra e o crescimento rápido para competir por luz[40].

Outro ponto a ser observado em ecossistemas dependentes é que a exclusão do fogo pode resultar em altas taxas de acúmulo de material combustível e, conseqüentemente, no fortalecimento da severidade do fogo[41]. No Brasil, a “política de fogo zero” do Cerrado resultou em frequentes (intervalo de retorno do fogo de 2 a 5 anos) e grandes incêndios florestais (geralmente > 50.000 ha)[42]. Nesse bioma, a distribuição esparsada das árvores e arbustos faz com que mais espécies herbáceas se desenvolvam nos espaços não sombreados e formem um estrato combustível altamente inflamável e favorável à ocorrência de incêndios florestais (Fig. 4). A completa supressão de incêndios é economicamente e ambientalmente insustentável[20].

Com a supressão do fogo, os ambientes dependentes tendem, com o passar dos anos, a ter a distribuição de nichos afetadas. Um estudo conduzido no Cerrado por[43] demonstra que a exclusão do fogo por 30 anos resultou em um processo de arborização. O aumento da biomassa de árvores ao longo do gradiente de vegetação foi acompanhado por diminuições na riqueza de espécies de plantas (27%) e formigas (35%), principalmente espécies especialistas em savanas.

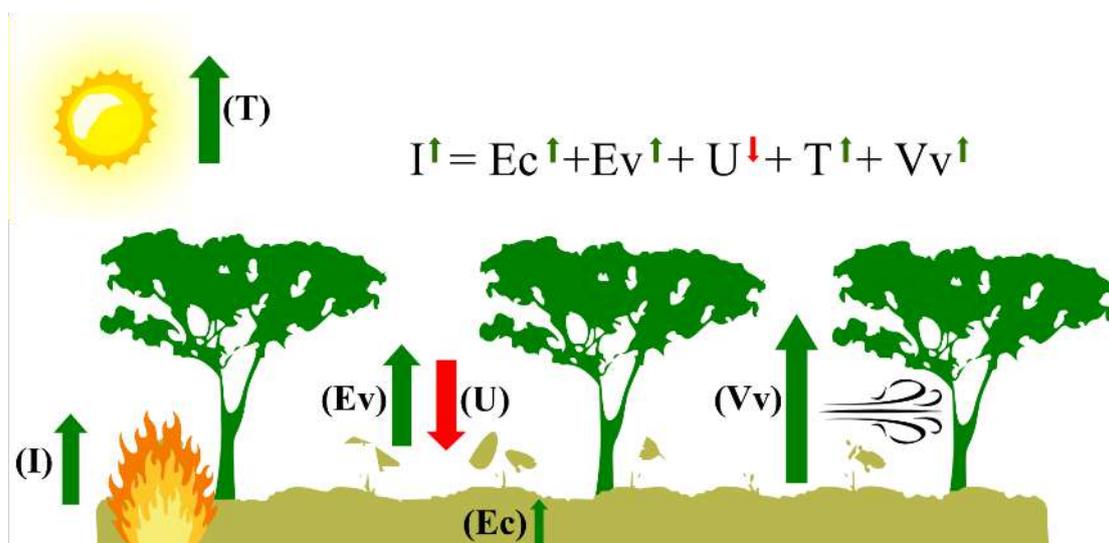


Figura 4 – Influência da distribuição espacial das árvores do Cerrado na ocorrência de incêndios de superfície. Onde: I = Ocorrência de incêndios; Ec = Estrato combustível; Ev = Evaporação; U = Umidade; T = Temperatura; Vv = Velocidade do vento. Fonte: (30)

Tentando erradicar o viés de fogo “mau” e possibilitar o uso do fogo para garantia dos processos ecológicos dos ambientes dependentes, o manejo integrado do fogo (MIF) entra em cena. O programa foi implementado com objetivo de diminuir o número e o tamanho dos incêndios florestais no final da estação seca que afetam a vegetação sensível e que exigem altos custos de combate a incêndios. Os programas de MIF consideram o uso do fogo pelas comunidades locais e promovem queimas controladas no início da estação seca, com objetivos tanto produtivos quanto conservacionistas, em áreas onde a vegetação é resistente ao fogo. Isso cria uma variedade de áreas com diferentes históricos de queimadas e protege tipos de vegetação sensíveis ao fogo[44].

As queimas prescritas implementadas pelo MIF têm demonstrado redução efetiva da ocorrência de megaincêndios, colaborando com a redução de grandes cicatrizes, intensidade e emissões de gases do efeito estufa (GEE)[45]. Hoje, quase 200 unidades de conservação (UCs) elaboraram plano de manejo integrado do fogo (PMIF). Os principais objetivos do programa foram expressos no projeto de lei PL 11276/2018.

Incêndios florestais em ecossistemas brasileiros sensíveis ao fogo

A relação entre fogo e florestas tropicais como Amazônia e Floresta Atlântica parecia não existir até

o século passado, no entanto, a ilusória ideia de que essas florestas, por suas características ambientais, não apresentariam alterações no regime de fogo, vem sendo refutada com a recorrência de incêndios florestais de grande impacto[46]. Por muitos anos as florestas densas cumpriram a importante função de “interrupção do fogo”, no entanto, esse bloqueio tem se diminuído com as expansões das atividades humanas.

O desmatamento cria uma porta de entrada, uma vez que a fragmentação, juntamente com o efeito de borda, torna o microclima mais seco e mais propenso a ignição. Mas, apesar das mudanças na concepção acerca das ocorrências de incêndios em florestas tropicais, é importante reforçar que a inflamabilidade (característica do material combustível que define sua capacidade de entrar em combustão) e a combustibilidade (característica do material combustível que define sua capacidade de permanecer em combustão) desses ecossistemas são inegavelmente menores que os ambientes savânicos [28][47].

Pelo fato de as espécies desses ecossistemas não apresentarem histórico evolutivo de adaptações que favoreçam a resistência (capacidade dos indivíduos do ecossistema de se manterem inalterados diante de perturbação) e resiliência (disposição dos indivíduos de se recuperarem dos danos causados por uma perturbação)[48], após a ocorrência de incêndios, ainda que de baixa intensidade, alterações no regime

de fogo podem se tornar empecilhos consideráveis na sobrevivência e manutenção da biodiversidade[25] [49].

Dentre as adversidades do fogo em ambientes sensíveis, destaca-se a eliminação da camada de serapilheira que protege o solo contra erosão e promove a ciclagem de nutrientes[25], a eliminação de bancos de sementes e de mudas presentes na área, danos às raízes das árvores[50], abertura de dossel[51][52] alteração no *habitat* de espécies da fauna[25] e até morte em massa de espécies endêmicas do ecossistema[53].

As mudanças climáticas, o crescimento populacional e a consequente evolução dos padrões socioeconômicos têm sido responsáveis pelas alterações no regime de fogo em regiões muito úmidas, onde a presença de incêndios era rara, como

na Floresta Atlântica e na Floresta Amazônica[46]. Na Floresta Atlântica a ocorrência de incêndios florestais é um dos maiores desafios para o sucesso do manejo da regeneração natural[54]. Diante desse cenário, a presença de áreas protegidas tem sido uma ferramenta importante para conter e reduzir a ocorrência de incêndios, principalmente na Amazônia.

Uma das principais causas de incêndios nas florestas tropicais é a expansão agrícola baseada no desmatamento[49]. Como pode ser visto na Tabela 1, esse fato decorre tanto de efeitos diretos, como a queima de limpeza para abertura de novas frentes[55–57], quanto indiretos, como abertura dos dosséis, que aliados à baixa precipitação, afetam drasticamente o microclima, aumentando a temperatura do ar e do solo e diminuindo a umidade do ar e do material combustível[46].

Tabela 1 – Provável causa dos incêndios florestais brasileiros categorizados de acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), no período de 2014-2019

Grupo	Causa	N	(%)
Raios	Raio	17	0,41
Subtotal		17	0,41
Incendiários	Vandalismo	1.052	25,43
Subtotal		1.052	25,43
Queimas para limpeza	Renovação de pastagem natural	301	7,28
	Limpeza de área para cultivo	539	13,03
	Renovação de pastagem plantada	295	7,13
	Queima de lixo	165	3,99
	Reignição	86	2,08
	Fagulha transportada pelo vento	134	3,24
	Confecção de aceiros	81	1,96
	Queima de restos exploratórios	46	1,11
	Limpeza de área para mineração	11	0,27
	Queima de cana	3	0,07
Subtotal		1.661	40,16
Fogos de recreação	Caça	124	3,00
	Extração de mel	24	0,58
	Fogueira de acampamento	12	0,29
Subtotal		160	3,87
Operações florestais	Fagulha de máquina	13	0,31
	Extração de madeira	14	0,34
Subtotal		27	0,65

Diversos	Cabo de alta tensão	20	0,48
	Ritual religioso	8	0,19
	Queda de balão	3	0,07
	Fogos de artifício	7	0,17
	Pessoa com deficiência	6	0,15
	Licitação de órgão ambiental	4	0,10
Subtotal		48	1,16
Desconhecidos	Indeterminado	921	22,26
	NI	251	6,07
Total		4.137	100

N = total de ocorrências; NI = não informados. Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados disponibilizados pelo Sisfogo[58].

A combinação desses fatores cria condições favoráveis à ocorrência de incêndios severos no sub-bosque das florestas, provocando a morte de diversos indivíduos e a alteração no regime do fogo nesses ambientes[46].

No entanto, esse cenário não está associado apenas à antropização de forma direta. De acordo com [49], as adaptações aos períodos de estresse severo da seca desenvolvidos pelas espécies vegetais da Amazônia também podem resultar na alteração dos regimes de fogo. Os autores explicam que, para evitar a falha de seus sistemas hidráulicos nesses períodos, as plantas utilizam um mecanismo de derrubada de folhas e galhos para permitir melhor regulação do seu equilíbrio hídrico. Porém, apesar de ser uma estratégia funcional, essa técnica também permite a penetração de mais radiação solar a consequente criação de condições de microclima propício aos incêndios florestais [49][59].

Comportamento do fogo

As alterações nos regimes de fogo impactam toda a dinâmica do ecossistema, desde alterações nas propriedades do solo até morte de espécies típicas daquela região. Esses cenários (diminuição ou aumento na frequência de incêndios florestais) também influenciam nos parâmetros de comportamento do fogo[60]. Comportamento do fogo é o termo utilizado para descrever as características do fogo, a origem das chamas e a maneira como se desenvolvem e propagam em diferentes cenários[2][61].

O comportamento varia de acordo com a estação do ano[45] sendo fortemente influenciado pelas condições meteorológicas e carga de material

combustível. O conhecimento da maneira pela qual os incêndios liberam energia é importante para compreender os impactos ecológicos do fogo e no apoio na tomada de decisões quanto ao manejo e eventual combate[8][62]. Além disso, serve para descrever condições adequadas para realização de queimas prescritas.

Parâmetros de análise do comportamento do fogo

Durante uma análise de comportamento do fogo, alguns parâmetros devem ser levados em consideração, tais como:

- **Poder calorífico do material combustível:** também conhecido como calor de combustão, diz respeito à energia necessária para manter o fogo aceso. Os materiais combustíveis florestais têm um poder calorífico relativamente semelhantes, não se alterando de maneira brusca[2][63]. No entanto, por exemplo, é possível afirmar que o calor de combustão dos materiais derivados de plantios de coníferas é maior que o dos materiais de folhosas, em razão do maior teor de resina e lignina presentes neles[2][63]. O poder calorífico tem uma relação inversamente proporcional à umidade do material combustível, ou seja, quanto menor a umidade, maior o poder calorífico[64].
- **Velocidade de propagação:** esse é o termo utilizado para caracterizar a taxa de propagação linear[65]. Esse parâmetro é considerado como um dos mais importantes em relação ao comportamento do fogo[63]. Para definir a velocidade de propagação do fogo, o usuário

pode cronometrar o tempo que o fogo necessita para percorrer uma determinada distância linear[63]. Após essa coleta, procede-se com a aplicação da Equação 1, e os resultados são dados em metros por segundo.

$$v = \frac{C}{T_q} \quad (1)$$

Onde o v é a velocidade de propagação do fogo ($m.s^{-1}$), o C é o comprimento da área útil da parcela (metros) e o T_q é o tempo de queima do comprimento da área útil (segundos).

Duas variáveis que, de acordo com (66), têm forte influência sobre a velocidade de propagação dos incêndios florestais são a declividade e os tipos de material combustível.

- **Intensidade de queima:** a tradução clássica desse termo, elaborada por [67], diz que se

trata da taxa de energia liberada por unidades de tempo e comprimento da frente de fogo. A Intensidade de queima foi determinada por [67] por meio da Equação 2.

$$I = H \times W \times v \quad (2)$$

Onde I é a intensidade de queima ($kcal.m^{-1}.s^{-1}$), o H é o poder calorífico do material combustível dominante, o W é a carga de combustível florestal disponível ($kg.m^{-2}$) e v a velocidade de propagação do fogo ($m.s^{-1}$).

A variável de intensidade de queima, utilizada na caracterização do comportamento do fogo, possui relação direta com a velocidade de propagação do fogo, ou seja, quanto mais rápido o avanço do fogo, maior a intensidade de queima[68]. Outras variáveis obtidas pós-fogo possibilitam estabelecer associações entre a passagem das chamas e o efeito produzido na comunidade florestal (Quadro 2).

Quadro 2 – Glossário de variáveis do comportamento do fogo

Altura de crestamento: a altura de crestamento diz respeito à altura média de secagem letal da folhagem das árvores durante um incêndio florestal[69]. Esse fenômeno ocorre pois, durante combustão, os gases e vapores liberados entram em ascensão e provocam a morte da vegetação acima da área de ocorrência do fogo. É importante para estimar os danos causados por um incêndio à floresta e deve ser inserida na análise da capacidade de sobrevivência das árvores a esse processo. Em geral, considera-se 60°C como sendo a temperatura letal da folhagem das árvores[2].

Altura de carbonização: refere-se à marca deixada pelas chamas no tronco das árvores; sendo assim, uma variável muito mais fácil de ser mensurada do que a altura da chama utilizada para estimar a intensidade de queima. Essa variável é importante pelo fato de ser uma resposta direta da ação do fogo sobre o tronco e permite fazer correlação com outras variáveis[2].

Tempo de residência: esse é o termo referente ao período em que a frente do fogo permanece no mesmo ponto[2]. É influenciada pela velocidade de propagação do fogo, quantidade de material combustível e intensidade de queima[70]. É importante para a compreensão do comportamento do fogo pois os danos causados pelas chamas são decorrentes tanto da temperatura a qual as plantas são submetidas quanto do tempo em que estas ficam expostas a elas.

O conhecimento dos fatores que influenciam na ignição e propagação dos incêndios florestais é extremamente importante para a delimitação dos planos de minimização de danos[65]. Eles podem ser divididas em biológicas (tipo de material combustível), topográficas (altitude, declividade e orientação do relevo), socioeconômicas (proximidade de estradas e de assentamentos) e meteorológicas (precipitação, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos)[7][71–78].

Cada tipologia florestal, ou a combinação entre elas, produz material combustível oriundo de qualquer material orgânico, vivo ou morto, derivado de ambientes cobertos por vegetação, capaz de entrar em ignição[65], variando tipo, quantidade, tamanho, umidade, posição e arranjo[79]. Assim, o tipo de cobertura florestal influencia diretamente no comportamento do fogo, sendo classificado como uma variável indispensável para o entendimento dos padrões e possibilidades de ocorrência e propagação dos incêndios florestais[65].

As variáveis topográficas também exercem influência sobre o comportamento dos incêndios florestais devido à sua capacidade de alterar o microclima e, por vezes, a composição vegetal[79]. De acordo com [57], a propagação dos incêndios é mais rápida em aclives e mais lenta em declives. Isso ocorre porque a condição do terreno faz com que as chamas entrem em contato com o material combustível que se encontra à frente da linha de fogo, elevando a velocidade de propagação[65].

A altitude também é uma variável que influencia, sobremaneira, o comportamento do fogo durante um incêndio florestal, haja vista que quanto maior é a altitude, menor é a disponibilidade de oxigênio no ar e, conseqüentemente, menor a pressão atmosférica e a temperatura e velocidade do vento[65]. [79] afirma que em altitudes elevadas o ar se apresenta mais rarefeito e as temperaturas mais baixas, tornando essas regiões menos susceptíveis à ocorrência e propagação de incêndios florestais. [80] explicam que as variações nas quantidades de radiação solar, velocidade e quantidade de ventos que ocorrem em diferentes faces de exposição do terreno fazem com que a orientação do relevo se torne uma variável importante sobre o comportamento dos incêndios florestais.

As principais causas dos incêndios florestais no mundo são as atividades antrópicas nas mais variadas formas[4][5]. A proximidade das áreas naturais com áreas antropizadas (malha viária, centros urbanos, propriedades rurais e áreas industriais) resulta em uma maior propensão à ocorrência de incêndios, devido à interferência contínua de atividades humanas[7][8][81].

As variáveis meteorológicas (precipitação, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos) estão relacionados à taxa de propensão ao fogo[79], devido à sua influência sobre a umidade e secagem dos tipos de materiais combustível[7]. Temperaturas elevadas e ventos muito frequentes aumentam a evapotranspiração e a velocidade de secagem da vegetação, tornando os ambientes mais suscetíveis à ocorrência de incêndios florestais[82][83]. A precipitação e a umidade relativa do ar, assim como a temperatura, têm influência sobre a umidade do material combustível, apresentando, então, uma relação inversamente proporcional à probabilidade de ocorrência de incêndios[7][57].

Incêndios florestais, queimas prescritas e as emissões de carbono

Devido ao avanço nos estudos relacionados aos efeitos dos incêndios florestais no meio ambiente, estabeleceu-se uma máxima de que o fogo em vegetação proporciona elevação das concentrações dos principais gases do efeito estufa na atmosfera, em especial o carbono[84]. Essa afirmação é, naturalmente, verdadeira, pois, após um incêndio, o carbono que havia sido absorvido pelas plantas é novamente liberado para a atmosfera[85].

A quantidade e a taxa de liberação de carbono de um incêndio dependem dos estoques de carbono pré-fogo, da frequência dos incêndios e do tamanho, gravidade e extensão das ocorrências[86]. É plausível dizer que a redução da quantidade de biomassa florestal, ou material combustível, em uma determinada área, reduz, sobremaneira, a frequência e intensidade de incêndios florestais, haja vista que existe uma relação inversa nesses cenários. No entanto, paradoxalmente, a eliminação total dos incêndios florestais favorece o acúmulo de material combustível e eleva a propensão à ocorrência de incêndios de grandes proporções, intensidade e, conseqüentemente, poder destrutivo. Dependendo do regime de fogo, o carbono pode se acumular por décadas ou séculos em um local, mas será eventualmente perdido, pelo menos parcialmente, quando ocorrer um incêndio[86].

Os incêndios são importantes modeladores da paisagem e uma ferramenta significativa na conversão de terras. Somente no ano de 2020 (Tabela 2), o setor de mudanças no uso da terra e florestas foi responsável pela maior emissão de GEE do país, com 998 milhões de toneladas de CO₂ que equivalem a 46% do valor nacional[87]. Estima-se que queimas não associadas ao desmatamento totalizaram 3,16 GtCO₂ de emissões imediatas entre 1990 e 2020. A maior contribuição foi oriunda do Cerrado com estimativa de 64,2% seguido pela Amazônia com 26,1% das emissões[87]. Comparado ao ano de 2019 e o ano de 2020, foi observado aumento de 23,7% das emissões associadas à mudança de uso da terra e floresta.

Estudando a relação entre incêndios e emissão de gases, [88] verificaram correlação linear positiva entre o aumento nos focos de incêndio e as emissões de carbono em todos os biomas brasileiros. Vários estudos alertam sobre os impactos que essas emissões têm para as alterações climáticas e como tornam o Brasil mais distante de atingir as metas dos acordos climáticos[88].

Tabela 2 – Emissões de GEE entre os setores brasileiros de 2019 e 2020 (tCO₂e – GWP-AR5)

Setores	2019	%	2020	%	Varição 2019-2020 (%)
Agropecuária	562.987.702	29	577.022.998	27	2,5
Energia	412.466.747	21	393.705.260	18	-4,5
Processos industriais	99.472.616	5	99.964.389	5	0,5
Resíduos	90.399.714	5	92.047.812	4	1,8
Mudança de uso da terra e floresta	806.996.124	41	997.923.296	46	23,7
Total de emissões brutas	1.972.322.903		2.160.663.755		9,5
Total de emissões líquidas	1.336.61.09		1.524.954.161		14,1

Fonte: [87].

A mudança climática já está causando incêndios florestais sem precedentes e, embora para algumas regiões a frequência de ocorrências esteja na faixa esperada, as modelagens preditivas relatam agravamento de eventos. Como falado anteriormente, o risco de ocorrência de incêndio florestal depende de um conjunto de fatores, incluindo temperatura, umidade e presença do material combustível. Todos esses fatores têm forte ligação com a sazonalidade e as mudanças climáticas.

As atividades associadas ao MIF entram como importante aliado para reduzir as emissões de GEE. Uma das ações conduzidas no MIF é a queima prescrita, que corresponde a uma queima precoce (início do período seco), que, quando planejada adequadamente (horário e condições meteorológicas), tende a ser de baixa intensidade, consumindo menor quantidade de material combustível e reduzindo, assim, as chances de incêndios catastróficos atingirem ambientes sensíveis e emitirem grandes concentrações de carbono na atmosfera [89].

A implantação do MIF pelo mundo tem apresentado bons resultados na redução da emissão de carbono. Na Austrália o programa foi implementado em 2006 e já reduziu mais de 10 milhões de toneladas de GEE. Aqui no Brasil, o programa piloto implementado em 2014 mitigou até 39% das emissões de GEE. Com a aprovação da política nacional do manejo do fogo, o Brasil tenderá a reduzir grandes incêndios e minimizar ainda mais as emissões, gerando emprego, renda, áreas produtivas e oportunidade para investimentos externos [90].

Considerações finais

Mediante as informações compiladas no presente artigo, foi possível compreender conceitos e entender as diferenças existentes entre a relação do fogo e os ecossistemas brasileiros. Observou-se que, no Brasil, as ecorregiões são diferenciadas em função das manchas de sensibilidade dentro de suas fitofisionomias, apresentando diferentes respostas a passagem do fogo. Isso mostra que o MIF, ainda que no mesmo ecossistema, deve ser planejado levando em consideração as características da composição vegetal presentes na área, as variáveis de influência sobre o comportamento do fogo e a interação entre o fogo e os ecossistemas.

Para compreender as condições e restrições de manejo a ser seguido em quaisquer ambientes, o conhecimento da ecologia do fogo é indispensável, pois é uma ciência que estuda a dinâmica do fogo nos ecossistemas, com o objetivo de determinar as maneiras pelas quais esses eventos afetam os organismos da Terra e como eles se relacionam. Nessa concepção, é importante ressaltar que as alterações climáticas e os regimes incêndios possuem influência cíclica e crescente. Por esse motivo, é relevante que as autoridades brasileiras desenvolvam metodologias de políticas públicas para efeitos a curto e longo prazo de maneira a popularizar a conservação e o uso sustentável desses ecossistemas, mitigando e reduzindo as emissões de GEE.

O desenvolvimento de novas pesquisas precisa ser incentivado para preencher as lacunas existentes

na compreensão dessa temática, principalmente em ambientes dependentes do fogo pouco investigados como o Pampa e Pantanal. Como pode ser observado nos manuscritos citados, há esforços de pesquisadores brasileiros para compreender e planejar o uso sustentável do fogo, e essa abordagem deve ser amplamente divulgada, pois é crucial para apoiar os processos ecológicos e promover o desenvolvimento social.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) Código de Financiamento 001; à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Referências

- Gale MG, Cary GJ, Van Dijk AJM, Yebra M. Forest fire fuel through the lens of remote sensing: Review of approaches, challenges and future directions in the remote sensing of biotic determinants of fire behaviour. *Remote Sens Environ* [Internet]. 2021; 255: 112282. doi: 10.1016/j.rse.2020.112282
- Sant'Anna C de M, Fiedler NC. Características do fogo. In: Fiedler NC, Sant'Anna C de M, Ramalho AHC. *Incêndios Florestais*. Jerônimo Monteiro, ES: UFES; 2020. p. 47-54.
- Gomes L, Miranda HS, Bustamante MM da C. How can we advance the knowledge on the behavior and effects of fire in the Cerrado biome? For *Ecol Manage* [Internet]. 2018; 417: 281-90. doi: 10.1016/j.foreco.2018.02.032
- Barradas ACS, Borges MA, Costa MM, Ribeiro KT. Paradigmas da gestão do fogo em áreas protegidas no mundo e o caso da Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins. *Biodiversidade Brasileira* [Internet]. 2020; 10(2): 71-86. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v10i2.1474
- Fiedler NC, Larcercda GR, Ramalho AHC, Berude LC, das Neves FP, Rodrigues CK. Firefighting combat with fire retardants at different concentrations. *Floresta* [Internet]. 2020; 50(1): 1107-12. doi: 10.5380/rf.v50 i1.61609
- Sant'Anna C de M, Fiedler NC, Ramalho AHC, Menezes RAS. Características do fogo. Origem e utilização do fogo. In: Fiedler NC, Sant'Anna C de M, Ramalho AHC. *Incêndios Florestais*. Jerônimo Monteiro, ES: UFES; 2020. p. 9-16.
- Sari F. Forest fire susceptibility mapping via multi-criteria decision analysis techniques for Mugla, Turkey: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. For *Ecol Manage* [Internet]. 2021; 480: 118644. doi: 10.1016/j.foreco.2020.118644
- Tebaldi ALC, Fiedler NC, Juvanhol RS, Dias HM. Ações de prevenção e combate aos incêndios florestais nas unidades de conservação estaduais do Espírito Santo. *Floresta e Ambiente* [Internet]. 2013; 20(4): 538-49. doi: 10.4322/loram.2013.036
- De la Rosa JM, Jiménez-Morillo NT, González-Pérez JA, Almendros G, Vieira D, Knicker HE et al. Mulching-induced preservation of soil organic matter quality in a burnt eucalypt plantation in central Portugal. *J Environ Manage*. 2019 February; 1(231): 1135-44. doi: 10.1016/j.jenvman.2018.10.114
- Barradas ACS, Ribeiro KT. Manejo integrado do fogo: Trajetória da Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins (2001 a 2020). *Biodivers. Bras.* [Internet]. 2021 maio; 6(2): 139-52. doi: 10.37002/biobrasil.v11i2.1739
- He T, Lamont BB. Baptism by fire: The pivotal role of ancient conflagrations in evolution of the Earth's flora. *Natl Sci Rev*. 2018; 5(2): 237-54. doi: 10.1093/nsr/nwx041
- McLauchlan KK, Higuera PE, Miesel J, Rogers BM, Schweitzer J, Shuman JK et al. Fire as a fundamental ecological process: Research advances and frontiers. *Journal of Ecology*. 2020; 108(5): 2047-69. doi: 10.1111/1365-2745.13403
- Pausas JG, Bond WJ. Alternative biome states in terrestrial ecosystems. *Trends Plant Sci* [Internet]. 2019; 25(3): 250-63. doi: 10.1016/j.tplants.2019.11.003
- Archibald S, Lehmann CER, Belcher CM, Bond WJ, Bradstock RA, Daniau AL et al. Biological and geophysical feedbacks with fire in the Earth system. *Environmental Research Letters* [Internet]. 2018; 13: 033003. doi: 10.1088/1748-9326/aa9ead
- Pausas JG, Keeley JE, Schwillk DW. Flammability as an ecological and evolutionary driver. *Journal of Ecology* [Internet]. 2017; 105(2): 289-97. doi: 10.1111/1365-2745.12691
- He T, Lamont BB, Pausas JG. Fire as a key driver of Earth's biodiversity. *Biological Reviews* [Internet]. 2019; 94(6): 1983-2010. doi: 10.1111/brv.12544
- Castillo M, Plaza Á, Garfias R. A recent review of fire behavior and fire effects on native vegetation in Central Chile. *Glob Ecol Conserv* [Internet]. 2020 December; 1(24): e01210. doi: 10.1016/j.gecco.2020.e01210
- Krebs P, Pezzatti GB, Mazzoleni S, Talbot LM, Conedera M. Fire regime: History and definition of a key concept in disturbance ecology. *Theory in Biosciences* [Internet]. 2010; 129(1): 53-69. doi: 10.1007/s12064-010-0082-z



19. Feurdean A, Tonkov S, Pfeiffer M, Panait A, Warren D, Vannière B et al. Fire frequency and intensity associated with functional traits of dominant forest type in the Balkans during the Holocene. *Eur J For Res* [Internet]. 2019; 138(6): 1049-66. doi: 10.1007/s10342-019-01223-0
20. Myers RL. Convivendo com o fogo – Manutenção dos ecossistemas & subsistência com o manejo integrado do fogo [Internet]. Tallahassee, FL: The Nature Conservancy; 2006. Disponível em: https://www.conservationgateway.org/Documents/convivendo_com_o_fogo.pdf
21. Rodrigues M, Jiménez-Ruano A, de la Riva J. Fire regime dynamics in mainland Spain. Part 1: Drivers of change. *Science of the Total Environment* [Internet]. 2020; 721: 135841. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.135841
22. Sommers WT, Colof SG, Conard SG, editores. Synthesis of knowledge: Fire history and climate change [Internet]. Boise, ID, USA, 2011. Disponível em: digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1018&context=jfjpsynthesis
23. Alves DB, Alvarado ST. Variação espaço-temporal da ocorrência do fogo nos biomas brasileiros com base na análise de produtos de sensoriamento remoto. *Geografia* [Internet]. 2019; 44(2): 321-45. doi: 10.5016/geografia.v44i2.15119
24. Hardesty J, Myers R, Fulks W. Fire, ecosystems and people: A preliminary assessment of fire as a global conservation issue. *Fire Management* [Internet]. 2005; 22(4): 78-87. Available from: <http://www.georgewright.org/224hardesty.pdf>
25. Pivello VR, Vieira I, Christianini AV, Ribeiro DB, da Silva Menezes L, Berlinck CN et al. Understanding Brazil's catastrophic fires: Causes, consequences and policy needed to prevent future tragedies. *Perspect Ecol Conserv* [Internet]. 2021; 19(3): 233-55. doi: 10.1016/j.pecon.2021.06.005
26. Adeney JM, Christensen NL, Vicentini A, Cohn-Haft M. White-sand ecosystems in amazonia. *Biotropica* [Internet]. 2016; 48(1): 7-23. Available from: <https://www.jstor.org/stable/48574854>
27. Flores BM, Holmgren M. White-Sand savannas expand at the core of the amazon after forest wildfires. *Ecosystems* [Internet]. 2021; 2021: 1-14. doi: 10.1007/s10021-021-00607-x
28. Cintra L da S, Oliveira GIS de, Silva F de CS da, Souza IV, Giongo M, Batista AC. Inflamabilidade de espécies florestais do Cerrado *Sensu Stricto* e seu potencial para implantação de cortina de segurança. *Journal of Biotechnology and Biodiversity* [Internet]. 2020; 8(4): 290-6. doi: 10.20873/jbb.uft.cemaf.v8n4.cintra
29. Simon MF, Pennington T. Evidence for adaptation to fire regimes in the tropical savannas of the Brazilian Cerrado. *Int J Plant Sci* [Internet]. 2012; 173(6): 711-23. doi: 10.1086/665973
30. Ramalho AHC, Menezes RAS. Comportamento das espécies vegetais com os incêndios florestais. In: Fiedler NC, Sant'Anna C de M, Ramalho AHC. Incêndios Florestais. Jerônimo Monteiro, ES: UFES; 2020. p. 75-84.
31. Americo N, Epifanio MLFG, Sousa HG de A, Souza PB de, Silva F de CS da, Batista AC et al. Avaliação da inflamabilidade de espécies vegetais do Cerrado. *Journal of Biotechnology and Biodiversity* [Internet]. 2021; 9(2): 187-91. doi: 10.20873/jbb.uft.cemaf.v9n2.americo
32. Pausas JG, Lamont BB, Paula S, Appezzato-da-Glória B, Fidelis A. Unearthing belowground bud banks in fire-prone ecosystems. *New Phytologist* [Internet]. 2018; 217(4): 1435-48. doi: 10.1111/nph.14982
33. Kauffman J, Cummings D, Ward D. Relationships of fire, biomass and nutrient dynamics along a vegetation gradient in the Brazilian Cerrado. *J Ecol* [Internet]. 1994; 82(3): 519. doi: 10.2307/2261261
34. Pausas JG. Evolutionary fire ecology: Lessons learned from pines. *Trends Plant Sci* [Internet]. 2015; 20(5): 318-24. doi: 10.1016/j.tplants.2015.03.001
35. Miranda HS. Temperatura do câmbio de espécies lenhosas do Cerrado durante queimadas prescritas. In: Miranda HS. Efeitos do regime do fogo sobre a estrutura de comunidades de cerrado: Resultados do Projeto Fogo Resultados do Projeto. Brasília/DF: IBAMA/MMA; 2010. p. 1-145.
36. Oliveira GF, Garcia ACL, Montes MA, Jucá JCLDA, Valente VLDS, Rohde C. Are conservation units in the Caatinga biome, Brazil, efficient in the protection of biodiversity? An analysis based on the drosophilid fauna. *J Nat Conserv* [Internet]. 2016; 34: 145-50. doi: 10.1016/j.jnc.2016.10.006
37. Zironi HL, Silveira FAO, Fidelis A. Fire effects on seed germination: Heat shock and smoke on permeable vs impermeable seed coats. *Flora* [Internet]. 2019; 253: 98-106. doi: 10.1016/j.flora.2019.03.007
38. Miranda HS, Bustamante MMC, Miranda AC. The fire factor. In: Oliveira PS, Marquis RJ. The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna. Columbia University Press; 2002. p. 51-68.
39. Fidelis A, Zironi HL. And after fire, the Cerrado flowers: A review of post-fire flowering in a tropical savanna. *Flora* [Internet]. 2021; 280: 151849. doi: 10.1016/j.flora.2021.151849
40. Durigan G. Zero-fire: Not possible nor desirable in the Cerrado of Brazil. *Flora* [Internet]. 2020; 268: 151612. doi: 10.1016/j.flora.2020.151612
41. Halofsky JE, Peterson DL, Harvey BJ. Changing wildfire, changing forests: the effects of climate change on fire regimes and vegetation in the Pacific Northwest, USA. *Fire Ecology* [Internet]. 2020; 16(4): 1-26. doi: 10.1186/s42408-019-0062-8

42. Santos AM dos, Silva CFA da, Almeida Junior PM de, Rudke AP, Melo SN de. Deforestation drivers in the Brazilian Amazon: Assessing new spatial predictors. *J Environ Manage* [Internet]. 2021; 15(294): 113020. doi: 10.1016/j.jenvman.2021.113020
43. Abreu RCR, Hoffmann WA, Vasconcelos HL, Pilon NA, Rossatto DR, Durigan G. The biodiversity cost of carbon sequestration in tropical savanna. *Forest Ecosystems* [Internet]. 2017; 30; 3(8): e1701284. doi: 10.1126/sciadv.1701284
44. Schmidt IB, Eloy L. Fire regime in the Brazilian Savanna: Recent changes, policy and management. *Flora* [Internet]. 2020; 268: 151613. doi: 10.1016/j.flora.2020.151613
45. Santos AC dos, Montenegro S da R, Ferreira MC, Barradas ACS, Schmidt IB. Managing fires in a changing world: Fuel and weather determine fire behavior and safety in the neotropical savannas. *J Environ Manage* [Internet]. 2021; 1(289): 112508. doi: 10.1016/j.jenvman.2021.112508
46. Liesenfeld MVA, Vieira G, Miranda IP de A. Ecologia do fogo e o impacto na vegetação da Amazônia. *Pesqui. Florest. Bras.* [Internet]. 2017; 36(88): 505. doi: 10.4336/2016.pfb.36.88.1222
47. Pivello VR. The use of fire in the cerrado and Amazonian rainforests of Brazil: Past and present. *Fire Ecology* [Internet]. 2011; 7(1): 24-39. doi: 10.4996/fireecology.0701024
48. Torres J, Gonçalves J, Pinto AT, Proença V, Honrado JP. Fogo, resiliência e dinâmica em espaços florestais do Norte de Portugal. In: Tereso JP, Honrado JP, Pinto AT, Rego FC. *Florestas do Norte de Portugal: História, Ecologia e Desafios de Gestão*. Porto: InBio - Rede de Investigação em Biodiversidade e Biologia Evolutiva; 2011. p. 248-82.
49. Brando P, Macedo M, Silvério D, Rattis L, Paolucci L, Alencar A et al. Amazon wildfires: Scenes from a foreseeable disaster. *Flora* [Internet]. 2020; 268: 151609. doi: 10.1016/j.flora.2020.151609
50. Flores BM, Piedade MTF, Nelson BW. Fire disturbance in Amazonian blackwater floodplain forests. *Plant Ecol Divers* [Internet]. 2014; 7(1-2): 319-327. doi: 10.1080/17550874.2012.716086
51. Almeida DRA de, Nelson BW, Schiatti J, Gorgens EB, Resende AF, Stark SC et al. Contrasting fire damage and fire susceptibility between seasonally flooded forest and upland forest in the Central Amazon using portable profiling LiDAR. *Remote Sens Environ* [Internet]. 2016; 184: 153-160. doi: 10.1016/j.rse.2016.06.017
52. Ziccardi LG, dos Reis M, Graça PML de A, Gonçalves NB, Pontes-Lopes A, Aragão LEOC, et al. Forest fires facilitate growth of herbaceous bamboos in central Amazonia. *Biotropica* [Internet]. 2021; 53(4): 1021-1030. doi: 10.1111/btp.12915
53. Staver AC, Brando PM, Barlow J, Morton DC, Paine CET, Malhi Y et al. Thinner bark increases sensitivity of wetter Amazonian tropical forests to fire. *Ecol Lett* [Internet]. 2020; 23(1): 99-106. doi: 10.1111/ele.13409
54. Santos JM dos, Queiroz DL, Fernandes CC. Produção de dióxido de carbono: Sugestão para aulas experimentais utilizando materiais alternativos. *Scientia Naturalis* [Internet]. 2019; 1(1): 109-17. Available from: <http://revistas.ufac.br/revista/index.php/SciNat/index>
55. Alencar AA, Brando PM, Asner GP, Putz FE. Landscape fragmentation, severe drought and the New Amazon Forest Fire Regime. *Ecological Applications* [Internet]. 25(6): 1493-505. doi: 10.1890/14-1528.1
56. Barlow J, Berenguer E, Carmenta R, França F. Clarifying Amazonia's burning crisis. *Glob. Chang. Biol.* [Internet]. 2020; 26: 319-21. doi: 10.1111/gcb.14872.
57. Ramalho AHC, Silva EF da, Silva JPM, Fiedler NC, Maffioletti FD, Biazatti LD et al. Allocation of water reservoirs to fight forest fires according to the risk of occurrence. *J Environ Manage* [Internet]. 2021; 296: 113122. doi: 10.1016/j.jenvman.2021.113122
58. Sisfogo – ROI [homepage na internet]. Registro de Ocorrências de Incêndio verificadas pelas brigadas Prevfogo [acesso em 21 mar 2021]. Disponível em: <http://dadosabertos.ibama.gov.br/dataset/sisfogo-registro-de-ocorrencias-de-incendio-roi>.
59. Ray D, Nepstad D, Brando P. Predicting moisture dynamics of fine understory fuels in a moist tropical rainforest system: Results of a pilot study undertaken to identify proxy variables useful for rating fire danger. *New Phytologist* [Internet]. 2010; 187(3): 720-32. doi: 10.1111/j.1469-8137.2010.03358.x
60. Rodrigues CA, Zironi HL, Fidelis A. Fire frequency affects fire behavior in open savannas of the Cerrado. *For Ecol. Manage* [Internet]. 2021; 482: 118850. doi: 10.1016/j.foreco.2020.118850
61. Williams RJ, Gill AM, Moore PHR. *Fire Behavior*. In: Andersen AN, Cook GD, Williams RJ. *Fire in Tropical Savannas - The Kapalga Experiment*. New York: Springer; 2003. p. 33-46.
62. Batista AC, Beutling A, Pereira JF. Estimativa do comportamento do fogo em queimas experimentais sob povoamentos de *Pinus elliottii*. *Revista Árvore* [Internet]. 2013; 37(5): 779-87. doi: 10.1590/S0100-67622013000500001
63. de Camargos VL, Ribeiro GA, da Silva AF, Martins SV, Carmo FM da S. Estudo do comportamento do fogo em um trecho de floresta estacional semidecídua no município de Viçosa, Minas Gerais. *Ciencia*

- Florestal [Internet]. 2015; 25(3): 537-45. doi: 10.5902/1980509819605
64. Barros SV dos S, Pio N da S, do Nascimento CC, Costa S de S. Avaliação do potencial energético das espécies florestais *Acacia auriculiformis* e *Ormosia paraensis* cultivadas no município de Iranduba/Amazonas, Brasil. *Madera y Bosques* [Internet]. 2009; 15(2): 59-69. Available from: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712009000200004
65. Sant'Anna C de M, Fiedler NC, Ramalho AHC. Métodos de propagação dos incêndios florestais e fatores influentes. In: Fiedler NC, Sant'Anna C de M, Ramalho AHC. *Incêndios Florestais*. 1st ed. Jerônimo Monteiro - ES: UFES; 2020. p. 33-46.
66. Barni PE, Martins AC, Nunes AMD, Santos DO, Reis EP, Crisóstomo ES, Silva FS, Pereira FR, Morais GG, Santana LB, Oliveira TM, Moreira VB. Inclinação do terreno e tipo de material do fogo em condições experimentais. *Ambiente: Gestão e desenvolvimento* [Internet]. 2020; 13(2): 44-54. Available from: <https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/ambiente/article/view/368>
67. Byram GM. Combustion of forest fuels. In: Davis KP, Byrum G, Krumm WR. *Forest Fire: Control and Use*. 1st ed. New York: NY: McGraw Hill; 1959. p. 77-84.
68. Fiedler NC, Canzian WP, Mafia RG, Ribeiro GA, Krause Junior J. Intensidade de queima de diferentes retardantes de fogo. *Revista Arvore* [Internet]. 2015; 39(4): 691-6. doi: 10.1590/0100-67622015000400011
69. Torres FTP, Silva Júnior MR da, Lima GS. Influência dos Elementos Meteorológicos Sobre o Comportamento do Fogo. *Revista Brasileira de Meteorologia* [Internet]. 2019; 34(1): 33-41. doi: 10.1590/0102-7786334014
70. McArthur AG, Cheney NP. The Characterization of fires in relation to ecological studies. *Fire Ecology* [Internet]. 2015; 11(1): 3-9. doi: 10.4996/fireecology.1101001
71. Ajin RS, Loghin AM, Jacob MK, Vinod PG, Krishnamurthy RR. The Risk assessment study of potential forest fire in idukki wildlife sanctuary using RS and GIS Techniques. *International Journal of Advanced Earth Science and Engineering* [Internet]. 2016; 5(1): 308-18. doi: 10.23953/cloud.ijaese.201
72. Canzian WP, Fiedler NC, Pezzopane JEM, Oliveira CHR, Silva ECG. Análise de causa e influência de elementos meteorológicos em ocorrências de incêndios em florestas de produção. *Ciência Florestal* [Internet]. 2020; 30(3): 835-44. doi: 10.5902/1980509837802
73. Juvanhol RS, Fiedler NC, dos Santos AR, da Silva GF, Omena MO, Eugenio FC et al. Gis and fuzzy logic applied to modelling forest fire risk. *An Acad Bras Cienc* [Internet]. 2021; 93(suppl 3): 1-18. doi: 10.1590/0001-3765202120190726
74. Eugenio FC, dos Santos AR, Fiedler NC, Ribeiro GA, da Silva AG, dos Santos ÁB et al. Applying GIS to develop a model for forest fire risk: A case study in Espírito Santo, Brazil. *J Environ Manage* [Internet]. 2016; 173: 65-71. doi: 10.1016/j.jenvman.2016.02.021
75. Oliveira VFR, Silva ER dos S da, Silva BHM da, Vick EP, Lima CG da R, Bacani VM. Geoprocessamento aplicado ao mapeamento de risco a incêndios. *Revista Brasileira de Geografia Física* [Internet]. 2020; 13(3): 1194-212. doi: 10.26848/rbgf.v13.3.p1194-1212
76. Ramalho AHC, Neder E de C, Fiedler NC, Moreira TR, Silva JPM. Geotechnology applied to predict the risk of occurrence of fire in the Atlantic Forest. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais* [Internet]. 2021; 12(1): 707-720. doi: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.001.0057
77. White LAS, White BLA, Ribeiro GT. Modelagem espacial de risco de incêndio florestal para o município de Inhambupe, Bahia, Brasil. *Pesqui Florest Bras* [Internet]. 2016; 36(85): 41. doi: 10.4336/2016.pfb.36.85.850
78. Zeferino JA, Rosa RJ. Modelo matemático para otimizar a localização de aeronaves para combate a incêndios florestais. *Ciência Florestal* [Internet]. 2019; 29(4): 1516. doi: 10.5902/1980509833185
79. Prudente TD. Risco integrado de incêndio florestal em áreas de Cerrado: contribuições metodológicas [tese]. Uberlândia, MG: Universidade Federal de Uberlândia; 2016. 132 f.
80. Torres FTP, Ribeiro GA, Martins SV, Lima GS. Influência do relevo nos incêndios em vegetação em Juiz de Fora (MG). *GEOgraphia* [Internet]. 2016; 18(36): 170. doi: 10.22409/GEOgraphia2016.v18i36.a13748
81. Suryabhadgavan K V, Alemu M, Balakrishnan M. Gis-based multi-criteria decision analysis for forest fire susceptibility mapping: A case study in Hareenna forest, southwestern Ethiopia. *Trop Ecol*. 2016; 57(1): 33-43.
82. Amraoui M, Pereira MG, DaCamara CC, Calado TJ. Atmospheric conditions associated with extreme fire activity in the Western Mediterranean region. *Science of the Total Environment* [Internet]. 2015; 524-525: 32-9. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.04.032
83. Bonora L, Claudio Conese C, Marchi E, Tesi E, Montorselli NB. Wildfire occurrence: Integrated model for risk analysis and operative suppression aspects management. *Am J Plant Sci* [Internet]. 2013; 4: 705-10. doi: 10.4236/ajps.2013.43A089
84. Silva Junior CHL, Anderson LO, Aragão LEO e C de, Rodrigues BD. Dinâmica das queimadas no Cerrado

do Estado do Maranhão, Nordeste do Brasil. *Revista do Departamento de Geografia* [Internet]. 2018; 35: 1-14. doi: 10.11606/rdg.v35i0.142407

85. Vasconcelos SS de, Fearnside PM, Graça PML de A, Dias DV, Correia FWS. Variability of vegetation fires with rain and deforestation in Brazil's state of Amazonas. *Remote Sens Environ* [Internet]. 2013; 136: 199-209. doi: 10.1016/j.rse.2013.05.005

86. Loehman RA, Reinhardt E, Riley KL. Wildland fire emissions, carbon, and climate: Seeing the forest and the trees - A cross-scale assessment of wildfire and carbon dynamics in fire-prone, forested ecosystems. *For Ecol Manage* [Internet]. 2014; 317: 9-19. doi: 10.1016/j.foreco.2013.04.014

87. Potenza RF, Quintana G de O, Cardoso AM, Tsai DS, Cremer M dos S, Silva FB et al. Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas de clima do Brasil (1970-2020). In: IEMA. *Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa*. 1st ed. 2021. p. 1-55.

88. da Silva Junior CA, Teodoro PE, Delgado RC, Teodoro LPR, Lima M, de Andréa Pantaleão A, Baio FHR, Azevedo GB, Azevedo GTOS, Capristo-Silva GF, Arvor D, Facco CU. Persistent fire foci in all biomes undermine the Paris Agreement in Brazil. *Sci Rep* [Internet]. 2020; 10: 16246. doi: 10.1038/s41598-020-72571-w

89. Schmidt IB, Fonseca CB, Ferreira MC, Sato MN. Implementação do Programa Piloto de Manejo Integrado do Fogo em três unidades de conservação do Cerrado. *Biodivers. Bras.* [Internet]. 2016; 6(2): 55-70. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v6i2.656

90. ISPN. Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo [homepage na internet]. *Controlar Fogo é possível* [acesso em 28 dez 2023]. Disponível em: <https://ispn.org.br/site/wp-content/uploads/2021/12/E-possivel-controlar-fogo-vs-site.pdf>

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo

n.1, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaelectronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886



Boas práticas de manejo e bem-estar de peixes em aquários públicos: um exemplo com o zebrinha *Abramites hypselonotus*

Carla Larissa Kovalski Dias^{1,2}

 <https://orcid.org/0009-0007-6647-0477>

Adrieli Marcacini de Araujo^{1,2}

 <https://orcid.org/0009-0006-8900-4367>

Jordan Lucas de Almeida Teixeira²

 <https://orcid.org/0009-0001-9072-0866>

Nayara Aline Fernandes Magalhães²

 <https://orcid.org/0009-0007-4060-8677>

Diego Azevedo Zoccal Garcia^{1*}

 <https://orcid.org/0000-0001-5709-6347>

* Contato principal

Giovanna Rodrigues Stringhetta¹

 <https://orcid.org/0000-0002-3531-3117>

Mateus Rojas Franco de Souza¹

 <https://orcid.org/0009-0007-6464-4031>

Heriberto Gimênes Junior¹

 <https://orcid.org/0000-0001-5884-9304>

¹ Bioparque Pantanal, Av. Afonso Pena, 6277, Chácara Cachoeira, Campo Grande/MS, Brasil. CEP: 79.031-010. <adrielimarcacini@gmail.com, kovalskicarla@gmail.com, diegoazgarcia@hotmail.com, gstringhetta@gmail.com, matrojas00@hotmail.com, gimeseshj@gmail.com>.

² Centro Universitário União das Américas/UniAmérica, Programa de Pós-graduação em Bem-estar de Animais Silvestres e Exóticos, Av. das Cataratas, 1118, Vila Yolanda, Foz do Iguaçu/PR, Brasil. CEP: 85.853-000 <adrielimarcacini@gmail.com, kovalskicarla@gmail.com, jordan.reszka@gmail.com, nayarafernandesmv@gmail.com>.

Recebido em 02/06/2023 – Aceito em 16/10/2023

Como citar:

Kovalski Dias CL, Marcacini de Araujo A, Teixeira JLA, Magalhães NAF, Garcia DAZ, Stringhetta GR, Souza MRF, Gimênes Junior H. Boas práticas de manejo e bem-estar de peixes em aquários públicos: um exemplo com o zebrinha *Abramites hypselonotus*. Biodivers. Bras. [Internet]. 2024; 14(1): 26-38. doi: <https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i1.2462>

Palavras-chave:

Aquarismo; conservação; legislação; planejamento alimentar.

RESUMO – As boas práticas de manejo de peixes de água doce compreendem atividades e orientações que devem ser adotadas para que se alcance o bem-estar das espécies em aquários de visitação pública. Dessa maneira, espera-se que os peixes manifestem comportamentos e atividades próximos ou iguais aqueles observados em ambientes naturais. Para exemplificar como tais medidas devem ser adotadas, foi escolhida *Abramites hypselonotus* (Ordem Characiformes, Família Anostomidae) como organismo modelo, uma espécie de piaui também conhecida comumente como zebrinha, abramites ou piaui-pedra. Assim, o protocolo aqui apresentado aborda orientações sobre o período de quarentena, as especificações das dimensões do recinto de exposição, o controle da qualidade da água (como temperatura, pH, oxigênio dissolvido e série nitrogenada), sanidade e biossegurança, alimentação, comportamento e enriquecimento ambiental. Vale ressaltar que não buscamos sanar as orientações sobre boas práticas com peixes em aquários públicos, mas sim incentivar e divulgar informações que podem ser adotadas de acordo com cada espécie ou grupo de peixes. Portanto, acreditamos que a adoção de boas práticas com peixes de água doce e comportamento de maneira mais natural em aquários públicos sejam uma importante oportunidade para a educação ambiental e conscientização da população sobre a conservação ambiental, além de proporcionar melhor qualidade de vida aos animais.

Good management practices and fish welfare in public aquariums: an example with marbled headstander *Abramites hypselonotus*

Keywords:

Aquarism; conservation; food planning; legislation.

ABSTRACT – Good management practices of freshwater fishes comprise activities and guidelines that must be adopted to achieve the welfare of species in public visitation aquariums. Thus, it is expected that fish exhibit behaviors and activities close to or equal to those observed in natural environments. To exemplify how such measures should be adopted, *Abramites hypselonotus* (Order Characiformes, Family Anostomidae) was chosen as a model organism, a species of ‘piau’ also known commonly as ‘marbled headstander’. Thus, the protocol presented here addresses guidelines on the quarantine period, specification of the dimensions of the exhibition aquarium, water quality control (such as temperature, pH, dissolved oxygen and nitrogen series), health and biosecurity, food, behavior and environmental enrichment. It is worth mentioning that we do not seek to remedy the guidelines on good practices with fish in public aquariums, but rather encourage and disseminate information that can be adopted according to each species or group of fishes. Therefore, we believe that the adoption of good practices with freshwater fish and more natural behavior in public aquariums is an important opportunity for environmental education and public awareness of environmental conservation, in addition to providing better quality of life for animals.

Buenas prácticas de manejo y bienestar de los peces en acuarios públicos: un ejemplo con zebrinha *Abramites hypselonotus*

Palabras clave:

Acuarismo; conservación; legislación; planificación de alimentos.

RESUMEN – Las buenas prácticas de manejo de peces de agua dulce comprenden actividades y pautas que deben adoptarse para lograr el bienestar de las especies en los acuarios de visita pública. De esta forma, se espera que los peces exhiban comportamientos y actividades similares o iguales a las observadas en ambientes naturales. Para ejemplificar cómo se deben adoptar tales medidas, se eligió como organismo modelo *Abramites hypselonotus* (Orden Characiformes, Familia Anostomidae), una especie de ‘piau’ también conocida comúnmente como ‘zebrinha’, ‘abramites’ o ‘piau-pedra’. Así, el protocolo aquí presentado aborda lineamientos sobre el período de cuarentena, especificación de las dimensiones del recinto de exhibición, control de la calidad del agua (como temperatura, pH, serie de oxígeno y nitrógeno disueltos), sanidad y bioseguridad, alimentación, comportamiento y enriquecimiento ambiental. Cabe mencionar que no buscamos remediar las guías de buenas prácticas con peces en acuarios públicos, sino incentivar y difundir información que pueda ser adoptada de acuerdo a cada especie o grupo de peces. Por lo tanto, creemos que la adopción de buenas prácticas con peces de agua dulce y un comportamiento más natural en los acuarios públicos es una importante oportunidad para la educación ambiental y la conciencia pública sobre la conservación del medio ambiente, además de brindar una mejor calidad de vida a los animales.

Introdução

A concepção moderna de bem-estar animal é resultado de alguns séculos de desenvolvimento e observações da humanidade. Na antiguidade, imperadores, príncipes e participantes da nobreza possuíam grandes coleções apreciativas de animais como forma de demonstrar poder. Os zoológicos e os

aquários de visitação pública começaram a aparecer historicamente em meados do século XVIII e, na França, Monet e La Ville-sur-Illon foram os primeiros grandes curadores a incentivarem a mudança abrupta na visão que a população geral possuía desses locais[1].

Em 1907, Carl Hagenbeck inaugurou o primeiro zoológico com exibições panorâmicas,

onde procurava mostrar aos futuros compradores de animais o quão saudáveis eles estavam[2]. Apesar do ponto de vista capitalista de Hagenbeck, foi ele quem iniciou a concepção moderna de zoológicos e aquários e, a partir de então, vários pesquisadores iniciaram os estudos com bem-estar animal. Em 1965, no Reino Unido, liderados pelo professor Roger Brambell, pesquisadores desenvolveram a ideia das “Cinco Liberdades”, que são a base do bem-estar animal sob cuidados humanos[3]. As cinco liberdades são: i) a liberdade de sede e fome, provendo fontes de água e uma dieta balanceada; ii) a liberdade de desconforto, provendo áreas de descanso e abrigo; iii) a liberdade de dor, lesões e doenças, provendo rápido diagnóstico e tratamento; iv) a liberdade de expressar comportamento natural, provendo espaços adequados, assim como o contato e a interação com outros animais; e v) a liberdade do medo e do distresse, garantindo condições que evitem ou aliviem o sofrimento mental[4].

Atualmente, zoológicos e aquários possuem quatro pilares de ação: a educação, a pesquisa, a conservação e o entretenimento e/ou lazer[5]. Nesse sentido, o papel dos zoológicos e aquários vai além da exposição de animais como objetivo principal, fornecendo espaço e ferramentas úteis para propagar os conceitos de bem-estar animal, assim como desenvolver programas de conservação das espécies mantidas, inspirando empreendimentos de fauna no mundo todo a seguirem protocolos que visem a qualidade de vida dos animais[6].

Bem-estar e manejo de peixes

Para realizar atividades de manejo com peixes em um ambiente de cativeiro é fundamental que legislações que garantam o bem-estar animal sejam utilizadas como base para a realização das mesmas. Entre eles, destacam-se os protocolos do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal[6], da Organização para a Alimentação e Agricultura[7], da Office International des Épizooties[8], da World Association of Zoos and Aquariums[9] e do Ministério da Pesca e Aquicultura[10]. Esses protocolos orientam e auxiliam nas atividades de manejo, alimentação, manutenção dos recintos e limpeza do material utilizado por meio de normas que visam a biossegurança do local e o bem-estar animal, respeitando as necessidades específicas de cada espécie.

Para proporcionar o bem-estar aos peixes em ambiente de cativeiro, é fundamental conhecer

a história natural das espécies a serem mantidas, como seus hábitos alimentares, o tipo de ambiente que habitam em um curso de água (superfície, meio ou fundo), o tipo de substrato e granulometria e os parâmetros físico-químicos ideais da água para a espécie (como por exemplo, pH, temperatura e iluminação). Além disso, é importante conhecer os padrões de colorações das espécies a serem mantidas, como as colorações de estresse, de reprodução e de defesa de território. A compreensão desses aspectos auxilia na criação de um ambiente ideal para os animais, respeitando as necessidades específicas de cada espécie.

A escolha da espécie *Abramites hypselonotus*

Como exemplo de aplicação do protocolo de bem-estar foi escolhida a espécie *Abramites hypselonotus* (Günther, 1868) (Ordem Characiformes, Família Anostomidae), popularmente conhecida como abramites, zebrinha, piaú-pedra e *marbled headstander* (em inglês). Tal espécie é facilmente diferenciada dos demais peixes da família Anostomidae (Ordem Characiformes), por apresentar corpo alto e comprimido lateralmente, região pós-ventral em forma de quilha e nadadeira anal com 10 a 12 raios ramificados[11][12]. O corpo é castanho com oito barras transversais marrons largas, sendo que a barra localizada entre a base da nadadeira dorsal e a nadadeira pélvica é a mais conspícua, dando uma aparência de mármore. Uma faixa escura se estende da ponta do focinho até a porção posterodorsal da cabeça. As nadadeiras dorsal, adiposa e pélvicas são predominantemente enegrecidas, com uma faixa vertical laranja em posição central. As nadadeiras peitorais, anal e caudal são predominantemente hialinas, a região posterior do pedúnculo caudal é enegrecido e a base da nadadeira caudal é alaranjada[11][12] (Figura 1). *Abramites hypselonotus* pode chegar até 14 cm de comprimento total e viver por mais de 10 anos em aquários[13].

O comportamento reprodutivo de *A. hypselonotus* ainda é pouco conhecido, ressaltando a importância de mais estudos sobre biologia e história natural da espécie. Manter exemplares dessa espécie em exposição em aquários públicos pode trazer oportunidades para estudos acerca do seu comportamento, assim como incentivar a conservação da espécie e de seus ambientes naturais.



Figura 1 – Exemplar de zebrinha *Abramites hypselonotus*. Foto: Eduardo Luchinni Coutinho Filho.

Distribuída naturalmente nas bacias dos rios Orinoco, Amazonas, Paraguai e baixo Paraná[14], *A. hypselonotus* pode ser encontrada em pequenos cardumes de cinco a oito indivíduos em baías e riachos de corredeira fraca a moderada. Em ambientes naturais, geralmente está associada a macrófitas aquáticas, sendo a espécie considerada herbívora e detritívora, variando de acordo com a época do ano [15]. Tem o hábito de nadar com a cabeça inclinada para baixo e a cauda para cima desde a fase juvenil (*headstander*)[16], mas esse comportamento não está totalmente claro. Além disso, pode apresentar comportamento agressivo com indivíduos da mesma espécie, caracterizado por perseguições e mordidas nas nadadeiras e no flanco[12].

A espécie é pouco comum na aquariofilia, porém com grande potencial ornamental. Ainda, na área de distribuição natural de *A. hypselonotus* ocorrem diversos estressores ambientais causados

pela atividade humana, como desmatamento da vegetação ripária, degradação e poluição dos rios e sobrepesca[17]. Isso ressalta a importância da elaboração de protocolos de manejo e bem-estar que abordem suas necessidades específicas e poderão ser aplicados tanto por aquaristas quanto por gestores e técnicos de aquários públicos.

Quarentena

Peixes recém-chegados ao empreendimento de fauna, seja de amostragens realizadas em campo ou aquisição de criadouro legalizado, devem passar pelo período de quarentena antes de serem introduzidos no plantel, já existente ou não. O período de quarentena é importante para avaliar o estado geral dos animais dos pontos de vista sanitário, nutricional e comportamental. Esse período pode variar de 20 a

120 dias, e irá depender da espécie e/ou da origem do animal, estado de saúde, sinais de doenças, escore corporal e aceitação de alimentação. Peixes selvagens, ou seja, aqueles capturados em amostragens em campo, podem demorar até começarem a se alimentar de ração comercial ou produzida por zootecnistas do próprio empreendimento. O proto-

colo de quarentena proposto para peixes de água doce deve ser de responsabilidade de médico veterinário especialista em medicina de peixes, com contribuição de zootecnistas e biólogos, que farão a avaliação da nutrição e do comportamento antes de receberem alta da quarentena (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 – Equipe técnica responsável pelo protocolo de quarentena para peixes de água doce.

Técnico	Atribuições
Médico veterinário	Responsável pela avaliação geral da saúde dos animais, realização de exames e tratamentos.
Zootecnista	Responsável pela avaliação nutricional dos animais, elaboração de cardápios e treinamento alimentar.
Biólogo	Responsável pela avaliação comportamental dos animais, composição do recinto com elementos naturais e elaboração de cronograma de enriquecimento ambiental.

Tabela 2 – Protocolo de quarentena proposto para peixes de água doce.

Etapa	Descrição
1. Preparo do recinto de quarentena	O aquário/tanque em que os animais permanecerão durante o período de quarentena é preparado com elementos naturais como cascalho, rochas, galhos e troncos. São utilizados equipamentos como filtro, bomba de circulação, bomba de aeração e termostato para garantir boa qualidade da água e ambiente mais próximo ao natural da espécie.
2. Observação e treinamento alimentar	Caso os peixes estiverem em bom estado de saúde, nutrição e comportamento, ficarão em observação durante a primeira semana. Nesse momento, irão receber treinamento alimentar com alimentos frescos que possuem maior palatabilidade e, conseqüentemente, maior aceitação.
3. Tratamentos profiláticos e vermifugação	Após uma semana em observação, caso os animais não apresentem sinais clínicos de doenças ou comportamentos atípicos para a espécie, é realizado o tratamento paliativo com medicamentos de amplo espectro, assim como a vermifugação. Dessa forma, garante-se que os animais estejam sem ecto e endoparasitos para que sejam inseridos juntamente com o plantel já existente, sem risco de contaminação para os demais animais.
4. Finalização do treinamento alimentar	Após os tratamentos profiláticos e vermifugação, os zootecnistas testam a aceitação do alimento industrializado (ração) pelos peixes. Esse alimento deve ter uma boa aceitação para que os peixes possam ser transferidos para o recinto de exposição. Dessa forma, as chances de uma possível competição por alimento diminuem e não ocorre debilitação dos animais.
5. Avaliação final e liberação da quarentena	Após a avaliação em conjunto da equipe técnica, os animais podem ser liberados da quarentena (alta) e podem ser introduzidos no recinto de exposição.

Caso os animais apresentem sinais clínicos de doenças, esses devem passar por todas as etapas dos tratamentos e períodos prolongados de observação. Além disso, o treinamento alimentar pode ocorrer

durante alguns dias ou até mesmo algumas semanas. Portanto, o período de quarentena pode variar de acordo com o indivíduo e com a espécie.

Especificações do recinto de exposição e ambientação

Ao planejar o recinto ideal para determinada espécie de peixe, é preciso considerar diferentes aspectos para manter o bem-estar dos animais em longo prazo, levando em consideração o tamanho

máximo atingido (comprimento padrão e peso) e sua longevidade. Primeiramente, o tamanho do recinto deve ser minimamente do tamanho estabelecido pela Instrução Normativa do IBAMA N° 07/2015[18] (Tabela 3). De acordo com tal instrução normativa, *Abramites hypselonotus* se enquadra na segunda categoria, visto que a espécie atinge comprimento padrão máximo de 12,3 cm[16].

Tabela 3 – Densidade máxima de ocupação de peixes por recinto estabelecida pela Instrução Normativa do IBAMA N° 07/2015[18].

Categoria	Comprimento padrão máximo do indivíduo	Densidade máxima de ocupação
1	Até 7 cm	5 litros de água/indivíduo
2	De 7,1 cm a 20 cm	70 litros de água/indivíduo
3	De 20,1 cm a 60 cm	500 litros de água/indivíduo
4	De 60,1 cm a 80 cm	1000 litros de água/indivíduo
5	Acima de 80 cm	- Comprimento do tanque = 2 vezes o comprimento do peixe - Largura do tanque = 1,5 vezes o comprimento do peixe - Altura do tanque = comprimento do peixe

Esses parâmetros são os mínimos exigidos, ou seja, pode e deve-se extrapolar estas medidas, para que os peixes tenham maior disponibilidade de espaço, principalmente quando considerar que serão expostos em recintos compostos por diferentes espécies. Para *A. hypselonotus*, é indicado que sejam mantidos cardumes de pelo menos seis indivíduos, e ao optar por manter exemplares juntamente com outras espécies em um recinto de exposição, é preciso compreender os aspectos da história natural das espécies. Dentre tais aspectos estão o comportamento natural, as exigências ambientais e os hábitos alimentares. Dessa forma, diminuem as chances de ocorrerem brigas, predação e disputa por alimento. Deve ser levado em consideração o hábito de *A. hypselonotus* de beliscar peixes de nadadeiras e movimentos lentos. Assim, são indicadas espécies maiores, mais robustas e de movimentos rápidos, como por exemplo o bananinha *Hemiodus*

orthonops, o pacu-peva *Metynnis maculatus* e a sardinha *Triporthus nematurus*. Além disso, é indispensável que as espécies compartilhem das mesmas especificidades quanto ao ambiente (por exemplo, parâmetros físico-químicos da água e tipo de movimentação da água, como corredeiras). Portanto, todos os animais do recinto devem permanecer seguros, saudáveis e confortáveis.

O recinto de exposição deve se aproximar o máximo possível do ambiente natural das espécies. Para isso, utiliza-se elementos naturais e artificiais como recurso, como cascalho, rochas, galhos, plantas e troncos (Figura 2). Além disso, o recinto deve conter uma boa circulação de água, simulando corredeiras onde os exemplares de *A. hypselonotus* são encontrados na natureza. Além disso, a iluminação do recinto deve ser programada para um fotoperíodo de no máximo 12 horas diárias, e permanecer desligada por no mínimo 12 horas.



Figura 2 – Exemplos de *Abramites hypselonotus* interagindo com troncos de árvores em recinto de exposição.

Controle da qualidade da água e equipamentos de suporte à vida

O controle da qualidade da água do recinto de exposição deve ser criterioso e obedecer a

cronograma estabelecido pelo Setor de Qualidade de Água, quando houver, e preferencialmente executado por profissional químico. A coleta e a análise dos dados são base para estabelecer cronogramas de

trocas parciais de água, sifonagem do substrato e retrolavagens de filtros, que manterão a água com parâmetros ideais para o bem-estar dos animais.

Os principais parâmetros da água a serem analisados são temperatura, pH, oxigênio dissolvido (OD) e série nitrogenada (amônia, nitrito e nitrato). Complementando esses parâmetros, pode-se aferir também os valores de demanda biológica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), condutividade, total de sólidos dissolvidos (TDS), alcalinidade e fosfato.

A coleta dos dados pode ser realizada por testes colorimétricos, sondas multiparâmetro ou equipamentos mais específicos e sofisticados. Após a análise dos dados, esses devem ser computados em planilhas digitais e arquivados como histórico do recinto, o que ajudará a entender futuros problemas que podem ocorrer com a qualidade da água.

A frequência de trocas de água, sifonagens e limpezas de filtros dependerá do padrão dos parâmetros analisados. Sendo assim, é importante estabelecer um cronograma que mantenha a qualidade da água ótima para os animais. Para *Abramites hypselonotus*, por exemplo, os parâmetros físico-químicos da água exigidos são temperatura de 24° a 26°C; pH de 6,6 a 7,2; oxigênio dissolvido de 3 a 5 mg/L e valores da série nitrogenada próximos de 0.

Em aquários públicos, o 'Sistema de Suporte à Vida' deve conter minimamente filtros de areia, filtros de carvão ativado, reator biológico e sistema de ultravioleta, além de reservatório para reposição da água após as trocas. Já em aquários caseiros, o recinto deve ter o tamanho adequado para a espécie e a quantidade de peixes presentes no mesmo, sistema de filtragem do tipo *sump* com mídias físicas e biológicas ou filtro externo, além de bombas de circulação e aquecedores para dias mais frios.

Sanidade e biossegurança

O setor de medicina veterinária é responsável pela saúde e biossegurança dos animais de um aquário público, desde a chegada desses à quarentena, até a necropsia após a mortalidade para se determinar a causa da morte. Além disso, esse setor é responsável pela eutanásia dos peixes quando for necessário. Os médicos veterinários são os profissionais responsáveis por promover a saúde aos animais, por meio da

medicina preventiva e de tratamentos para doenças agudas e crônicas.

A literatura sobre doenças de peixes de água doce e seus respectivos tratamentos ainda é escassa[19]. Por esse motivo, medicamentos utilizados para tratamento de doenças em peixes são adaptados de outros grupos animais, como aves e mamíferos, com dosagens inferiores. As principais doenças que podem acometer peixes de água doce são: ictiofitiríase, bacterioses, parasitoses internas e externas, verminoses, viroses (mais raras), acometimento por fungos e lesões por necroses. Já os parasitos que infestam e infectam peixes de água doce pertencem aos grupos Amebozoa, Flagellata, Apicomplexa, Ciliophora, Myxozoa, Monogenea, Digenea, Cestoda, Nematoda, Acanthocephala, Crustacea, Mollusca, Hirudinea, Pentastomida e Acari[20][21]. Dentre os principais sinais clínicos visualizados nos peixes estão pontos de vermelhidão próximos as nadadeiras ou flanco; olhos opacos ou saltados; lesões de aspecto avermelhado ou esbranquiçado na pele; pontos brancos pelo corpo; buracos na cabeça; corrosão de nadadeiras; batimento opercular irregular; e natação errática.

Porém, é possível identificar alterações no estado de saúde pela observação do seu comportamento, como por exemplo isolamento do cardume e pela recusa do alimento ofertado. Esses são sinais iniciais de que o peixe pode estar acometido, e a sua rápida constatação pode garantir maior sucesso no tratamento.

Os protocolos de tratamento são elaborados por médicos veterinários e são individualizados considerando a sensibilidade da espécie em relação aos medicamentos, assim como o tempo de exposição ao medicamento. De modo geral, *A. hypselonotus* não apresenta sensibilidade aos medicamentos mais utilizados para tratamento de doenças, e apresenta bons resultados de melhora após o início das aplicações. Os principais medicamentos utilizados para tratamento de doenças em peixes de água doce e suas indicações estão apresentados na tabela 4.

Médicos veterinários são responsáveis também pela biossegurança do plantel, ou seja, garantem a diminuição dos riscos de contaminação cruzada, por meio da assepsia de materiais de manejo e uso criterioso dos materiais de coleta de amostras e de realização de exames. Além disso, os médicos veterinários são responsáveis pelo correto descarte dos materiais e orientam sobre o descarte de água com medicamento.

Tabela 4 – Principais medicamentos utilizados para tratamento de doenças em peixes de água doce e suas indicações.

Medicamento	Indicação
Azul de Metileno e Verde Malaquita	Ictiofitiríase
Sal não iodado	Tratamento paliativo
Pomada	Lesão superficial
Antibiótico	Bacteriose
Praziquantel®	Parasitose
Metronidazol®	Acometimento por protozoário

Alimentação

O manejo alimentar dos peixes de um aquário público deve ser realizado por zootecnistas, profissionais especializados em nutrição animal. O cardápio deve ser elaborado de acordo com os hábitos alimentares das espécies, variedade de itens alimentares e frequência e quantidade de alimento suficiente para nutrir e manter os peixes com energia para as atividades metabólicas e peso ideal.

Abramites hypselonotus apresenta hábitos herbívoro e detritívoro[15] e sua dieta sob cuidados humanos deve respeitar essas especificidades. De modo geral, pode-se oferecer uma ração de qualidade rica em proteína vegetal e itens alimentares frescos como algas e verduras. Como complementos da alimentação, podem ser oferecidos patês produzidos no próprio empreendimento, com ingredientes frescos e de qualidade, com a composição nutricional estabelecida pelos zootecnistas. Para um manejo ainda mais completo e com estímulo, pode ser introduzido na rotina alimentar da espécie a alimentação juntamente com enriquecimento ambiental, desenvolvida pelo Setor de Bem-estar Animal do empreendimento (mais informações no tópico a seguir “Comportamento e enriquecimento ambiental”).

Manejo

De modo geral, quando tratamos sobre bem-estar de peixes, o ideal é realizar a menor quantidade

de manejo possível. Peixes são animais sensíveis às variações do ambiente, dentro das individualidades das espécies, e podem apresentar sinais de estresse facilmente. Isto pode diminuir a imunidade e gerar oportunidades para o desenvolvimento de infecções e doenças.

Durante o manuseio, os peixes podem sofrer injúrias físicas, como perda de escamas, esfoliações e lesões na pele. Esses ferimentos podem acarretar na perda de sais e a consequente hidratação excessiva, causando um desequilíbrio osmorregulatório. Além disso, o manejo dos peixes pode provocar alterações fisiológicas, aumentar os níveis de cortisol no sangue e elevar o estresse[22].

Porém, dentro de um programa de bem-estar, é imprescindível seguir um protocolo, pois diversas situações podem levar à necessidade de manejo, como por exemplo, animais acometidos por doenças, brigas por território (comum para *A. hypselonotus*) ou referentes a comportamento reprodutivo, animais magros ou acima do peso (que necessitem de manejo alimentar individualizado), triagens por tamanho do lote, necessidade de mudança de composição do recinto e problemas com a qualidade da água.

Para garantir o bem-estar dos peixes durante o manejo, deve ser levado em consideração: (i) a utilização de material de manejo adequado para a espécie, como redes e puçás com malha fina e macia, hastes arredondas e maleáveis, recobertas com plástico, para evitar que os peixes fiquem emalhados; (ii) o recipiente de transporte de cor escura e tamanho proporcional à espécie e à quantidade de

peixes transportados; (iii) a realização do manejo de forma tranquila, estabelecendo um tempo limite para cada tentativa de captura, assim como o intervalo de tempo entre um manejo e outro.

Essas considerações são importantes para garantir a segurança e o bem-estar dos peixes durante os manejos, diminuindo as chances de apresentarem comportamentos de estresse e aparecimento de infecções e doenças após a realização dos mesmos.

Comportamento e Enriquecimento ambiental

O enriquecimento ambiental é um processo de manejo que visa melhorar os ambientes artificiais dos animais dentro do contexto da história natural e biologia comportamental. Assim, o enriquecimento aumenta a complexidade do ambiente e, por consequência, aumenta a qualidade de vida dos animais mantidos sob cuidados humanos[23][24]. Tal princípio busca identificar e ofertar estímulos para a expressão de atividades físicas e psicológicas naturais da espécie. Portanto, o enriquecimento ambiental melhora o bem-estar do animal pela maior oportunidade de expressão do repertório comportamental apropriado à espécie[23].

A avaliação do bem-estar dos peixes é realizada por análises de uma equipe multidisciplinar, composta por médicos veterinários, biólogos e zootecnistas. É importante relevar os aspectos de saúde, nutrição e comportamento para ter uma conclusão mais precisa sobre a qualidade de vida dos peixes que estão sob cuidados humanos. Para avaliar o comportamento dos peixes, a observação constante é a principal ferramenta. Por isso, a elaboração de um cronograma de vistoria inserido na rotina diária da equipe técnica responsável, é importante para identificar rapidamente qualquer mudança no comportamento padrão e estado físico dos peixes.

Para auxiliar a identificação de problemáticas no comportamento dos animais, deve-se compreender aspectos da história natural da espécie a ser avaliada. Dessa forma, são elencados a seguir os padrões de comportamento que devem ser avaliados para *A. hypselonotus*:

- Os exemplares devem estar nadando em pequenos cardumes, geralmente de 6 a 8 indivíduos;
- Os peixes devem apresentar o hábito de nadar com a cabeça inclinada para baixo (*headstander*);
- O comportamento de perseguição com indivíduos da mesma espécie é considerado normal;
- Apresentar coloração viva e marcante;
- O ato de “mordiscar” é um hábito esperado para os indivíduos, que passam grande parte do dia mordiscando superfícies.

Esses são os principais pontos a serem observados durante as vistorias diárias, e podem ser anotados em planilhas de etograma para a espécie. Qualquer alteração no padrão comportamental merece atenção de toda a equipe e rápidas intervenções.

Abramites hypselonotus é ativa durante o dia e está sempre em busca de “mordiscar” alguma superfície, como galhos, troncos e substrato, em busca de partículas de alimento. Como forma de incentivar esse comportamento natural, podem ser colocados troncos e rochas cobertos com fitoplâncton no recinto e acrescentar enriquecimento ambiental na rotina de alimentação da espécie como estímulo desse hábito. Ainda, é recomendado que a alimentação seja complementada com enriquecimento alimentar, quando um patê, por exemplo, é elaborado por zootecnista, composto por vegetais e posta de tilápia, e adicionado em uma esfera de plástico (*cat ball*) (Figura 3). A esfera é introduzida no recinto de exposição e presa por uma linha de pesca. O desenvolvimento de atividades de enriquecimento ambiental é importante para estimular comportamentos naturais das espécies, assim como proporcionar maiores períodos de atividade para os peixes, proporcionando desenvolvimento cognitivo (estímulo mental e novas experiências) e sensorial (tato, olfato, paladar e visão), diminuindo o tempo ócio e oferecendo qualidade de vida e longevidade[25].



Figura 3 – O enriquecimento ambiental é realizado a fim de permitir o bem-estar dos peixes, como o enriquecimento alimentar em recintos de exposição. Na foto, indivíduos de zebrinha *Abramites hypselonotus* em aquário comunitário com tetras-negros (*Gymnocorymbus ternetzi*), pacus-peva (*Metynnis maculatus*), bananinhas (*Hemiodus orthonops*), piaus-rei (*Schizodon isognathus*) e canivetes (*Leporinus striatus*) interagindo com esfera de plástico (*cat ball*) com patê elaborado por zootecnistas. A atividade diminui o tempo ócio e estimula o comportamento de “mordiscar” o alimento.
Foto: Eduardo Luchinni Coutinho Filho.

Conclusão

A alta riqueza e diversidade de espécies de peixes que habitam a extensa malha hidrográfica brasileira é um grande desafio para popularizar esse grupo de animais. Para isto, os aquários públicos são uma boa ferramenta, responsáveis por aproximar e apresentar a fauna de peixes brasileiros. Porém, a implantação das boas práticas de manejo e bem-estar de peixes de água doce em aquários públicos deve ser sempre realizada de acordo com os hábitos específicos de cada espécie. Desta maneira, a adoção de boas práticas reflete nas melhores condições de saúde dos peixes, sendo possível que pesquisadores, estudantes e visitantes de aquários possam apreciar o comportamento e a beleza de muitas espécies ornamentais, que na maioria das vezes são inacessíveis ao público em geral.

Apesar das leis e instruções normativas brasileiras ainda necessitarem de melhorias relacio-

nadas ao manejo e bem-estar de peixes de água doce, aqui apresentamos algumas recomendações de aprimoramentos utilizando o zebrinha *A. hypselonotus* como organismo modelo. Portanto, não buscamos sanar as orientações e discussões sobre boas práticas com peixes em aquários públicos, mas sim incentivar que as recomendações sejam desenvolvidas e aprimoradas para cada espécie ou grupo de peixes com comportamentos e hábitos semelhantes, sempre com embasamento técnico-científico. Dessa forma, acreditamos que peixes de água doce em aquários públicos possam ser importantes na conscientização da população sobre a conservação e preservação dos recursos naturais.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos revisores anônimos pelas sugestões de melhorias no manuscrito; ao

Programa de Pós-graduação em Bem-estar de Animais Silvestres e Exóticos do Centro Universitário União das Américas (Uniamérica); ao Bioparque Pantanal e à equipe de manejo, pelo espaço cedido para permitir a observação dos animais e pelo auxílio na elaboração do protocolo de boas práticas de manejo e bem-estar de peixes de água doce.

Referências

1. Murphy JB, Iloff G. Count de Lacey: Renaissance Zoo Man. *Herpetol Rev.* 2004; 35(3): 220-223.
2. Tavares HS. Alimentação e nutrição de animais silvestres nativos e exóticos cativos – O papel do zootecnista [Internet]. Brasília; 2011. [citado em 2023 mai. 2]. Disponível em: <http://www.abz.org.br>
3. FAWC. The five freedoms. Farm Animal Welfare Council. London: Press release; 1992.
4. Brambell FWR. Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals kept under Intensive Livestock Husbandry Systems. Report of the technical committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive livestock husbandry conditions. London: Her Majesty's Stationary Office; 1965.
5. Mergulhão MC, Trivelato SLF. Zoológico: uma sala de aula viva. *Revista Educação: Teoria e Prática.* 2001; 9(16): 1-15.
6. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Guia brasileiro de produção, manutenção ou utilização de animais para atividades de ensino ou pesquisa científica. Resolução Normativa nº 44 do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal. Peixes mantidos em instalações de ensino ou pesquisa científica – II. 2021. [acesso em 2 mai 2023]. Disponível em: <http://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/concea/arquivos/pdf/guia-brasileiro-de-producao-manutencao-ou-utilizacao-de-animais-para-atividades-de-ensino-ou-pesquisa-cientifica/anexo-rn-peixes-ii.pdf>
7. FAO. Procedures for the quarantine of live aquatic animals, a manual. Roma: Documento técnico de pesca; 2008.
8. OIE. Office International des Épizooties, International aquatic animal health code. 9th end. Paris: 2006. [acesso em 27 abr 2023]. Disponível em: http://www.oie.int/eng/normes/fcode/A_summry.htm.
9. WAZA. World Association of Zoos and Aquariums. 2023. [acesso em 2 mai 2023]. Disponível em: <http://www.waza.org/en/site/home>.
10. Ministério da Pesca e Aquicultura. Instrução normativa nº 4, de 4 de fevereiro de 2015. [acesso em 2 mai 2023]. Disponível em: <http://alimentusconsultoria.com.br/wp-content/uploads/2016/07/INM00000004.pdf>
11. Britski HA, Silimon KZS, Lopes BS. Peixes do Pantanal: manual de identificação. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; 2007.
12. Gimênes Junior H, Rech R. Guia ilustrado dos peixes do Pantanal e entorno. Campo Grande: Julien Design; 2022.
13. Mills D, Vevers G. The Tetra encyclopedia of freshwater tropical aquarium fishes. New Jersey: Tetra Press; 1989.
14. Garavello JC, Britski HA. Family Anostomidae. In: Reis RE, Kullander SO, Ferraris Jr. CJ. Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: Edipucrs; 2003. P. 72-85.
15. Corrêa CE, Petry AC, Hahn NS. Influência do ciclo hidrológico na dieta e estrutura trófica da ictiofauna do rio Cuiabá, Pantanal Mato-Grossense. *Iheringia, Sér Zool.* 2009 Dez; 99(4): 456-463. doi: 10.1590/S0073-47212009000400018
16. Vari RP, Williams AM. Headstanders of the Neotropical anostomid genus *Abramites* (Pisces: Characiformes: Anostomidae). *Proc Biol Soc Wash.* 1987; 100: 89-103.
17. Sabino J. Conservação de peixes do Pantanal. In: Gimênes Junior H, Rech R. Guia ilustrado dos peixes do Pantanal e entorno. Campo Grande: Julien Design; 2022. P. 18-35.
18. IBAMA. Instrução Normativa nº 7, de 30 de abril de 2015. [acesso em 2 mai 2023]. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2015/in_ibama_07_2015_institui_categorias_uso_manejo_fauna_silvestre_cativoiro.pdf
19. Ueda BH, Karling LC, Takemoto RM, Pavanelli CG. Parasites of the freshwater fish trade in Brazil: science metric study. *Pes Vet Bras.* 2013 Ago; 33(7): 851-854. doi: 10.1590/S0100-736X2013000700004
20. Piazza RS, Martins ML, Guiraldelli L, Yamashita MM. Parasitic diseases of freshwater ornamental fishes commercialized in Florianópolis, Santa Catarina, Brazil. *Bol Inst Pesca.* 2006 Out; 32(1): 51-57.
21. Pavanelli GC, Takemoto RM, Eiras JC. Parasitologia de peixes de água doce do Brasil. Maringá: Eduem; 2013.
22. Kubitz F. A versatilidade do sal na piscicultura. *Rev. Panorama da Aquicultura.* 2007 Out; 17(103): 14-23.

23. Näslund J, Johnsson JI. Environmental enrichment for fish in captive environments: effects of physical structures and substrates. *Fish Fish*. 2016 Jul; 17(1): 1-30. doi: 10.1111/faf.12088

24. Ojelade OC, Durosaro SO, Akinde AO, Abdulraheem I, Oladepo MB, Sopein CA, Bhadmus AS, Olateju M. Environmental enrichment improves the growth rate, behavioral and physiological response of juveniles of *Clarias gariepinus* under laboratory conditions. *Front Vet Sci*. 2022 Out; 9: 980364. doi: 10.3389/fvets.2022.980364

25. The Shape of Enrichment. Five categories of enrichment, 2023. [acesso em 27 jul 2023]. Disponível em: [http://enrichment.org/Complimentary-Resources-to-Download-\(PDF\)](http://enrichment.org/Complimentary-Resources-to-Download-(PDF)).

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo

n.1, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaelectronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886





Entomofauna edáfica associada ao cultivo de algodão transgênico no cone sul de Rondônia

Lucas Henrique Machado Cardoso^{1*}

 <https://orcid.org/0009-0006-3632-2580>

* Contato principal

Aline Fonseca do Nascimento¹

 <https://orcid.org/0000-0002-2236-2630>

Herica Martinho Silveira¹

 <https://orcid.org/0009-0004-3601-8859>

Eduardo Oliveira¹

 <https://orcid.org/0009-0007-1008-7233>

Leidiane Budach Silva Franco¹

 <https://orcid.org/0009-0001-8716-1012>

¹ Instituto Federal de Rondônia/IFRO, Campus Colorado do Oeste. BR 435, km 63 (antiga RO 399, KM 05), Zona Rural, Colorado do Oeste/RO. Brasil. Caixa Postal 51. Cep: 76.993-000. <lucas.mdo.5bec@gmail.com, aline.fonseca@ifro.edu.br, hericamartinhosilveira@gmail.com, eo0195244@gmail.com, leidianebudach@gmail.com>.

Recebido em 09/03/2023 – Aceito em 23/08/2023

Como citar:

Cardoso LHM, Nascimento AF, Silveira HM, Oliveira E, Franco LBS. Entomofauna edáfica associada ao cultivo de algodão transgênico no cone sul de Rondônia. *Biodivers. Bras.* [Internet]. 2024; 14(1): 39-49. doi: <https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i1.2422>

Palavras-chave:

Organismo geneticamente modificado (OGM); Insecta; *Gossypium*; inimigos naturais; pragas.

RESUMO – O estado de Rondônia estava incluído nas zonas de exclusão para o plantio do algodão geneticamente modificado. Essas áreas foram instituídas em 2005, pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), com o objetivo de preservar a variabilidade de algodoeiros não cultivados (nativos e naturalizados) de eventuais efeitos adversos decorrentes do fluxo gênico com algodoeiros geneticamente modificados. No entanto, os insetos endêmicos da região, pragas e inimigos naturais, associados ao algodoeiro geneticamente modificado, não foram levantados. Tais informações são fundamentais para a atualização de programas de manejo integrado de pragas. Desse modo, o objetivo do presente estudo foi avaliar a entomofauna associada à cultura do algodoeiro geneticamente modificado na região do Cone Sul de Rondônia, tendo como enfoque as áreas plantadas na cidade de Vilhena, auxiliando na elaboração do manejo integrado de pragas na região. Foi possível observar que a maioria dos insetos encontrados nas amostras constituem-se de inimigos naturais de pragas agrícolas ou mesmo recicladores de matéria orgânica. Tesourinhas (Labiduridae), moscas (Muscidae), abelhas (Apidae), besouros (Carabidae), moscas de carne (Sarcophagidae) e formigas (Formicidae) foram os insetos mais representativos encontrados. Observou-se que a maioria dos insetos encontrados são benéficos para o solo e para cultura, sendo importante buscar meios de controles de pragas que sejam seletivos, com o intuito de preservar essa entomofauna encontrada.



Entomofauna Associated with Transgenic Cotton Cultivation in Southern Cone of Rondônia

Keywords: Genetically Modified Organism (GMO); Insecta; *Gossypium*; natural enemies; pests.

ABSTRACT – The state of Rondônia was included in exclusion zones for the planting of genetically modified cotton. These areas were established in 2005 by the National Technical Biosafety Commission (CTNBio) with the objective of preserving the variability of non-cultivated cotton plants (native and naturalized) from possible adverse effects resulting from gene flow with genetically modified cotton. However, the insects endemic to the region, pests, and natural enemies associated with genetically modified cotton were not surveyed. Such information is fundamental for the update of Integrated Pest Management programs. Thus, the objective of this study was to evaluate the entomofauna associated with the cultivation of genetically modified cotton in the Southern Cone region of Rondônia, focusing on the areas planted in the city of Vilhena, thereby assisting in the development of Integrated Pest Management in the region. It was possible to observe that most of the insects found in the samples are natural enemies of agricultural pests or even recyclers of Organic Matter (OM). Earwigs (Labiduridae), flies (Muscidae), bees (Apidae), beetles (Carabidae), flesh flies (Sarcophagidae) and ants (Formicidae) were the most representative insects found. It was observed that most of the insects found are beneficial to the soil and crop, being important to seek selective pest control methods to preserve this entomofauna found.

Entomofauna Edáfica Asociada al Cultivo de Algodón Transgénico en el Cono Sur de Rondônia

Palabras clave: Organismo genéticamente modificado (OGM); Insecta; *Gossypium*; enemigos naturales; plagas.

RESUMEN – El estado de Rondônia estaba incluido en las zonas de exclusión para el cultivo del algodón genéticamente modificado. Estas áreas fueron establecidas en 2005 por la Comisión Técnica Nacional de Biosseguridad (CTNBio) con el objetivo de preservar la variabilidad de algodones no cultivados (nativos y naturalizados) de eventuales efectos adversos derivados del flujo génico con plantas de algodón genéticamente modificadas. Sin embargo, no se estudiaron los insectos endémicos de la región, las plagas y los enemigos naturales asociados al algodón genéticamente modificado. Esta información es fundamental para la actualización de programas de Manejo Integrado de Plagas. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar la entomofauna asociada al cultivo de algodón genéticamente modificado en la región del Cono Sur de Rondônia, con enfoque en las áreas plantadas en la ciudad de Vilhena, ayudando así en el desarrollo del Manejo Integrado de Plagas en la región. Se observó que la mayoría de los insectos encontrados en las muestras son enemigos naturales de plagas agrícolas o incluso recicladores de Materia Orgánica (MO). Tijeretas (Labiduridae), moscas (Muscidae), abejas (Apidae), escarabajos (Carabidae), moscas de carne (Sarcophagidae) y hormigas (Formicidae) fueron los insectos más representativos encontrados. Se observó que la mayoría de los insectos encontrados son beneficiosos para el suelo y el cultivo, por lo que es importante buscar medios de control de plagas que sean selectivos, con el fin de preservar esta entomofauna encontrada.

Introdução

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), pertencente à família Malvaceae, é uma cultura de grande relevância global. A fibra do fruto é a

principal matéria-prima utilizada na indústria têxtil; também é possível extrair o óleo e a proteína que são aproveitados na alimentação animal e humana[1]. O Brasil ocupa o segundo lugar no ranking global de exportações de algodão e espera exportar 2,03



milhões de toneladas para o mercado internacional em 2022/23, um aumento de 18% em relação à safra anterior[2]. No primeiro semestre de 2022, as exportações brasileiras de algodão totalizaram U\$1,72 bilhões, sendo que 89% desse valor são provenientes do Vietnã, China, Turquia, Bangladesh, Paquistão e Índia, é importante destacar que o continente asiático é o principal destino da fibra brasileira[3].

No final dos anos 1990, durante a gestão de Fernando Henrique Cardoso, o Brasil começou a cultivar plantas geneticamente modificadas. Na época, o cultivo era de forma ilegal, a soja transgênica, originalmente contrabandeada da Argentina para o Rio Grande do Sul, foi a primeira a ser cultivada. A soja Roundup Ready se tornou o primeiro caso de solicitação para cultivo transgênico em larga escala no Brasil, obtendo aprovação da CTNBio[4]. Quanto ao algodão, a primeira aprovação foi dada em março de 2005[5]. O estado de Rondônia esteve dentro das zonas proibidas de plantio de algodão geneticamente modificado (GM) a partir de 2005, quando foram delimitadas pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), com o objetivo de preservar a variabilidade dos algodões nativos, que poderiam sofrer alguns efeitos adversos por meio do fluxo gênico com os algodoeiros geneticamente modificados[6]. No entanto, a experiência brasileira com algodoeiros geneticamente modificados mostrou-se positiva, não sendo observado indícios de prejuízos expressivos ao meio ambiente, mesmo em regiões em que o cultivo do algodoeiro é realizado em maior escala, como no estado do Mato Grosso e no oeste da Bahia. Em outubro de 2018, a CTNBio autorizou o plantio do algodão GM em Rondônia[6].

Atualmente, os principais municípios produtores de algodão no estado são Cabixi, Pimenteiras do Oeste e Vilhena, que vem aumentando a produção em função da altitude e do clima favorável. A área de produção no estado é de 1.952 ha, com rendimento de 16.400 fardos e peso médio de 2.220 kg de matéria bruta por fardo[7]. Embora a cultura do algodão em Rondônia tenha avançado, ainda há escassez de informações sobre a entomofauna associada a esse agroecossistema, o que dificulta a implantação de programas de manejo fitossanitário na região, tendo

em vista que a primeira etapa para a realização do manejo integrado de pragas (MIP) é o levantamento das populações de artrópodes associados à cultura. Os artrópodes, em especial os insetos, têm grande relevância dentro do agroecossistema devido às funções que desempenham, como pragas que reduzem a rentabilidade da cultura, e predadores e/ou parasitoides de pragas, além de bioindicadores, polinizadores ou agentes na fertilização e aeração do solo[8]. Nesse contexto, este estudo teve por objetivo avaliar a entomofauna edáfica associada à cultura do algodoeiro GM em áreas de cultivo na cidade de Vilhena, na região do Cone Sul de Rondônia.

Material e Métodos

A pesquisa de campo foi conduzida durante a safra 2021/2022, em associação com o grupo Masutti, na Fazenda Jaqueline, localizada no município de Vilhena, no estado de Rondônia. O município de Vilhena encontra-se na região do Cone Sul de Rondônia (12° 44'3" Sul, 60°8'41" Oeste, 594 m). O clima da região é classificado como tropical com estação seca, de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger (Aw)[9]. Já a parte laboratorial foi realizada no Laboratório de Entomologia do campus Colorado do Oeste do Instituto Federal de Educação Tecnológica (IFRO).

As coletas dos insetos foram realizadas quinzenalmente, entre 100 e 142 dias após o plantio (DAP), com o início em março e o final das coletas em junho. Os levantamentos foram feitos com o uso de armadilhas do tipo pitfall, instaladas ao nível do solo. Essas armadilhas capturam os insetos que caem dentro do recipiente e, uma vez coletados, não conseguem mais sair. A armadilha utilizada neste estudo consistiu em um recipiente plástico de 15 cm de comprimento, por 10 de largura e 10 cm de altura. Em cada armadilha eram adicionados 2 L de água, 20 mL de detergente neutro e 100 gramas de sal, as quais eram enterradas até que sua abertura fosse ao nível do solo. As armadilhas foram protegidas das intempéries, por um “telhado” de plástico apoiado em quatro palitos, a 10 cm de altura do solo[10]. (Figura 1).



Figura 1 – Armadilha do tipo pitfall, com proteção plástica, instalada em plantio de algodoeiro, em Vilhena, RO.
Fonte: Autores.

As instalações foram realizadas em dois talhões distintos. No primeiro talhão, com uma área de 160 ha, foi semeada a cultivar FM 978 GLTP RM, sendo essa de ciclo longo, aproximadamente 180 dias. No segundo talhão, com uma área de 172 ha, foi semeada a cultivar TMG 31 B3RF, sendo de ciclo médio-precoce.

Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos casualizados, representados por duas áreas de plantio na fazenda (Talhões 1 e 2) com três pontos por talhão (quatro armadilhas por ponto), totalizando 24 armadilhas. Foram distribuídos da seguinte forma: o ponto 1 foi instalado a 15 m da bordadura; o ponto 2, a 110 m da bordadura do talhão; e o ponto 3, a 205 m da bordadura do talhão, próximo à área da mata.

Foram realizadas aplicações nas duas áreas, utilizando-se os mesmos produtos e no mesmo período. Com relação a essas informações, a empresa Masutti informou que não poderia passar o relatório dos produtos aplicados por conta do sigilo da informação assegurado pela Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (Lei nº 13.709/2018).

Após as coletas no campo, os insetos foram depositados em sacos plásticos com etanol, para

posteriormente serem transportados ao laboratório. Passados dois dias da coleta, os insetos foram triados, contados e identificados à nível de ordem e família, com o auxílio de microscópios estereoscópicos, fazendo uso de chaves taxonômicas propostas por Triplehorn e Johnson[11].

Análise faunística

Os insetos de cada área foram considerados uma comunidade com características próprias, determinadas por meio dos seguintes índices faunísticos:

- **Frequência:** porcentagem de indivíduos de uma família em relação ao total de indivíduos. Foi calculada pela seguinte fórmula: $pi = ni/N$, em que ni é o número de indivíduos da Família i e N é o total de indivíduos da amostra. Constância: $C = p \times 100/N$, em que p é o número de coletas com a família e N é o número total de amostras tomadas. As famílias serão classificadas como constantes quando estão presentes em mais de 50% das amostras, acessórias quando presentes entre 25% e 50% das amostras, e acidentais quando presentes em menos de 25% das amostras[12].

- **Diversidade total:** refere-se à diversidade de famílias dentro de uma comunidade ou *habitat*. Representa o padrão de utilização do nicho. Toda vez que em uma comunidade poucas famílias possuem muitos indivíduos e muitas famílias possuem poucos indivíduos, foi calculada pelo índice de Shannon-Weaver[13]: $H' = - \sum p_i \cdot \ln p_i$.
- **Dominância:** $LD = (1/S) \times 100$, em que LD é o limite de dominância e S é o número total de famílias. As famílias foram classificadas em dominantes, quando os valores da frequência se apresentarem superiores a esse limite, e não dominantes, quando os valores forem inferiores[14].

Resultados e Discussão

Após a coleta e classificação dos insetos, foi registrado um total de 34.583 indivíduos de oito ordens (Tabela 1), sendo 73,3% foram capturados no talhão 2 e 27,7% registrados no talhão 1. Em

relação à diversidade total, nos talhões 1 e 2 foram observados 0,96 e 1,77 ordens, respectivamente. Em ambos os casos, a diferença pode ser atribuída ao fato de que no talhão 2 ha um fragmento florestal maior em relação ao talhão 1, o que proporciona uma maior diversidade de espécies vegetais, conseqüentemente atraindo uma maior variedade de insetos. Thomazin[15] constatou que, em áreas de floresta, a quantidade de insetos é maior do que em de terras já antropizadas por atividade humana. O que sustenta a hipótese de que os inimigos naturais são mais suscetíveis aos processos de mudança ambiental, sendo um dos fatores que permitem que parte dos insetos fitófagos tenham se transformado em pragas. Por outro lado, segundo estudo realizado em Choró, no Ceará, por Almeida[16], a diversidade de fauna em áreas de vegetação natural e zonas de plantio de algodão mostrou similaridade. Nesse trabalho, a composição incluía: Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Mantodea, Orthoptera, com Hymenoptera e Coleoptera representando as maiores contribuições em termos de quantidade de espécies.

Tabela 1 – Número total de insetos por ordem taxonômica, capturados em cultivos algodão geneticamente modificado, em Vilhena, RO.

Ordens/área	Talhão 1			Talhão 2		
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
Dermaptera	403	344	1.404	805	768	2.039
Orthoptera	76	69	136	528	366	869
Diptera	425	359	1.512	2.065	2.196	3.755
Coleoptera	871	1.428	2.068	2.706	2.801	3.799
Blattodea	5	9	10	4	7	2
Hymenoptera	1	4	3	105	159	2.035
Hemiptera	6	0	7	21	15	21
Lepidoptera	14	33	53	45	54	178
Total	1.801	2.246	5.193	6.279	6.366	12.698

Ainda de acordo com a Tabela 1, as ordens Diptera, Coleoptera, Dermaptera e Orthoptera foram as que mais se destacaram em quantidade de indivíduos. Esses resultados são corroborados por Azevedo[17], que constataram o destaque das mesmas ordens.

A ordem Coleoptera apresentou o maior número de espécimes coletados. Os coleópteros têm um papel ecológico significativo, ajudando a entender as condições ambientais de uma determinada fitofisionomia[18]. Lawrence[18] destacam que

essa ordem representa cerca de 40% das espécies de insetos e 30% de todas as espécies animais, com cerca de 350 mil indivíduos identificados., em um padrão semelhante ao resultado obtido na presente pesquisa. Por outro lado, os resultados apresentados no presente trabalho, divergem dos obtidos por Santos[19], no qual a principal ordem capturada foi Hymenoptera, utilizando metodologia similar, porém em Mata Ripária e Sistema Agroflorestal, na cidade de Rio Branco, Acre.

Com relação às famílias coletadas, foi possível observar que a maioria delas abriga insetos considerados inimigos naturais de pragas agrícolas e/ou mesmo recicladores de matéria orgânica, como as tesourinhas (Labiduridae), moscas (Muscidae) e besouros (Nititullidae) (Gráfico 1). As tesourinhas (Labiduridae) e as formigas (Formicidae) são consideradas importantes inimigos naturais do bicudo do algodoeiro, sendo predadoras das pupas e larvas de *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae)[20]. Entretanto, destaca-se a ausência da família Formicidae no talhão 1. É possível que esse fato se deva a uma menor área de refúgio neste talhão, uma vez que ele possui um menor fragmento

florestal em comparação ao talhão 2. As tesourinhas também são predadoras de outras pragas, tais como: o pulgão *Aphis gossypii*, (Hemiptera: Aphididae) [21], a lagarta-do-cartucho-do-milho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em seus estágios iniciais[20] e as larvas do moleque-da-bananeira *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae)[22].

Os coleopteras predadores da família Carabidae e as moscas da família Sarcophagidae são inimigos naturais de diversos insetos-praga. Os Carabidae são predadores ágeis e atacam diversas lagartas que atacam o algodoeiro[5]. Além disso, de acordo com Stork e Kromp[23][24] também são considerados bioindicadores, isso porque os besouros dessa família são sensíveis a mudanças ambientais, tanto em ecossistemas naturais quanto naqueles modificados pela ação humana, especialmente em situações de cultivo intensivo. As Sarcophagidae são geralmente ovovivíparas e parasitam hospedeiros da ordem Hemiptera e Lepidoptera[25]. Essa espécie se estabelece em matéria orgânica animal, incluindo fezes humanas, fezes de gado bovino e fígado bovino, que são utilizados como iscas[10][26].

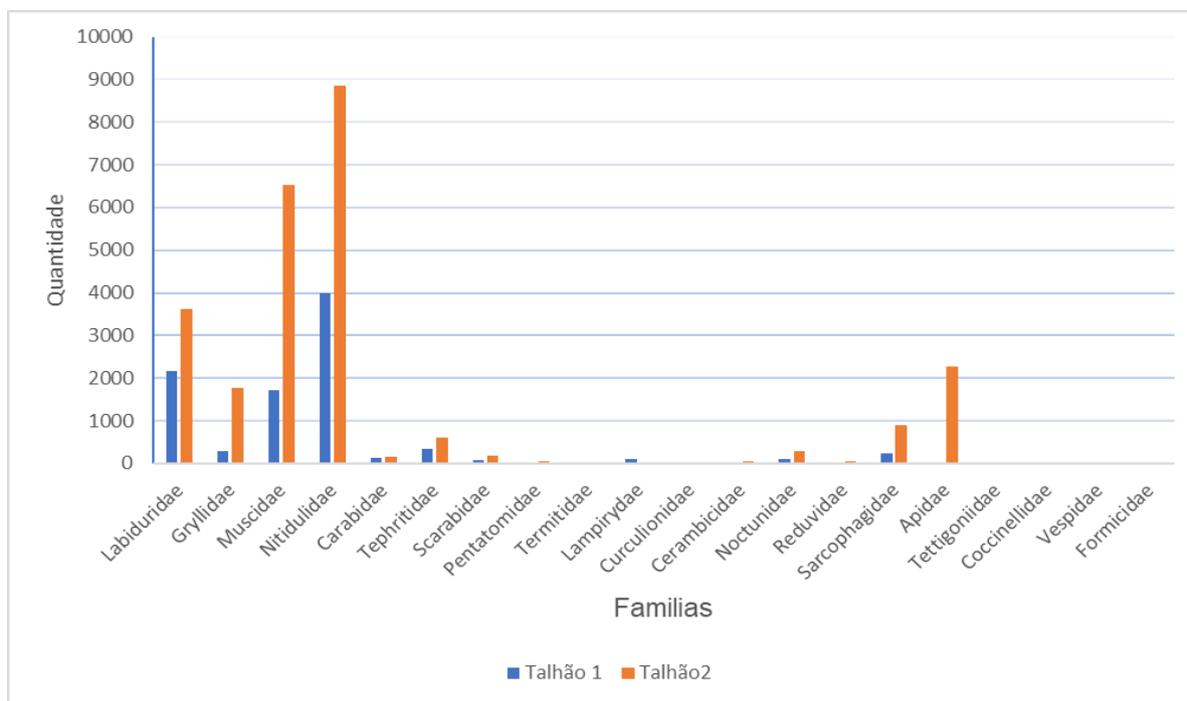


Gráfico 1 – Famílias dos insetos capturados em dois talhões de algodoeiro geneticamente modificados, em Vilhena, RO.

Também foram capturados alguns insetos-praga comumente ocorrentes na cultura em outras regiões do Brasil, como a *Helicoverpa* (Lepidoptera: Noctuidae), besouros (Scarabaeidae), grilos (Gryllidae),

bicudo do algodoeiro, entre outros. A *H. armigera* é conhecida por seu potencial destrutivo e atualmente faz parte do complexo de insetos-praga que atacam o algodoeiro comumente nas fases de produção das

estruturas reprodutivas da planta[5]. As informações sobre as espécies de Scarabaeidae associadas ao cultivo do algodão ainda são escassas. Alguns estudos relatam a associação de larvas desses insetos ao sistema radicular do algodoeiro, porém em pequena quantidade. Algumas espécies acabam se desenvolvendo na cultura, porém o algodoeiro não é considerado um hospedeiro adequado[27][28].

Foi possível observar um valor considerável de grilos (Gryllidae) nas áreas analisadas, principalmente no talhão 2. Apesar de serem recicladores da matéria orgânica no solo, são considerados pragas ocasionais na cultura do algodão causando danos severos, sendo desfolhadores ou mesmo consumindo as raízes da planta[29]. Embora tenha sido encontrado em baixo nível populacional, o bicudo do algodoeiro é considerado a praga-chave da cultura. As fêmeas ovipositam nos botões florais do algodão, mas também podem ovipositar nas maçãs ainda no início da formação até a fase final da frutificação[30]. Atribui-se a baixa ocorrência dessa espécie ao seu rigoroso controle, incluindo pontos

de amostragem e o uso de produtos fitossanitários sempre necessário.

No talhão 1, comparando os três pontos de coleta realizados, a área referente ao ponto 3, que fica adjacente ao remanescente florestal, apresentou uma maior quantidade de insetos em comparação aos pontos 1 e 2, respectivamente (Tabela 1). No entanto, em relação à frequência e dominância, as famílias de insetos que se destacaram nos três pontos foram Labiduridae, Muscidae e Nitidulidae (Tabela 2). Das três famílias que se destacaram na frequência e dominância, a Labiduridae e Muscidae abrigam muitas espécies de inimigos naturais. Já os besouros coleópteros da família Nitidulidae foram os que mais se destacaram em quantidade em comparação aos demais. Embora não existam estudos sobre a sua influência na cultura do algodoeiro, a espécie *Conotelus luteicornis* (Coleoptera: Nitidulidae) é considerada praga na cultura do maracujazeiro no estado do Acre[19]. As demais famílias foram consideradas não dominantes, apresentando menor frequência.

Tabela 2 – Análise faunística das famílias de insetos capturados com armadilhas pitfall no talhão 1 de algodoeiro geneticamente modificado, em Vilhena, RO.

Famílias	Ponto 1			Ponto 2			Ponto 3		
	F %	D	C	F %	D	C	F %	D	C
Labiduridae	22,38	D	c	15,32	D	c	27,04	D	c
Gryllidae	4,22	ND	c	3,07	ND	c	2,62	ND	c
Muscidae	15,32	D	c	12,47	D	c	22,26	D	c
Nitidulidae	43,36	D	c	58,55	D	c	36,26	D	c
Carabidae	1,94	ND	c	1,34	ND	a	1,44	ND	c
Tephritidae	5,94	ND	c	1,07	ND	c	3,99	ND	c
Scarabaeidae	0,61	ND	c	1,69	ND	c	0,56	ND	c
Pentatomidae	0,56	ND	c	0,22	ND	c	0,12	ND	c
Termitidae	0,28	ND	a	0,40	ND	a	0,19	ND	c
Lampyridae	1,39	ND	c	1,38	ND	c	1,08	ND	c
Curculionidae	0,33	ND	a	0,22	ND	a	0,23	ND	c
Cerambycidae	0,17	ND	c	0,18	ND	c	0,13	ND	c
Noctuidae	0,78	ND	a	1,47	ND	c	1,02	ND	c
Reduviidae	0,33	ND	a	0,00	ND	0	0,13	ND	c
Sarcophagidae	2,33	ND	a	2,45	ND	c	2,87	ND	c
Apidae	0,06	ND	ac	0,18	ND	a	0,06	ND	a

F = frequência; D = dominância: D = dominante; ND = não dominante; C = constância: c = constante; a = acessória; ac = acidental; o = sem ocorrência.

Em relação à constância dos insetos no talhão 1 (Tabela 2), as famílias Labiduridae, Muscidae, Nitidulidae, Gryllidae, Tephritidae, Scarabidae, Pentatomidae, Lampyridae e Cerambycidae foram consideradas constantes nos três pontos analisados do talhão, o que indica que essas estão presentes em mais de 50% das amostras. Dentre as famílias analisadas, as que apresentaram uma constância acessória, ou seja, presentes entre 25% e 50% das amostras foram: Carabidae, Termitidae, Curculionidae, Noctuidae, Reduviidae, Sarcophagidae. Essas foram consideradas constantes apenas no ponto 3 e sua proximidade com o remanescente florestal pode ter colaborado para esse resultado. A família Apidae foi a que apresentou menores índices, apresentando-se como acessória no ponto 1 e acidental nos pontos 2 e 3 desse talhão.

No talhão 2, as famílias Labiduridae, Gryllidae, Muscidae e Nitidulidae se destacaram em relação à frequência e dominância em todos os pontos de coleta (Tabela 3). A família Apidae também se destacou em relação à frequência, dominância e constância no ponto de coleta próximo à mata, o que pode ser atribuído à maior área de vegetação nativa que atrai as abelhas devido à produção de pólen das diversas espécies vegetais que compõem o fragmento de floresta. De acordo com Pires[31], as abelhas que visitam as flores dos algodoeiros podem afetar o aumento da produção. As características morfológicas da planta, como a presença de nectários florais e extraflorais, influenciam os polinizadores, atraindo esses organismos para a área devido ao sequestro de líquido rico em carboidratos por essas estruturas.

Tabela 3 – Análise faunística das famílias de insetos capturados com armadilhas pitfall no talhão 2 de algodoeiro geneticamente modificado, em Vilhena, RO.

Área Famílias	Ponto 1			Ponto 2			Ponto 3		
	F %	D	C %	F %	D	C %	F %	D	C %
Labiduridae	12,82	D	c	12,06	D	c	16,06	D	c
Gryllidae	8,41	D	c	5,75	D	c	6,84	D	c
Muscidae	29,96	D	c	31,17	D	c	20,91	D	c
Nitidulidae	41,76	D	c	42,54	D	c	27,74	D	c
Carabidae	0,54	ND	c	0,52	ND	c	0,73	ND	c
Tephritidae	1,31	ND	c	1,10	ND	c	3,59	ND	c
Scarabidae	0,41	ND	c	0,44	ND	c	1,05	ND	c
Pentatomidae	0,22	ND	c	0,20	ND	c	0,24	ND	c
Termitidae	0,06	ND	c	0,11	ND	a	0,02	ND	ac
Apidae	1,50	ND	c	2,34	ND	c	15,95	D	c
Cerambycidae	0,16	ND	c	0,27	ND	c	0,14	ND	c
Formicidae	0,03	ND	ac	0,06	ND	ac	0,01	ND	ac
Reduviidae	0,33	ND	c	0,24	ND	c	0,17	ND	c
Curculionidae	0,00	ND	0	0,03	ND	ac	0,01	ND	ac
Tettigoniidae	0,00	ND	0	0,00	ND	0	0,01	ND	ac
Sarcophagidae	1,62	ND	c	2,23	ND	c	5,07	ND	c
Noctuidae	0,72	ND	c	0,85	ND	c	1,40	ND	c
Coccinellidae	0,00	ND	0	0,00	ND	0	0,01	ND	ac
Vespidae	0,14	ND	c	0,09	ND	a	0,07	ND	a

F = frequência; D = dominância: D = dominante; ND = não dominante; C = constância: c = constante; a = acessória; ac = acidental; o = sem ocorrência.

Em relação à constância (Tabela 3), as famílias Labiduridae, Muscidae, Nitidulidae, Gryllidae, Tephritidae, Scarabidae, Carabidae, Apidae, Pentatomidae, Reduviidae, Lampyridae, Sarcophagidae, Noctuidae e Cerambycidae foram consideradas constantes nos três pontos analisados do talhão 2, indicando que essas estavam presentes em mais de 50% das amostras. As demais famílias não obtiveram resultados significativos em relação às análises realizadas, sendo consideradas não dominantes, com constância acessória, acidental ou mesmo não possuindo ocorrência, como foi o caso das famílias Coccinellidae e Tettigoniidae, que não foram encontradas nos pontos 1 e 2, sendo consideradas apenas acessórias no ponto 3.

A conservação da biodiversidade, tanto interna quanto nos arredores dos agroecossistemas é fundamental, pois através dessa diversidade que se mantém as populações de inimigos naturais de pragas. Como observado no presente trabalho, a vegetação nativa em torno dos plantios de algodoeiros está relacionada a presença destas populações, uma vez que fornece uma fonte alternativa de alimento e serve como refúgio para estes predadores naturais de pragas agrícolas, que podem, então, se deslocar para as culturas próximas[32]. Esse conceito está intimamente relacionado ao manejo integrado de pragas (MIP), que busca controlar as pragas agrícolas de forma sustentável, utilizando uma combinação de métodos de controle biológico, cultural, físico e químico, com foco no uso mínimo de pesticidas e na maximização do uso de controles naturais. A preservação e o uso de predadores naturais de pragas, como sugerido por Altieri[32], são um componente fundamental desta estratégia. A manutenção da vegetação nativa ao redor das plantações, chamada de corredores de biodiversidade, pode permitir a movimentação de predadores naturais de pragas entre as culturas e as áreas de vegetação nativa, aumentando a eficácia do controle biológico[33]. Outra estratégia possível é o uso de plantas de cobertura e a rotação de culturas que podem ajudar a manter e aumentar a biodiversidade em agroecossistemas, oferecendo *habitats* para inimigos naturais de pragas e contribuindo para a resiliência do sistema agrícola[34].

Conclusão

A proximidade com fragmentos de floresta aumenta significativamente a diversidade de insetos em áreas de cultivo de algodão. Isso é evidenciado pela maior diversidade de espécies e maior número

de insetos encontrados no talhão 2, que estava mais próximo de um fragmento florestal.

A preservação da biodiversidade é fundamental para a manutenção das populações de predadores naturais de pragas, indicando a importância da vegetação nativa na gestão integrada de pragas.

Famílias de insetos como Labiduridae, Muscidae, Nitidulidae, Gryllidae, entre outras, apresentaram maior frequência e dominância, destacando-se também como importantes inimigos naturais de pragas. A presença de insetos-praga comuns também foi registrada, destacando a importância de um controle integrado para o manejo dessas espécies em áreas de cultivo.

Este estudo reforça a importância do manejo sustentável das práticas agrícolas, incluindo a preservação da vegetação nativa, rotação de culturas e uso mínimo de pesticidas, para a manutenção da biodiversidade e controle efetivo de pragas.

Em suma, essas descobertas destacam o papel crucial da biodiversidade e do manejo sustentável na manutenção de ecossistemas saudáveis e produtivos, assim como a eficácia do controle biológico na gestão de pragas agrícolas. Este estudo contribui para a crescente compreensão da relação entre a biodiversidade, a agricultura e a gestão de pragas, oferecendo informações valiosas para o desenvolvimento de práticas agrícolas sustentáveis no futuro.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Rondônia (IFRO) – campus Colorado do Oeste, agradecemos pela oportunidade de nos aprimorarmos academicamente, profissionalmente e como pessoas.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), agradecemos pela concessão da bolsa de estudos durante o período de realização do presente trabalho.

Ao gerente da fazenda Jaqueline do grupo Masutti, Laydson Fernandes de Menezes, agradecemos por ter disponibilizado o espaço onde foi possível realizar o presente estudo, bem como pela colaboração e acompanhamento em todo o processo de pesquisa.

Agradecemos aos amigos e colaboradores Gustavo Henrique Peralta, Gislaíne Araujo Flores, Fátima Natália Fontoura de Araújo e Rograciel Junior

Ventura Araújo, que contribuíram na classificação e tornaram possível a conclusão deste trabalho. Suas contribuições foram valiosas e fundamentais para o sucesso deste estudo.

Referências

- Lunardon MT. Análise da conjuntura agropecuária: Safra 2007/08 [Internet]. Paraná: Departamento de Economia Rural, Secretaria da Agricultura e do Abastecimento; 2007 [citado em 2021 nov 11]. Disponível em: <https://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Progno>.
- Zeferino AD, Ramos TS. Análise da competitividade das exportações brasileiras de algodão. *Nova Economia*. 2022; 32(2): 507-528.
- Camargo FP de et al. Previsões e estimativas das safras agrícolas do estado de São Paulo, ano agrícola 2021/22, abril de 2022 [Internet]. Análises e Indicadores do Agronegócio. 2022 jun [citado em 2022 jul 19]; 17(6): 1-16. Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/ftp/iea/AIA/AIA-34-2022.pdf>.
- Ribeiro IG, Marin VA. A falta de informação sobre os organismos geneticamente modificados no Brasil. *Ciênc. Saúde Coletiva*. 2012; 17: 359-368.
- Embrapa. Controle biológico e o manejo de pragas do algodoeiro [Internet]. Campina Grande: Embrapa Algodão; 2005 [citado em 2021 nov 10]. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/278333/1/CIRTEC72.pdf>
- Embrapa. Plantio de algodão GM em Rondônia é liberado [Internet]. Embrapa; 2018 [citado em 2022 set 26]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/36106351/plantio-de-algodao-gm-em-rondonia-e-liberado>.
- Bacon VA. Rondônia se destaca internacionalmente na produção e exportação de algodão [Internet]. Secretaria de Estado da Agricultura; 2019 [acesso em 01 fev 2020]. Disponível em: <https://www.agricultura.ro.gov.br/rondonia-se-destaca-internacionalmente-na-producao-e-exportacao-de-algodao/>.
- Garlet J. Levantamento populacional da entomofauna em plantios de *Eucalyptus* spp. [dissertação]. Santa Maria/RS, Brasil; 2010.
- Köppen W, Geiger R. Das geographische System der Klimate. In: *Handbuch der Klimatologie*. Berlin: Gebrüder Borntraeger; 1936; 1: 1-44, part C.
- Marchiori CH. Study of the community of flies at different altitudes in the Serra da Caldas Novas Park, Goiás, Brazil. *Braz J Biol*. 2007; 67: 271-272.
- Triplehorn CA, Johnson NF. Estudo dos insetos – tradução da 7ª edição de borror and delong's introduction to the study of insects. São Paulo, Cengage Learning; 2013. 809 p.
- Silveira Neto S, Nakano O, Barbin D, Villa Nova NA, Lacava PM, Do Amaral AM. Manual de ecologia dos insetos. São Paulo: Agronômica Ceres; 1976.
- Shannon CE, Weaver W. The mathematical theory of communication. Urbana: University of Illinois Press; 1949.
- Sakagami SF, Laroca S. Relative abundance, phenology and flower visits of apid bees in Eastern Paraná. South Brazil (Hym., APIDAE). *Kontyü*. 1971; 39: 213-230.
- Thomazini MJ, Werckmeister T, Ariane B. Levantamento de insetos e análise entomofaunística em floresta, capoeira e pastagem no sudeste acreano. Rio Branco: Embrapa Acre; 2002.
- Almeida MVR, Oliveira TS, Bezerra AME. Biodiversidade em sistemas agroecológicos no município de Choró/CE, Brasil. *Ciênc Rural*. 2009; 39(4): 1080-1087.
- Azevedo FR, Moura MAR, Arrais MSB, Nere DR. Composição da entomofauna da Floresta Nacional do Araripe em diferentes vegetações e estações do ano. *Rev Ceres*. 2011; 58(6): 740-8.
- Lawrence FA, Hasting AM, Dallwitz MJ, Paine TA, Zurcher EJ. Beetles of the world. A key and information system for families and subfamilies. Version 1.0 for MS –Windows [CD-ROM]. Melbourne: CSIRO Publishing; 1999.
- Santos RS, Jelinek J, Andrade Neto R de C. Record of *Conotelus luteicornis* Erichson (Coleoptera: Nitidulidae) in passion fruit vine in Acre state, Brazil. *Rev Ceres*. 2021; 68(4): 368-370.
- Ribeiro P de A. Ecologia do bicudo-do-algodoeiro *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae) no Cerrado do Brasil Central. Brasília/DF; 2007.
- Fernandes FSAPB, Battel VW, Botteon AC. Comportamento predatório de *Euborellia annulipes* (Dermaptera : Anisolabididae) sob mediação de *Harmonia axyridis* (Coleoptera : Coccinellidae). In: Anais do 13º Simpósio de Controle Biológico; 2013; Bonito. p.52.
- Koppenhöfer AM, Reddy KVS, Madel G, Lubega MC. Predators of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Col., Curculionidae) in western Kenya. *J Appl Entomol*. 1992; 114: 530-533.
- Stork NE, Eggleton P. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. *Am J Alternative Agr*. 1992; 7(1/2): 38-47.



24. Kromp B. Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy cultivation impacts and enhancement. *Agr Ecosyst Environ.* 1999; 74(1/3): 187-228.
25. Brown BV, Borkent A, Cumming JM, Wood DM, Woodley NE, Zumbado MA, editors. *Manual of Central American Diptera.* Ottawa: NRC Research Press; 2010. p.728.
26. Rocha UR, Mendes J. Pupation of *Dermatobia hominis* (L. Jr., 1781) (Diptera: Cuterebridae) associated with *Sarcodexia lambens* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Sarcophagidae). *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 1996; 91(3): 299-300.
27. Oliveira LJ, Santos B, Parra JRP, Hoffmann-Campo CB. Coró-da-soja. In: Salvadori JR, Ávila CJ, Silva MTB, editors. *Pragas de solo no Brasil.* Passo Fundo: Embrapa Trigo; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz Alta: Fundacep Fecotrigo; 2004. p. 167-190.
28. Rodrigues SR, Carmo JI, Oliveira VS, Tiago EF, Taira TL. Ocorrência de larvas de *Scarabaeidae fitófagos* (Insecta: Coleoptera) em diferentes sistemas de sucessão de culturas. *Pesq Agropec Trop.* 2011; 41(1): 87-93.
29. Matta DH, Cividanes F, Robson J. Diversidade de Orthoptera (Arthropoda: Insecta) em algodoeiro colorido [Internet]. Ribeirão Preto/SP; 2015. Disponível em: http://www.infobibos.com/Agroenergia/CD_2015/Resumos/ResumoAgroenergia_2015_032.pdf.
30. Stadler T, Buteler M. Migration and dispersal of *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae) in South America. *Rev Soc Entomol Argent.* 2007; 66(3-4): 205-217.
31. Pires VC, Silveira FA, Sujii ER, Torezani KRS, Rodrigues WA, Albuquerque FA, Rodrigues SMM, Salomão AA, Pires CSS. Importance of bee pollination for cotton production in conventional and organic farms in Brazil. *J Pollinat Ecol.* 2014; 13(16): 151-160.
32. Altieri MA. Biodiversity and pest management in agroecosystems. New York: Food Products Press; 1994.
33. Tscharnkte T, Klein AM, Kruess A, Steffan-Dewenter I, Thies C. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity–ecosystem service management. *Ecol Lett.* 2005; 8(8): 857-874.
34. Kremen C, Iles A, Bacon C. Diversified farming systems: an agroecological, systems-based alternative to modern industrial agriculture. *Ecol Soc.* 2002; 17(4): 44.

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo

n.1, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886





Educação ambiental para a conservação das aves limícolas – estudo de caso no Sítio Ramsar Lund Warming, Minas Gerais, Brasil

Cláudia Silva Barbosa^{1*}

 <https://orcid.org/0000-0001-7337-7376>

* Contato principal

José Eugenio Cortes Figueira²

 <https://orcid.org/0000-0001-6399-2025>

Gefferson Guilherme Rodrigues Silva³

 <https://orcid.org/0009-0008-3294-5021>

Thais Dumond³

 <https://orcid.org/0009-0003-9633-352X>

¹ Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Brasil. <geoclaudiabarbosa@gmail.com>.

² Universidade Federal de Minas Gerais/UFMG, Brasil. <cortesfigueira@gmail.com>.

³ Subcomitê do Carste, Brasil. <geffersonguilherme01@gmail.com, tha.drum@hotmail.com>.

Recebido em 09/03/2023 – Aceito em 23/08/2023

Como citar:

Barbosa CS, Figueira JEC, Silva GGR, Dumond T. Educação ambiental para a conservação das aves limícolas – estudo de caso no Sítio Ramsar Lund Warming, Minas Gerais, Brasil. *Biodivers. Bras.* [Internet]. 2024; 14(1): 50-63. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i1.2276

Palavras-chave: Aves limícolas; conservação; educação ambiental; Sítio Ramsar Lund Warming.

RESUMO – Este artigo trata de um estudo de caso relacionado com as atividades desenvolvidas no âmbito do Projeto Rede Asas do Carste que foi implementado em unidades de conservação como na Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, no Parque Estadual do Sumidouro e no Monumento Natural Várzea da Lapa, integrantes do atual Sítio Ramsar Lund Warming no estado de Minas Gerais. O projeto, de cunho educativo multidisciplinar, abrangeu atividades relacionadas com a avifauna em várias lagoas do referido território. Ele foi proposto e discutido de forma participativa em conselhos locais, sendo posteriormente elaborado e implantado por uma equipe multissetorial que envolveu e mobilizou diversos atores sociais. O projeto favoreceu o intercâmbio e a ampliação do conhecimento e da participação social no que tange à identificação e proteção da avifauna e demais espécies de fauna associadas às lagoas monitoradas, bem como o entendimento dos serviços ecossistêmicos prestados por elas. Concluiu-se que as ações educativas desenvolvidas no território do Sítio Ramsar Lund Warming contribuíram para maior sinergia entre os atores locais na busca pela conservação e proteção das aves limícolas e de seu *habitat*. Além disso, entende-se que pode ser um modelo para o desenvolvimento de educação ambiental e monitoramento participativo em outras áreas úmidas e de importância para aves limícolas migratórias.



Environmental education for the conservation of shorebirds – case study at Ramsar Lund Warming Site, Minas Gerais, Brazil

Keywords: Shorebirds; conservation; environmental education; Ramsar Lund Warming Site.

ABSTRACT – This article deals with a case study related to the activities carried out within the scope of the Asas do Karste Network Project, which was implemented in conservation units such as the Karst Environmental Protection Area of Lagoa Santa, in the Sumidouro State Park and in the Natural Monument Várzea da Lapa, members of the current Ramsar Lund Warming Site in the State of Minas Gerais. The multidisciplinary educational project covered activities related to birdlife in several lakes in that territory. It was proposed and discussed in a participatory manner in local councils, and was later prepared and implemented by a multisectoral team that involved and mobilized various social actors. The project favored the exchange and expansion of knowledge and social participation, with regard to the identification and protection of avifauna and other fauna species associated with monitored lagoons, as well as an understanding of the ecosystem services provided by them. It was concluded that the educational actions developed in the territory of the Ramsar Lund Warming Site contributed to greater synergy between local actors in the search for the conservation and protection of shorebirds and their habitat. In addition, it is understood that the project can be a model for the development of environmental education and participatory monitoring in other wetlands and areas of importance for migratory shorebirds.

Educación ambiental para la conservación de aves limícolas – estudio de caso en Sítio Ramsar Lund Warming, Minas Gerais, Brasil

Palabras clave: Aves limícolas; conservación; educación ambiental; Sítio Ramsar Lund Warming.

RESUMEN – Este artículo aborda un estudio de caso relacionado con las actividades desarrolladas en el ámbito del Proyecto Rede Asas do Carste, que fue implementado en unidades de conservación como el Área de Protección Ambiental Kárstica de Lagoa Santa, el Parque Estatal Sumidouro y la Várzea da Monumento Natural Lapa, integrantes del actual Sitio Ramsar Lund Warming en el Estado de Minas Gerais. El proyecto educativo multidisciplinario abarcó actividades relacionadas con la avifauna en varios lagos de ese territorio. Fue propuesto y discutido de manera participativa en los consejos locales, y posteriormente fue desarrollado e implementado por un equipo multisectorial que involucró y movilizó a diversos actores sociales. El proyecto favoreció el intercambio y ampliación de conocimientos y participación social, respecto de la identificación y protección de aves y otras especies de fauna asociadas a las lagunas monitoreadas, así como el conocimiento de los servicios ecosistémicos que brindan las mismas. Se concluyó que las acciones educativas desarrolladas en el territorio del Sitio Ramsar Lund Warming contribuyeron a una mayor sinergia entre los actores locales en la búsqueda de la conservación y protección de las aves limícolas y su *hábitat*. Además, se entiende que el proyecto puede ser un modelo para el desarrollo de la educación ambiental y el monitoreo participativo en otras áreas de humedales de importancia para las aves limícolas migratorias.

Introdução

O carste é um terreno que apresenta um conjunto de formações geológicas geradas especialmente em rochas calcárias, apresentando geomorfologias típicas como cavidades e dolinas. Nesse terreno ocorre intensa erosão química e física

especialmente pela ação da água, que por meio de condutos subterrâneos pode auxiliar na formação de lagoas[1]. No Brasil, uma das principais áreas cársticas é denominada Carste de Lagoa Santa, localizada no estado de Minas Gerais. Lugar no qual, em meados do século XIX, Peter Wilhelm Lund desenvolveu pesquisas e encontrou centenas



de fósseis que marcaram o desenvolvimento de áreas como da arqueologia e da paleontologia[2]. Em parte dessas pesquisas, foi auxiliar de Lund o botânico Johannes Eugenius Bülow Warming, que escreveu o que Goodland[3] considera ser o primeiro livro de uma nova ciência, a Ecologia, ao descrever e desenhar a vegetação do Cerrado e suas relações com o solo, o clima e o fogo[5].

Foi também nesse carste que, em meados de 1970, a arqueóloga francesa Annette Laming-Emperaire chefou uma missão de pesquisa e descobriu um dos mais antigos fósseis de humanos da América, que ficou conhecido como “Luzia”, uma paleoíndia que viveu na região há cerca de 12 mil anos[2].

Soma-se ao vasto patrimônio cultural um grande conjunto de lagoas que, muitas vezes, são interligadas por águas subterrâneas, surgências e sumidouros[5], inseridos no domínio fitogeográfico do Cerrado em tensão com o bioma da Mata Atlântica[6].

Para proteger parte desse território e seus atributos físicos, biológicos e culturais foi criada a Área de Proteção ambiental Carste de Lagoa Santa (APA Carste) no vetor norte da região metropolitana de Belo Horizonte, em Minas Gerais[7]. A região da APA Carste apresenta um importante sistema de lagoas, aproximadamente 60, que, com o transcorrer do ano, passam por um período de cheia no auge da estação chuvosa (de outubro até março) e outro de vazante no período de estiagem (de abril até setembro), chegando algumas delas a secar por completo[8]. O que fica caracterizado é uma marcante sazonalidade que conduz a grandes oscilações anuais no nível das águas dessas lagoas, promovendo uma diversificação de *habitat* e atraindo uma grande quantidade de espécies de aves aquáticas[9] – um total de 53 espécies catalogadas até então –, o que torna as lagoas ambientes de grande importância para a conservação da biodiversidade regional[5][10].

Considerando a localização da APA Carste numa região pautada pelo rápido crescimento urbano, foram estabelecidas outras normativas após sua criação para auxiliar numa maior conservação dos atributos físicos e biológicos do território. Para exemplificar, destaca-se que no interior da APA foram implantadas unidades de proteção integral estaduais que têm relação direta com proteção das lagoas cársticas da região como o Parque Estadual do Sumidouro e o Monumento Natural Estadual Vargem da Pedra, que são importantes para as aves limícolas migratórias[11]. Além disso, em 2013 foi publicada a Resolução da Comissão Nacional da Biodiversidade (Conabio) nº 6, que dispôs sobre as

metas nacionais de biodiversidade para o período de 2011 até 2020, com os objetivos de reduzir as perdas da biodiversidade, favorecer a sustentabilidade socioambiental e ampliar ações de comunicação e educação ambiental no âmbito brasileiro.

Um dos desdobramentos da Resolução Conabio nº 6 foi o estabelecimento da Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade (EPANB), sendo que para a sua articulação auxiliaram diversos atores relacionados ao governo, ao setor privado e à sociedade civil, coordenados pela Secretaria de Biodiversidade do Ministério do Meio Ambiente. Tal articulação ocorreu pela criação do Painel Brasileiro de Biodiversidade (PainelBio) para definir os indicadores de biodiversidade[15].

Ressalta-se, além disso, que o Brasil é signatário de um tratado intergovernamental denominado Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional – a Convenção Ramsar, que visa especificamente conservar a biodiversidade e estimular o uso sustentável de áreas úmidas. Considerando a especificidade de cada área, algumas são designadas como Sítio Ramsar, sendo reconhecidas pela biodiversidade de animais e plantas, filtragem e estocagem de água doce, valor científico, histórico, cultural e paisagístico, ecoturismo, produção de alimentos, dentre outros[16][10][17]. Levando-se em conta as características geomorfológicas e biológicas da APA Carste, especialmente a presença de muitas lagoas e a biodiversidade limícola, além da presença de espécies de aves consideradas vulneráveis[18], grande parte da unidade de conservação foi categorizada como um Sítio de Importância Internacional – Ramsar, que recebeu o nome de Sítio Lund Warming em homenagem aos trabalhos e pesquisas desenvolvidos pelo naturalista Peter Wilhelm Lund e por Johannes Eugenius Bülow Warming[19].

Cabe ainda mencionar que a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental e, por meio dela, estabeleceu a obrigatoriedade da educação ambiental em todos os níveis do ensino formal da educação brasileira, sendo trabalhada transversalmente entre todas as disciplinas[14]. Com isso, tornou-se um marco importante para a história da educação ambiental no Brasil e trouxe consigo um longo processo de interlocução entre ambientalistas, educadores e governos[13]. Assim, a educação ambiental representa um instrumento fundamental para auxiliar para que os moradores locais ampliem seus conhecimentos e atuem em prol de um ambiente mais sustentável[12][13].

Nesse contexto normativo e socioambiental, foi elaborado o Projeto Rede Asas do Carste, que envolveu diversos atores sociais para a conservação de diversas espécies da avifauna em um território especialmente protegido, abarcando áreas protegidas como a APA Carste de Lagoa Santa, o Parque Estadual do Sumidouro e o Monumento Natural Várzea da Lapa.

Após o estabelecimento do Sítio Ramsar Lund Warming e da execução do Projeto Rede Asas do Carste foram dispostos os planos de ação nacional para a conservação das espécies ameaçadas de extinção (PANs) do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Dentre esses, a Portaria nº 491, de 2019[20] trata sobre o PAN das Aves Limícolas Migratórias, estabelecendo as estratégias prioritárias para a conservação de espécies ameaçadas de extinção como também para conservação de táxons não ameaçados e migratórios. Outra iniciativa importante é o Censo Neotropical de Aves Aquáticas (CNAA), coordenado pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres (CEMAVE), do ICMBio, que é um projeto para o censo das aves aquáticas na América do Sul, fazendo parte do International Waterbird Census, coordenado pelo Wetlands International.

Diante do exposto e do estabelecimento de um PAN específico sobre aves limícolas migratórias cujo um dos seus objetivos é a ampliação do conhecimento para subsidiar a conservação das aves limícolas e seus *habitat* no Brasil[20] apresentamos um estudo de caso sobre o Projeto Rede Asas do Carste. O projeto foi pautado em ações participativas e educativas no que tange a proteção e a conservação tanto das aves como de seu *habitat*, podendo servir como um exemplo para o desenvolvimento de atividades semelhantes em outras áreas úmidas e de importância para aves limícolas no Brasil.

Materiais e Métodos

O Sítio Ramsar Lund Warming no Carste de Lagoa Santa

No estado de Minas Gerais existem apenas dois sítios que são considerados como áreas úmidas de importância internacional: o Sítio Ramsar do Parque Estadual do Rio Doce e o Sítio Ramsar Lund Warming (Figura 1). A maior parte do território da APA Carste está inserido neste último Sítio, que também engloba unidades estaduais, configurando como um importante território para a preservação da biodiversidade no estado[10][11].

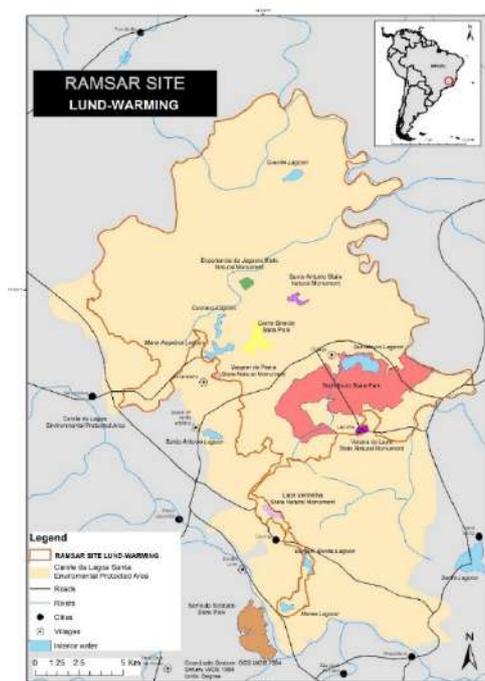


Figura 1 – Localização do Sítio Ramsar Lund Warming, Minas Gerais, Brasil.
Fonte: RAMSAR[21].

Pesquisas do Departamento de Genética, Ecologia e Evolução da Universidade Federal de Minas Gerais (DGEE/UFMG) trataram especificamente da importância do território do Carste de Lagoa Santa para a conservação das aves, como as pesquisas desenvolvidas por Nobrega[10] que realizou um inventário sobre as aves aquáticas e procedeu os devidos levantamentos sobre seu *habitat*.

Nesta pesquisa registramos 39 espécies de aves aquáticas, pertencentes a 15 famílias, que foram agrupadas em 14 guildas tróficas (...). As famílias mais representativas foram Ardeidae (socós e garças, guilda



Figura 2 – *Platalea ajaja* (colhereiro).
Fonte: Os autores.

As pesquisas desenvolvidas no âmbito da unidade de conservação subsidiaram os levantamentos que culminaram na proposição de que grande parte da APA Carste de Lagoa Santa se tornasse um Sítio Ramsar no ano de 2017[19], o que será mais bem discutido a seguir.

Em anos de chuvas generosas as lagoas se formam em depressões típicas das paisagens cársticas-carbonáticas, isso é, onde o calcário é a rocha-matriz. As águas das chuvas infiltradas nos solos da região alimentam os lençóis freáticos cujos níveis se elevam aos poucos até atingirem e ultrapassarem o fundo das depressões e a elas se juntam as águas caídas diretamente das chuvas e ainda provenientes do endocarste. Somadas, elas determinam as áreas dos espelhos-d'água que aumentam com o avanço das chuvas e diminuem quando elas cessam e a estação seca avança (Figuras 4 e 5).

As lagoas atraem aves aquáticas que vêm de outras regiões do estado de Minas Gerais e do Brasil,

carnívoro de água rasa), Anatidae (patos, guilda onívoro de água rasa) e Scolopacidae (maçaricos e narcejas, guilda onívoro de água rasa) com oito, seis e quatro espécies registradas, respectivamente[10, p. 25].

Antes de Nobrega[10], uma pesquisa realizada por Dornas[22] já destacava a importância biológica da APA Carste para conservação de aves no estado de Minas Gerais, registrando a presença na unidade de conservação de aves aquáticas consideradas emblemáticas como o pato-de-crista *Sarkidiornis sylvicola* além das ameaçadas de extinção regional como o colhereiro e a cabeça-seca (Figuras 2 e 3).



Figura 3 – *Mycteria americana* (cabeça-seca).
Fonte: Os autores.

sendo algumas migratórias de longa distância que abandonam temporariamente o hemisfério norte durante o inverno e rumam para o sul passando sobre o território da APA Carste. É importante ressaltar que a maioria das espécies de aves ainda vistas nas lagoas temporárias, foram registradas por Peter W. Lund e Johannes T. Reinhardt, cientistas dinamarqueses do século XIX, sendo várias delas coletadas por Lund como fósseis da transição dos períodos Pleistoceno-Holoceno. Isso atesta a antiguidade das lagoas temporárias e das migrações em “curta” (dentro do estado), “média” (dentro do Brasil) e “longa distâncias” (entre continentes). Nas lagoas com maiores espelhos d'água, que são as mais estáveis, pois duram mais tempo, as abundâncias e a riqueza em espécies de aves são maiores, e nelas as guildas tróficas (que dizem respeito às dietas e como elas são conseguidas), são mais variadas[19].

Por outro lado, quando a seca avança as áreas dos espelhos d'água e suas profundidades diminuem, as aves aquáticas as abandonam e passam a



Figuras 4 e 5 – Lagoa cárstica Vargem Bonita localizada no município de Confins, no seu processo de seca entre os meses de maio a setembro de 2016, registro feito durante as visitas do projeto Rede Asas do Carste.
Fonte: CBH Velhas[23].

ocupar outras ainda com água ou deixam a região. À medida que secam, seus leitos recém expostos são progressivamente colonizados por vegetação campestre que alimenta veados, capivaras e até cavalos e gado, ao passo que aves que caçam insetos, aranhas, anfíbios e cobras tornam-se mais frequentes. Isso irá perdurar até que as chuvas retornem enchendo as lagoas, substituindo a vegetação e a

fauna campestre pela vegetação aquática, por peixes, anfíbios, insetos e moluscos que serão caçados por bandos de garças, socós, jaçanãs, carãos, biguás, maçaricos, patos, mergulhões, colhereiros, cegonhas, gaivotas, saracuras, gaviões-caramujeiros, martins-pescadores, águias pescadoras etc., totalizando mais de 50 espécies, sendo que várias delas se reproduzem nessas lagoas (Figura 6).



Figura 6 – Painel com alguns representantes da fauna nas lagoas cársticas da região do Sítio Lund Warming. A) *Himantopus mexicanus* fotografado na Vargem Bonita em Confins; B) bando de *Dendrocygna virduata* fotografado na Lagoa do Fluminense em Mocamboeiro/Matozinhos; C) família de *Vanellus chilensis* fotografado na Lagoa de Fora em Funilândia; e D) grupo de capivaras, biguás e garças registrado em um ponto da Lagoa de Santo Antônio em Pedro Leopoldo.
Fonte: Os autores.

Por serem pequenas e rasas, e pelo fato de a rocha calcária ter alta densidade de fraturas e condutos por onde a água subterrânea circula, elas são sensíveis a alterações nos níveis dos lençóis freáticos, a mudanças no regime de chuvas, aos desmatamentos e urbanização (que reduzem a infiltração de água no solo), à assoreamentos e ao uso indiscriminado de água. As lagoas temporárias fazem parte da paisagem cárstica há milhares de anos com sua rica fauna e flora e seus ciclos de cheias e secas favorecem de forma significativa a biodiversidade local, mas a busca desenfreada por recursos naturais operando em diferentes escalas geográficas constituem grave ameaças aos objetivos de criação da APA Carste[7]. Apesar disso, ainda existe grande diversidade de espécies e áreas preservadas, o que favoreceu para que, em grande parte dessa unidade de conservação, fosse estabelecido o Sítio Ramsar Lund Warming.

O Projeto Rede Asas do Carste

No município de Confins, durante o primeiro seminário do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, ocorrido em março de 2014, foi apresentada por um professor da Universidade Federal de Minas Gerais uma síntese sobre a distribuição e dinâmica temporal das aves aquáticas associadas às lagoas da APA Carste de Lagoa Santa. A partir desse evento, membros dos Subcomitês do Carste e do Ribeirão da Mata sugeriram fazer um projeto educativo que envolvesse temáticas relacionadas ao Sítio Ramsar Lund Warming junto à comunidade escolar dos municípios locais.

O projeto deveria buscar a difusão de conhecimento e a promoção da conservação dos ecossistemas aquáticos, além do inventário e o monitoramento da avifauna nas lagoas cársticas da região e seu ecossistema, principalmente as espécies consideradas aquáticas. Considerou-se a existência de pesquisas que concluíam que as espécies de aves aquáticas demonstravam um intenso comportamento de patrulhamento nas áreas úmidas à procura de recursos presentes nas lagoas temporárias e/ou perenes, mesmo que esses fossem transitórios e efêmeros seriam bioindicadores de qualidade ambiental, seja através do seu grau de sensibilidade a alterações antrópicas e perturbação do seu *habitat*, e/ou estarem ameaçadas de extinção, seja por exercerem diferentes funções ecológicas, como o controle populacional de níveis mais baixos da cadeia

alimentar, dispersão de sementes e propágulos da flora, pequenos peixes e invertebrados aquáticos[9][10][24].

Com o enfoque educativo, o Projeto Rede Asas do Carste foi elaborado no âmbito dos Subcomitês vinculados ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (CBH Velhas), junto com o Instituto de Ciência Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (ICB/UFMG). Foram realizadas reuniões com representantes dessas instituições para coordenarem a elaboração do projeto, que teve como parceiros: o Projeto Manuelzão, o Instituto Estadual de Florestas (IEF), o ICMBio, além de instituições públicas e privadas. Em encontros específicos sobre o tema, cada representante dos parceiros envolvidos apresentava suas opiniões e as possibilidades de contribuir com o projeto, como em termos financeiros, de disponibilização de profissionais para acompanhamento das atividades correlatas e autorização para execução das atividades como no caso das unidades de conservação estaduais[24].

O objetivo do Projeto Rede Asas do Carste fundamentou-se na promoção de ações de educação ambiental com a comunidade escolar das cidades que compõem a Unidade Territorial Estratégica (UTE) do Carste; parte da UTE do Ribeirão da Mata; e da APA Carste de Lagoa Santa, especificamente abrangendo os municípios de Confins, Matozinhos, Prudente de Moraes, Funilândia, Lagoa Santa, e Pedro Leopoldo. O mote do projeto foi o monitoramento de aves nas lagoas cársticas, especialmente realizados por educandos do ensino fundamental[24]. Para tanto, elencaram-se as escolas mais próximas das lagoas abrangidas pelo Sítio Ramsar Lund Warming e outras localizadas em lagoas cársticas próximas ao Sítio, que foram (Quadro 1):

A partir da escolha das escolas que integrariam o projeto, e em reuniões com a equipe pedagógica de cada uma delas, foram selecionados as séries e os educandos do ensino fundamental que participariam. Após, educadores e equipe técnica do Rede Asas propiciaram encontros com os alunos nos quais explicaram o que seriam as atividades a serem realizadas. Foi repassado um guia de campo contendo informações gerais sobre o Projeto Rede Asas, sobre o território da APA Carste, um mapa de localização das lagoas, instruções gerais sobre as atividades em campo contendo uma ficha para anotarem as informações, tais como nome da lagoa, espécie avistada e observações (24).

Quadro 1 – Escolas abrangidas pelo Projeto Rede Asas do Carste.

ESCOLA	LAGOA	MUNICÍPIO
Escola Municipal Ester Gomes	Lagoa do Fluminense	Matozinhos
Escola Estadual Felícia Fernandes	Lagoa do Fluminense	Matozinhos
Escola Municipal de Tavares	Lagoa Várzea Bonita	Confins
Escola Municipal São José	Lagoa Várzea Bonita	Confins
Escola Estadual Romero de Carvalho	Lagoa do Sumidouro	Lagoa Santa
Escola Municipal Heitor Cláudio	Lagoa Santo Antônio	Pedro Leopoldo
Escola Estadual Magno Claret	Lagoa Santo Antônio	Pedro Leopoldo
Escola Estadual Aluísio Ferreira de Souza	Lagoa de Fora*	Funilândia
Escola Municipal da Lapinha	Lagoa Central*	Lagoa Santa
Escola Municipal Jeliomar Brandão	Lagoa do Cercado*	Prudente de Morais
Escola Estadual Virgílio Melo	Lagoa do Cercado*	Prudente de Morais

Fonte: Adaptado pelos autores[24].

Nota*: Lagoa não abrangida pelo Sítio Ramsar Lund Warming.

Todas as atividades foram realizadas sob a orientação de profissionais capacitados para identificar e documentar a avifauna observada no perímetro e entorno das sete lagoas cársticas,

havendo registros fotográficos, coleta de dados e relatórios referentes à avifauna e ao habitat, além de atividades interdisciplinares em sala de aula. As atividades de campo foram iniciadas no ano de 2015 (Figura 7).



Figura 7 – Painel de registros fotográficos realizado durante as visitas de campo do projeto Rede Asas do Carste. Fonte: CBH Velhas[23].

Fez-se o biomonitoramento trimestral das aves presentes nas lagoas durante o horário matutino (entre 7h e 11h) com o auxílio de binóculos e câmeras semiprofissionais, fato que envolveu diretamente 150 educandos e 56 educadores de escolas de ensino fundamental da rede pública da região[24].

Os educandos iam trimestralmente para essas lagoas com o objetivo inicial de monitorar as aves ali presentes. Durante as atividades de monitoramento era discutido pela equipe técnica do projeto todo o contexto ambiental em que essas aves estariam inseridas, como: ecossistemas ali presentes; dinâmica dessas lagoas; fragilidades e importância do carste e seu aquífero; risco de contaminação; poluição e impactos ambientais; relação dessas lagoas com a comunidade. Foram também realizadas atividades interdisciplinares pelos educadores relacionados

com o projeto, envolvendo geografia, artes, história, biologia e outras[24].

Cabe mencionar que a fim de auxiliar na difusão e troca de conhecimentos, as atividades educativas realizadas pelos educandos foram apresentadas nas escolas e em reuniões dos Subcomitês do Carste e do Ribeirão da Mata.

Resultados

O projeto durou cerca de quatro anos, sendo registradas 105 espécies de aves nas lagoas monitoradas. Algumas dessas espécies já haviam sido catalogadas pelo Plano de Manejo da APA Carste[5] e em pesquisas como de Nobrega[10], estando tais informações discriminadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Lista de espécies aquáticas não passeriformes encontradas na região do Sítio RAMSAR Lund Warming.

Nome Científico	Nome Popular	IBAMA, CPRM 1998	NOBREGA 2015	REDE ASAS 2018	MG
Anseriformes					
Anatidae					
<i>Dendrocygna viduata</i>	irerê		X	X	
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	marreca-cabocla		X	X	
<i>Cairina moschata</i>	pato-do-mato		X	X	
<i>Amazonetta brasiliensis</i>	marreca-ananaí		X	X	
<i>Netta erythrophthalma</i>	paturi-preta		X		
<i>Nomonyx dominicus</i>	marreca-caucau		X		
Podicipediformes					
Podicipedidae					
<i>Tachybaptus dominicus</i>	mergulhão-pequeno	X	X	X	
<i>Podilymbus podiceps</i>	mergulhão-caçador	X	X	X	
Gruiformes					
Aramidae					
<i>Aramus guarauna</i>	carão	X	X	X	
Rallidae					
<i>Porphyrio martinica</i>	frango-d'água-azul	X	X		
<i>Laterallus melanophaius</i>	sanã-parda			X	
<i>Mustelirallus albicollis</i>	sanã-carijó	X		X	
<i>Pardirallus nigricans</i>	saracura-sanã	X		X	
<i>Aramides cajaneus</i>	saracura-três-potes	X	X	X	
<i>Aramides saracura</i>	saracura-do-mato	X			
<i>Gallinula galeata</i>	galinha-d'água	X	X	X	

Charadriiformes					
Charadriidae					
<i>Vanellus cayanus</i>	mexeriqueira	X	X		
<i>Vanellus chilensis</i>	quero-quero	X	X	X	
<i>Charadrius semipalmatus</i>	batuira-de-bando		X		
Recurvirostridae					
<i>Himantopus mexicanus</i>	pernilongo-de-costas-negras	X		X	
<i>Himantopus melanurus</i>	pernilongo-de-costas-brancas		X	X	
Scolopacidae					
<i>Gallinago paraguaiæ</i>	narceja		X		
<i>Tringa solitaria</i>	maçarico-solitário		X		
<i>Tringa melanoleuca</i>	maçarico-grande-de-perna-amarela		X		
<i>Tringa flavipes</i>	maçarico-de-perna-amarela	X			
Jacaniidae					
<i>Jacana jacana</i>	jaçanã	X	X	X	
Ciconiiformes					
Ciconiidae					
<i>Mycteria americana</i>	cabeça-seca		X	X	VU
Suliformes					
Anhingidae					
<i>Anhinga anhinga</i>	biguatinga	X	X	X	
Phalacrocoracidae					
<i>Nannopterum brasilianum</i>	biguá	X	X	X	
Pelecaniformes					
Ardeidae					
<i>Tigrisoma lineatum</i>	socó-boi		X		
<i>Nycticorax nycticorax</i>	socó-dorminhoco	X	X	X	
<i>Butorides striata</i>	socozinho	X	X	X	
<i>Bubulcus ibis</i>	garça-vaqueira	X	X	X	
<i>Ardea cocoi</i>	garça-moura	X	X	X	
<i>Ardea alba</i>	garça-branca-grande	X	X	X	
<i>Syrigma sibilatrix</i>	maria-faceira	X		X	
<i>Egretta thula</i>	garça-branca-pequena	X	X	X	
Threskiornithidae					
<i>Phimosus infuscatus</i>	tapicuru	X	X	X	
<i>Theristicus caudatus</i>	curicaca		X	X	
<i>Platalea ajaja</i>	colhereiro	X	X	X	VU
Accipitriformes					
Accipitridae					
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	gavião-caramujeiro	X		X	

Coraciiformes					
Alcedinidae					
<i>Megaceryle torquata</i>	martim-pescador-grande	X	X	X	
<i>Chloroceryle amazona</i>	martim-pescador-verde	X	X	X	
<i>Chloroceryle americana</i>	martim-pescador-pequeno	X	X	X	

Fonte: Adaptado pelos autores de [5][10][24].

Outro resultado foi a criação de um álbum de figurinhas (Figura 8), através da parceria estabelecida com o ICMBio – APA Carste de Lagoa Santa, sendo impressos 5 mil álbuns com recursos de compensação

ambiental, que foram usados em atividades do Projeto Rede Asas e em ações educativas dos parceiros do projeto, como as realizadas pelas prefeituras e conselheiros dos subcomitês envolvidos[24].



Figura 8 – Painel do álbum de figurinhas do Projeto Rede Asas do Carste.
Fonte: CBH Velhas (23).

Somado ao álbum, o projeto estimulou o surgimento de três projetos de recuperação de lagoas cársticas com um grande envolvimento das comunidades, havendo uma conscientização dos educandos e educadores envolvidos com o tema, o que foi externado através de construções e apresentação de maquetes em espaços públicos, ações de limpeza das lagoas, concurso de fotografia tendo as lagoas e sua biodiversidade como temática, aumento do número de denúncias de crimes ambientais, entre outras. Além disso, foi realizado um Workshop do Projeto Rede Asas do Carste com a participação de todos os atores envolvidos com o projeto[23] (Figura 9).

Através das atividades de educação ambiental, ampliou-se o conhecimento, por parte dos educandos, sobre a avifauna nas lagoas do Sítio Ramsar Lund Warming, a compreensão de suas fragilidades, das pressões antrópicas sofridas e dos desafios para a sua conservação, valorização no âmbito do seu território de influência[23].

Nesse território o sistema de lagoas temporárias torna a região bastante peculiar com relação a outros lugares nos quais lagoas são raras. Por exemplo, em 2013 grande parte das lagoas da APA Carste secaram e permaneceram secas ou quase secas durante cinco anos, período caracterizado por



Figura 9 – Painel dos trabalhos desenvolvidos no I Workshop do Projeto Rede Asas do Carste.
Fonte: CBH Velhas (23).

poucas chuvas. Somente a partir de 2019 as chuvas se intensificaram e as lagoas reapareceram na paisagem com muitas espécies de plantas e espécies aquáticas, tornando o momento apto para retomar o Projeto Rede Asas do Carste, porém faltaram recursos para sua continuidade.

É certo que apesar do enorme avanço para a conservação e preservação dos ambientes naturais e o sistema de lagoas cársticas presente na região da APA Carste, do Sítio Ramsar Lund Warming e das UTEs do Carste e Ribeirão da Mata observado com a conscientização alcançada pelo projeto, as lagoas em sua maioria, ainda sofrem impactos negativos como pelo aumento dos desmatamentos, da urbanização e de atividades irregulares de uso da água. Isso afeta diretamente as espécies que dependem dessas lagoas, como as aves limícolas migratórias. Entende-se que é necessário manter as ações educativas que ampliem o conhecimento sobre a importância da conservação do ambiente inserido no Sítio Ramsar Lund Warming. Tais ações, em longo prazo, poderão refletir na melhoria das condições ambientais futuras do território.

Conclusão

Apresentou-se um estudo de caso sobre o Projeto Rede Asas do Carste desenvolvido no âmbito do Sítio Ramsar Lund Warming. Entende-se que o monitoramento da avifauna nas lagoas cársticas é pertinente para se vencer os desafios relacionados com a conservação e a preservação ambiental envolvendo os atores socioambientais presentes no território, sejam eles instituições públicas, instituições ligadas ao terceiro setor ou pela própria comunidade envolvida.

A perda e degradação de área e de *habitat* nas lagoas abrangidas pelo projeto podem justificar a ausência de registro de espécies mais sensíveis e de indivíduos de espécies de aves aquáticas migratórias durante as atividades em campo no território. Tal fato justifica projetos de inventariamento da fauna/flora no Sítio Ramsar Lund Warming e a necessidade de se intensificarem ações de sensibilização e conscientização da população de entorno, como as do projeto Rede Asas do Carste, cujos educandos e educadores envolvidos são multiplicadores da sensibilização e conscientização nas comunidades

da região visando à conservação e à melhoria de tais ambientes. O referido projeto buscou, ao longo de sua duração, possibilitar aos educandos vivenciarem a realidade do ecossistema da região e suas particularidades através de visitas de campo periódicas a cada estação das lagoas selecionadas para o monitoramento das aves aquáticas. Assim, permitiu um melhor entendimento do ambiente, levando para a sala de aula conhecimentos práticos sobre o processo ecossistêmico, além das discussões sobre possibilidades de uso sustentável associado com a coexistência da biodiversidade local. De certa maneira, também estimulou o protagonismo socioambiental para a valorização e conservação/proteção dos patrimônios ambientais presentes no território.

É nesse contexto, e pelos resultados alcançados no Sítio Ramsar Lund Warming, que se entende que o Projeto Rede Asas pode ser uma referência em termos de ações educativas para estimular o monitoramento participativo das aves limícolas e aumentar o conhecimento sobre essas aves nas áreas estratégicas para a conservação no Brasil.

Agradecimentos

Aos conselheiros do Subcomitê do Carste, do Subcomitê do Ribeirão da Mata, da APA Carste de Lagoa Santa; especialmente aos educadores e educandos do Projeto Rede Asas do Carste.

Referências

- Guerra AT, Guerra AJT. Novo dicionário geológico-geomorfológico. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil; 2003.
- Berbert-Born M. Carste de Lagoa Santa/MG – Berço da paleontologia e da espeleologia brasileira. In: Schobbenhaus C, Campos DA, Queiroz ET, Winge M, Berbert-Born MLC. (eds). In: Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil. 1. ed. Brasília: DNPM/CPRM – Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP). 2002; 1: 415-430.
- Goodland RJ. The tropical origin of ecology: Eugen Warming's jubilee. *Oikos*. 1975; 26: 240-245.
- Warming E. Lagoa Santa: contribuição para a geografia phytobiologica Trad. Alberto Löfgren. Belo Horizonte: Imprensa Oficial do Estado de Minas Gerais; 1908.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Plano de Manejo APA Carste de Lagoa Santa. Belo Horizonte: IBAMA/Fund. Biodiversitas/CPRM;1998.
- Rizzini CT. Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições Ltda; 1997.
- Decreto nº 98.881, de 25 de janeiro de 1990 (Brasil). Dispõe sobre a criação de área de proteção ambiental no Estado de Minas Gerais, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Seção 1, Brasília, DF, 26 jan; 1990.
- Araújo AGM, Neves WA, Piló LB. Eventos de seca no Holoceno e suas implicações no povoamento pré-histórico do Brasil Central [CD-ROM]. Anais do IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário; out 2003. Recife: ABEQUA; 2003.
- Oliveira TD. Sazonalidade, riqueza e abundância de espécies de aves aquáticas associadas a uma lagoa temporária da APA Carste de Lagoa Santa/MG (graduação). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2009. 30 f.
- Nobrega PFA. Aves aquáticas da área de proteção ambiental carste de Lagoa Santa: ecologia e conservação [tese]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2015. 186 f.
- Barbosa CS. Gestão da paisagem cultural: desafios e perspectivas diante do processo de metropolização na APA Carste de Lagoa [tese]. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais; 2021. 292 f.
- Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD). Nosso futuro comum. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas; 1991.
- Pedrini AG. Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável ou sociedade sustentável? Uma breve reflexão para a América Latina. *Revista Educação Ambiental em Ação*. Novo Hamburgo. 2006; 5(17) jun. ago.
- Presidência da República (Brasil). Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Seção 1, Brasília, DF: 28 abr; 1999.
- Ministério do Meio Ambiente. Processo Brasileiro de Construção da Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade (EPANB) – Caminhos e Lições Aprendidas. Brasília, DF; 2018.

16. Decreto nº 1.905, de 16 de maio de 1996 (Brasil). Promulga a Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, especialmente como *Habitat* de Aves Aquáticas, conhecida como Convenção de Ramsar, de 02 de fevereiro de 1971. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Seção 1, Brasília, DF, 17 maio; 1996.
17. Ministério do Meio Ambiente [homepage na internet]. Sítios RAMSAR. [acesso em 01 de jul 2023]. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/areas-umidas/sitios-ramsar-brasileiros>.
18. Deliberação Normativa COPAM nº 147, de 30 de abril de 2010 (Minas Gerais). Aprova a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais; 2010.
19. Figueira JEC, Drumond MA. New Ramsar Site Proposal – Peter Lund Karst, Minas Gerais State, Brazil. Documento submetido para avaliação pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA; Belo Horizonte; 2014.
20. Portaria nº 491, de 10 de setembro de 2019 (Brasil). Aprova 2º ciclo do Plano de Ação Nacional para a Conservação das Aves Limícolas Migratórias – PAN Aves Limícolas Migratórias. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Seção 1, Brasília, DF: 12 set; 2019.
21. RAMSAR [homepage na internet]. Sítio Lund Warming. [acesso em: 01 jun 2023]. Disponível em: <https://rsis.ramsar.org/ris/2306>.
22. Dornas T. Sazonalidade, riqueza e abundância de aves aquáticas associadas a uma lagoa temporária da APA Carste de Lagoa Santa/MG [monografia]. Belo Horizonte: Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais; 2004. 95 p.
23. CBH Velhas [homepage na internet]. Workshop do Projeto Rede Asas [acesso em: 03 abr 2023]. Disponível em: <https://cbhvelhas.org.br/noticias/moradores-alunos-professores-e-comunidade-da-bacia-participaram-do-i-workshop-do-projeto-rede-asas-do-carste/>.
24. Procópio JC, Nogueira DC, Silva GGR, Drumond T. Rede Asas do Carste: colecionando aves, descobrindo as lagoas. Belo Horizonte: Instituto Gaucuy – SOS Rio das Velhas; 2018.

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo

n.1, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886



Presença de resíduos plásticos no trato digestório de tainhas (*Mugil liza*) do estuário de Cananeia, sudeste do Brasil

Gislaine de Fatima Filla^{1*}

 <https://orcid.org/0000-0003-4928-9952>

* Contato principal

Thiago Poss Moreira²

 <https://orcid.org/0000-0002-2936-9608>

Daniel Bussolaro¹

 <https://orcid.org/0009-0008-9739-1891>

¹ Instituto Federal do Paraná/IFPR, Campus Curitiba, Rua João Negrão, 1275, Rebouças, Curitiba/PR, Brasil. CEP: 80.230-150. <gislaine.filla@gmail.com, daniel.bussolaro@ifpr.edu.br>.

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Unioeste, Campus de Francisco Beltrão, R. Maringá, 1200, Vila Nova, Francisco Beltrão/PR, Brasil. CEP: 85.605-010. <thiagoposs3@gmail.com>.

Recebido em 15/06/2023 – Aceito em 07/02/2024

Como citar:

Filla GF, Poss TM, Bussolaro D. Presença de resíduos plásticos no trato digestório de tainhas (*Mugil liza*) do estuário de Cananeia, sudeste do Brasil. Biodivers. Bras. [Internet]. 2024; 14(1): 64-77. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i1.2460

Palavras-chave: Peixes; microplásticos; poluentes.

Resumo – A contaminação dos ecossistemas marinhos e outros ambientes aquáticos pelo plástico e seus derivados é um grave e crescente problema na atualidade. Os peixes e os outros animais aquáticos são direta e indiretamente atingidos pela presença de plásticos em seus *habitat*, visto que muitas espécies, independentemente de seu tamanho, ingerem diferentes tipos de plásticos com facilidade. Neste trabalho, investigou-se a presença de plásticos e resíduos plásticos de qualquer tipo no trato digestório de tainhas, peixes do gênero *Mugil*, que são facilmente encontradas no litoral brasileiro e bastante consumidas como parte da dieta de seres humanos. Dos 57 peixes que tiveram seu trato digestório analisado, 40 apresentaram algum tipo de resíduo proveniente de plásticos junto ao conteúdo alimentar. Materiais como fios de nylon de diferentes cores e pequenos fragmentos de plástico azul foram observados no trato digestório desses animais. Esses resultados são semelhantes a outros estudos, realizados na mesma região com diferentes espécies de peixes e também corroborados por estudos provenientes de outras regiões do litoral brasileiro. Os dados obtidos no presente trabalho demonstram que os peixes estudados podem ingerir diversos tipos de plásticos quando estão presentes em seu habitat natural, indicando o perigo da presença desses materiais nos ecossistemas aquáticos.

Presence of plastic waste in the digestive tract of mullet (*Mugil liza*) from the Cananeia estuary, southeastern Brazil

Keywords: Fish; microplastics; polluting.

Abstract – Contamination of marine ecosystems and other aquatic environments by plastic and its derivatives is a serious and growing problem today. Fish and other aquatic animals are directly and indirectly affected by the presence of plastics in their habitats, since many species, regardless of their size, easily ingest different types of plastics. In this study, we investigated the presence of plastics and plastic waste of any kind in the digestive tract of mullets, fish of the genus *Mugil*, which are easily found on the Brazilian coast and widely consumed as part of the human diet. Of the 57 fish that had their digestive tract analyzed, 40 had some type of residue from plastics along with the food content. Materials such as nylon threads of different colors and small fragments of blue plastic were observed in the digestive tract of these animals. These results are similar to other studies carried out in the same region with different species of fish and also corroborated by studies from other regions of the Brazilian coast. The data obtained in the present work demonstrate that the fish studied can ingest different types of plastics when they are present in their natural habitat, indicating the danger of the presence of these materials in aquatic ecosystems.

Presencia de residuos plásticos en el tracto digestivo de mújol (*Mugil liza*) del estuario de Cananeia, sureste de Brasil

Palabras clave: Peces; microplásticos; contaminador.

Resumen – La contaminación de los ecosistemas marinos y otros medios acuáticos por plástico y sus derivados es un problema grave y creciente en la actualidad. Los peces y otros animales acuáticos se ven afectados directa e indirectamente por la presencia de plásticos en sus hábitats, ya que muchas especies, independientemente de su tamaño, ingieren fácilmente diferentes tipos de plásticos. En este trabajo, investigamos la presencia de plásticos y desechos plásticos de cualquier tipo en el tracto digestivo de mújol, peces del género *Mugil*, que se encuentran fácilmente en la costa brasileña y son ampliamente consumidos como parte de la dieta humana. De los 57 peces a los que se les analizó el tracto digestivo, 40 tenían algún tipo de residuo de plástico junto con el contenido de alimento. En el tracto digestivo de estos animales se observaron materiales como hilos de nailon de diferentes colores y pequeños fragmentos de plástico azul. Estos resultados son similares a otros estudios realizados en la misma región con diferentes especies de peces y también corroborados por estudios de otras regiones de la costa brasileña. Los datos obtenidos en el presente trabajo demuestran que los peces estudiados pueden ingerir diferentes tipos de plásticos cuando están presentes en su hábitat natural, indicando la peligrosidad de la presencia de estos materiales en los ecosistemas acuáticos.

Introdução

Os estudos sobre levantamento da presença dos plásticos nos ambientes aquáticos vêm sendo realizados desde a década de 1970[1][2]; e ampliados e aprofundados desde então. Já está claro, não somente na literatura científica, que uma grande quantidade de resíduos plásticos atinge as praias e que ilhas de plástico estão presentes em vários pontos do planeta[3][4][5][6]; que os resíduos acabam agindo como vetores de dispersão de espécies potencialmente

invasoras[7][8]; que os oceanos, as teias tróficas e o ser humano estão sendo impactados[9][10][11][12][13] e que animais são encontrados vivos ou mortos com plásticos emaranhados ou com plástico em seus conteúdos alimentares[14]. Contudo, ainda existem lacunas que precisam ser preenchidas com estudos ecológicos, pois muito há que se levantar sobre o real alcance desse problema, suas consequências em curto, médio e longo prazos e suas consequências diretas e indiretas para os seres vivos, inclusive para o ser humano.

A quantidade de plástico nos oceanos ainda é incerta, mas há um levantamento que aponta que 275 milhões de métricas toneladas (MT) de resíduos plásticos foram geradas em 192 países costeiros em 2010, com 4,8 a 12,7 milhões de MT entrando no oceano. E que a quantidade de resíduos plásticos no oceano deve ser de uma a três vezes maior que a massa relatada de detritos plásticos flutuantes[9]. Cerca de 30% do plástico produzido desde a década de 1950 está em uso, 10% foram incinerados e 60% estão em aterros e/ou perdidos no ambiente, incluindo os oceanos[15].

Um dos grandes problemas dos resíduos plásticos é a ingestão incidental por muitas espécies. Só em um trabalho de revisão, por exemplo, 340 artigos científicos relataram interações negativas entre lixo marinho e 693 espécies, sendo que em 92% dessas ocorrências ocorreram com detritos plásticos[16]. Esse tipo de impacto está descrito para toda cadeia trófica marinha, desde fitoplâncton[17]; zooplâncton[18][19][20][21]; vertebrados[13][22][23][24]; até vertebrados[13][25][26][27][28][29][30][31][32][33][34][35]. Em 1997, havia registro de ingestão de plástico para 86% das espécies de tartarugas marinhas[26] passando para 100% em 2015[31]; em mamíferos marinhos, o registro passou de 43% das espécies em 1997[26] para 66% em 2015[31]; e para aves marinhas aumentou de 44% das espécies em 1997[26] para 50% das espécies em 2015[31].

Peixes marinhos de diferentes espécies em diferentes regiões geográficas também acabam ingerindo incidentalmente plástico[36][37][38][39]. No Brasil, esse tipo de impacto já foi reportado em todo o extenso litoral, desde a região Norte[34]; região Nordeste[29][30][33]; região Sudeste[13][25][27][28] e na região Sul[25][28][35].

Contudo, não há nenhum registro de ingestão de plásticos por tainhas *Mugil liza*, em nenhuma localidade de sua distribuição. Provavelmente isso ocorra pelas dificuldades impostas por seu hábito

alimentar, pois, quando adultas, as tainhas são iliófagas[40], ou seja, alimentam-se revolvendo o fundo, ingerindo muito substrato marinho, algo que pode dificultar a análise de seu conteúdo alimentar, sendo necessário diluir e observar cuidadosamente as amostras. Assim, este trabalho foi realizado com o intuito de levantar a realidade de ingestão de resíduos plásticos por esses peixes na região estuarina de Cananéia, no litoral de São Paulo, sudeste do Brasil.

Material e Métodos

Área de estudo

A área deste estudo foi o Complexo Estuarino Lagunar de Cananéia (de 25°02' a 25°04'S e 47°56' a 47°56'W; Fig. 1), considerada uma área de proteção ambiental, no litoral sul do estado de São Paulo, sudeste do Brasil. O complexo está inserido no maior remanescente contínuo de Mata Atlântica, fazendo parte da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, criada pela Unesco em 1991[41] e recebendo desta, em 2000, o título de Sítio do Patrimônio Mundial Natural[42].

Além de três ilhas (Ilha Comprida a leste, Ilha do Cardoso ao sul e Ilha de Cananéia a oeste), o complexo estuarino é constituído também de uma baía (Baía de Trapandé) e um grande canal protegido (Mar Pequeno)[43], tendo uma das maiores e mais conservadas diversidades biológicas do Brasil, tornando-o também um patrimônio histórico importante[44].

Em pontos específicos dessa região, moradores locais, com autorização do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), podem instalar armadilha de pesca não predatória denominada cerco-fixo, na qual os peixes são capturados e mantidos vivos até o momento da despesca, quando acontece a retirada do pescado pelo pescador[45].

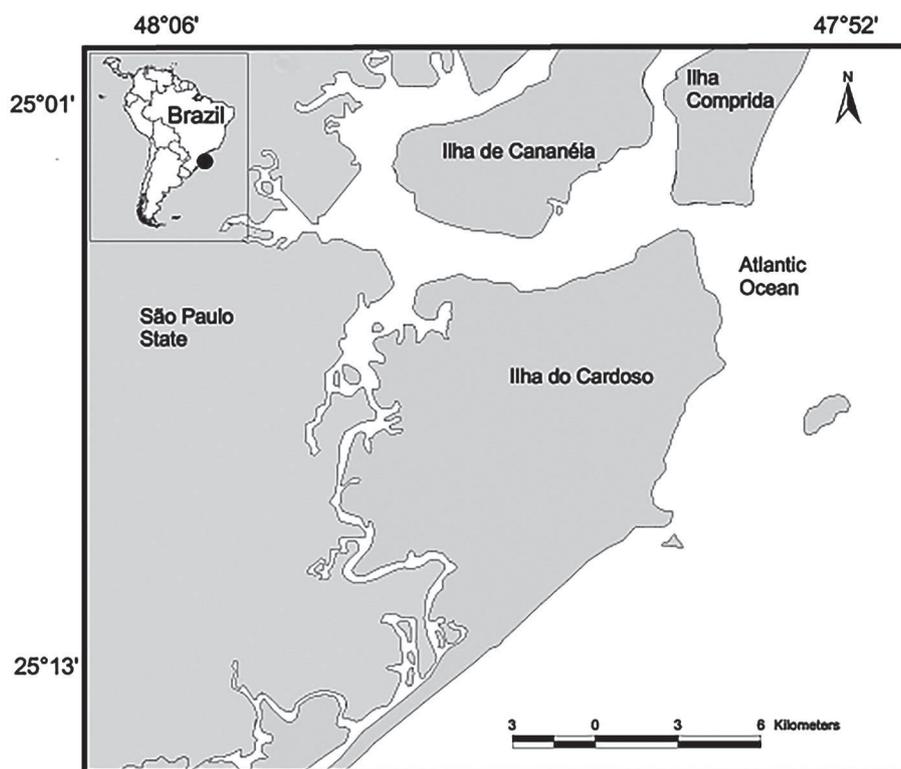


Figura 1 – Mapa esquemático do Complexo Estuarino Lagunar de Cananéia, no litoral de São Paulo, sudeste do Brasil. © Gislaïne F. Filla.

Espécie estudada

A família Mugilidae possui 14 gêneros[46], e seis delas são encontradas no Brasil: *Mugil curema*, *M. rubrioculus*, *M. incilis*, *M. curvidens*, *M. brevirostris* e *Mugil liza*[47][48], sendo esta última o foco deste estudo. Essa tainha é muito consumida, desde a Venezuela, na região do Caribe, até a Argentina, estando presente em toda a costa Atlântica da América do Sul[47]. Seu corpo é alongado e fusiforme, com coloração prateada nas laterais, em tom azulado, com dorso mais escuro e região ventral do corpo com coloração esbranquiçada[49]. Apresenta cerca de 50 cm de comprimento médio, porém, em alguns casos, pode atingir um metro de comprimento e pesar 6 kg[50].

Trata-se de um peixe semi-catádroso, ou seja, durante a maior parte de seu ciclo de vida permanece em ambientes estuarinos e costeiros e migra para ambiente marinho durante a reprodução[51][52]. Também pode ser encontrado perto de desembocaduras de rios e piscinas formadas pelo fluxo e refluxo da maré, e em praias arenosas. A migração para mar aberto, para a desova, acontece nos meses com menores temperaturas, entre maio e outubro[51][53].

Uma particularidade das tainhas é o seu hábito alimentar, pois estão entre os poucos peixes de médio e grande porte capazes de se alimentar de pequenos seres (muitas vezes unicelulares) e pequenas partículas[54], desempenhando um papel importante nas teias alimentares costeiras[54][55][56]. Quando adultas, são animais iliófagos, ou seja, sugam a camada superficial do substrato para se alimentar e também pastam sobre a superfície de rochas ou de plantas, alimentando-se principalmente de cianobactérias, algas, protozoários, metazoários e detritos[40][57][58][59][60][61].

Coleta das amostras

Foram realizadas quatro coletas em diferentes períodos no estuário de Cananéia, com o auxílio de pescadores locais. A primeira coleta aconteceu no mês de abril de 2016; a segunda foi realizada no mês de outubro de 2016; a terceira no mês de junho de 2017 e a quarta coleta ocorreu no mês de julho de 2018. Nessas oportunidades, despescas (retiradas dos peixes que caíram na armadilha) foram feitas pelos pescadores locais nos seus cercos-fixos e acompanhadas pela equipe do projeto.

Logo após a retirada do cerco-fixo, as tainhas despescadas foram compradas, levadas para uma cozinha e (já mortas) foram evisceradas para a retirada das amostras. O peso de cada animal, o sexo e o comprimento total foram registrados (Tab. 1). Em cada peixe foi feita uma abertura ventral, de forma que fossem retirados os tratos digestórios (do esôfago ao ânus). Cada trato foi amarrado com um barbante em cada uma das extremidades para evitar que o conteúdo alimentar se perdesse. Os tratos também foram pesados (Tab. 1), identificados, congelados e levados para o Laboratório de Biologia do *Campus* Curitiba do IFPR para serem posteriormente analisados.

Análises das amostras

Após descongelados, já no laboratório de biologia do IFPR – *campus* Curitiba, os tratos digestórios foram cuidadosamente abertos com auxílio de bisturi, pinça e pincel, e tiveram seu conteúdo alimentar cuidadosamente lavado em finas peneiras e transferido para placas de Petri[62], onde o conteúdo alimentar de cada espécime foi analisado em microscópio estereoscópico, com aumento de 40x

no intuito de detectar a presença (ou não) de resíduos plásticos.

Resultados

No total, 57 indivíduos *Mugil liza* foram analisados, sendo todos identificados como fêmeas. Na primeira coleta, foram obtidos 8 espécimes, na segunda coleta foram coletados 10 espécimes, na terceira foram 19 espécimes, e, na quarta coleta, 20 espécimes.

O peso corporal total variou de 430 g a 2058 g (média 1203 g) e o comprimento de 35 cm a 68,5 cm (média 49,5 cm). Os tratos digestórios tiveram de 19 g a 124 g (média 66,85 g).

Em 17 tainhas (29,82%) não foi encontrado nenhum tipo de resíduo plástico, entretanto, em 40 peixes (70,18%) sim. A maior parte dos resíduos encontrados foi microfibras de nylon (95,56%), sendo 51,16% azuis, 30,23% transparentes e 18,60% vermelhas. Fragmentos de plástico azul, semelhantes a sacos de lixo, totalizaram 4,44% do material encontrado. Os dados detalhados da análise realizada em cada animal encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Comprimento (cm), peso corporal (g), peso do trato digestório (g) e registro de presença de resíduos plásticos no interior do trato digestório das tainhas *Mugil liza* capturadas no Complexo Estuarino Lagunar de Cananéia em coletas realizadas entre abril de 2016 e julho de 2018.

Número	Comprimento total (cm)	Peso corporal (g)	Peso do trato digestório (g)	Presença de resíduos
01	48,3	1159	51	Não
02	45	1076	40	Microfibras de nylon azul
03	53	1450	70	Uma microfibras de nylon transparente
04	44	1385	48	Não
05	37,5	577	24	Não
06	54,7	1705	82	Não
07	51	1312	50	Não
08	47	1181	80	Não
09	55	2000	98	Não
10	44	1020	56	Não
11	44	989	60	Microfibras de nylon vermelho
12	44,5	896	37	Não
13	49,5	1246	63	Microfibras de nylon transparente
14	55	1902	108	Microfibras de nylon transparente
15	47	1074	45	Fragmentos de plástico mole azul (similar a saco de lixo)
16	45,5	1214	53	Uma microfibras de nylon transparente

17	43,5	918	50	Microfibra de nylon azul
18	54	1858	83	Não
19	43	780	66	Microfibra de nylon azul
20	45,5	940	69	Microfibra de nylon azul e microfibras de nylon vermelho
21	56,5	2000	101	Não
22	56,3	1940	112	Microfibras de nylon transparente
23	38,5	570	34	Microfibras de nylon transparente
24	37,5	530	36	Microfibras de nylon transparente
25	46	850	38	Não
26	41	640	29	Microfibra de nylon azul
27	35	460	22	Não
28	35,5	430	19	Uma microfibra de nylon azul
29	43,4	830	41	Microfibra de nylon azul
30	43,5	800	36	Microfibras nylon azul e microfibras de nylon vermelho
31	44	840	39	Microfibra de nylon azul
32	58	1950	93	Microfibra de nylon azul
33	53,5	1480	74	Não
34	44,3	1000	52	Microfibra de nylon azul
35	47	1140	60	Microfibras de nylon transparente
36	45	870	51	Não
37	39	540	30	Microfibras de nylon vermelho
38	61	1624	66,41	Microfibras de nylon transparente
39	45	667	39,07	Não
40	40	563	34,19	Uma microfibra de nylon transparente
41	62,5	1710	89,44	Não
42	61	1344	53,49	Microfibra de nylon azul
43	38,5	542	21,79	Microfibras de nylon vermelho
44	43	702	56,11	Microfibra de nylon azul
45	58	1561	65,88	Microfibras de nylon transparente
46	47	853	106,10	Microfibra de nylon azul
47	57	1462	117,37	Microfibras nylon azul e Microfibras de nylon vermelho
48	52,5	1137	97,72	Microfibra de nylon azul
49	58,5	1614	124	Microfibras nylon azul e Microfibras de nylon vermelho
50	64	2058	107,18	Microfibra de nylon azul
51	52,5	1039	102,56	Microfibras de nylon transparente
52	68,5	1720	101,7	Microfibras de nylon transparente e fragmentos de plástico mole azul (similar a saco de lixo)
53	59	1618	92,53	Uma fibra de nylon azul
54	53,5	1714	96,97	Microfibra de nylon vermelho
55	60	1734	111,07	Microfibra de nylon azul
56	57,5	1345	108,40	Microfibra de nylon azul
57	67,5	2022	118,66	Microfibra de nylon azul



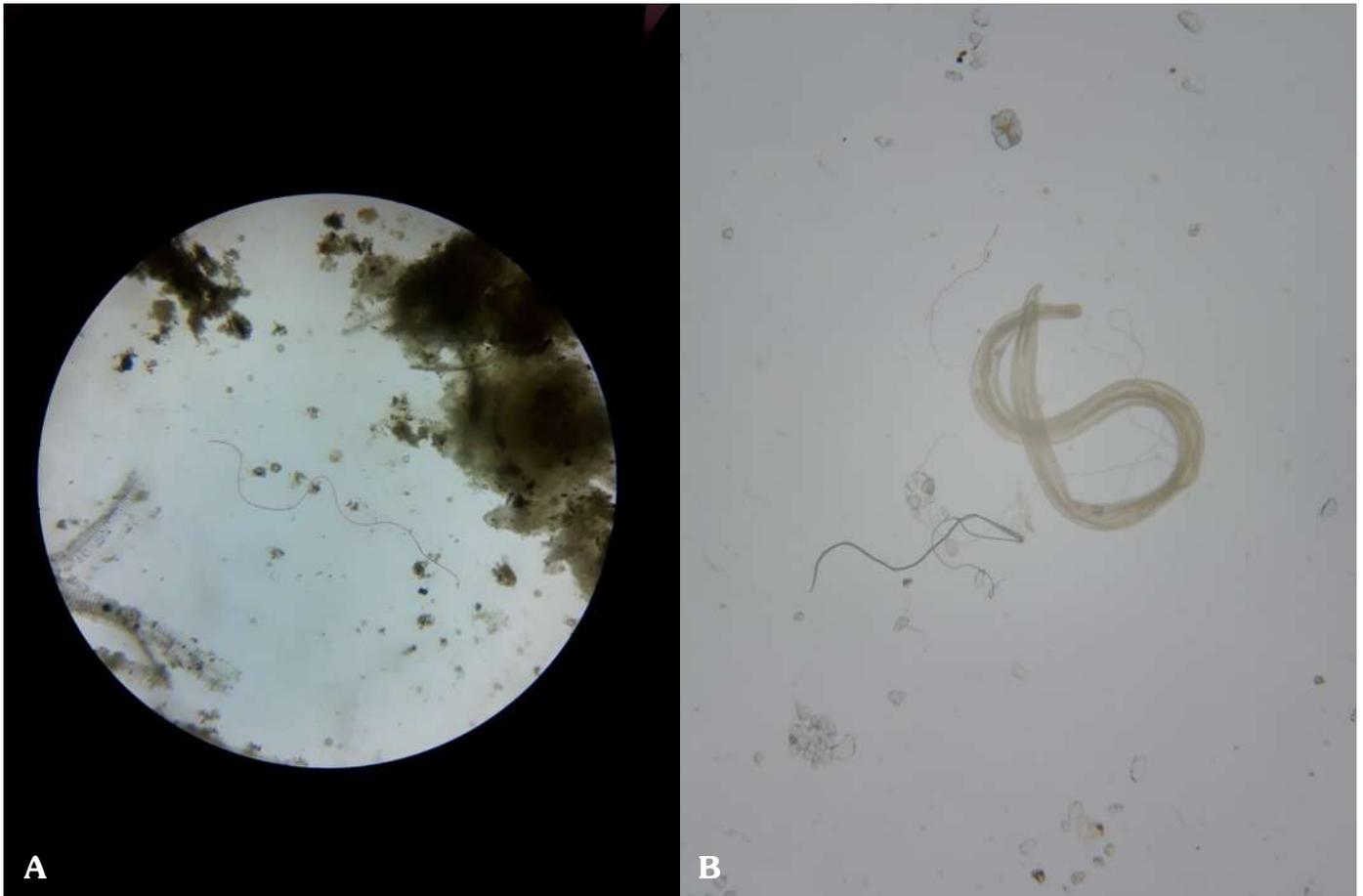


Figura 2 A e B – Fotos do material plástico encontrado em meio ao conteúdo alimentar no trato digestório de tainhas *Mugil liza* do Complexo Estuarino Lagunar de Cananéia.

© Marcela Sanches

Discussão

A pesca da tainha *M. liza* nos estuários e baías do litoral brasileiro ocorre com grande diversidade de técnicas e petrechos, ao longo do ano todo[63] e está associada, historicamente, à tradição cultural e à pesca de subsistência[50]. No interior da região estuarina de Cananéia, onde este estudo foi realizado, a tainha é capturada através de armadilhas chamadas de cercos-fixos e de redes de tarrafas (obs. pessoal) e redes de emalhe[44]. É nessa região sul do litoral paulista que ocorrem os maiores desembarques da espécie, sendo cerca de 80% da pesca artesanal[64][65], tanto de peixes do interior do estuário, quanto de peixes capturados na região marinha costeira através de redes de emalhar e de arrasto[63] e em alto mar, principalmente com traineiras da pesca industrial[66], no período da migração, entre os meses de maio e outubro[61].

O peso corporal total dos espécimes de tainhas do estuário de Cananéia variou de 430 a 2058 g (média 1203 g), e o comprimento total variou de 35 cm a 68,5 cm (média 49,5 cm), o que corresponde com a descrição feita em 2013[67], a qual aponta que o tamanho médio das tainhas do sul e sudeste do Brasil é de 66,2 cm, e que os indivíduos coletados no ambiente marinho são em média maiores (65 cm) do que indivíduos estuarinos (50 cm). Contudo, além do ambiente, a disponibilidade de alimento também interfere na taxa de crescimento dos indivíduos, pois aqueles que permanecem no ambiente costeiro adjacente ao estuário da Lagoa dos Patos, no sul do Brasil, com menor disponibilidade de alimento, ao contrário do que foi descrito por essa descrição supracitada, apresentam uma aparente redução da taxa de crescimento[68]. Já no nordeste brasileiro, o crescimento desses peixes é influenciado pelo ciclo sazonal de chuvas e estiagem para juvenis e

de salinidade para adultos[69]. Na Argentina, essa espécie tem uma taxa de crescimento moderada a rápida, com longevidade baixa e alta taxa de mortalidade natural, se comparada com outras espécies de mugilídeos[70].

Os mugilídeos juvenis têm hábito alimentar zooplânctofago e, quando adultos, adotam o hábito iliofágo. Essa alteração na ecologia alimentar também varia de acordo com as condições ambientais, por exemplo, em localidades onde a plataforma continental é mais larga, a transição do hábito alimentar ocorre no ambiente marinho costeiro[71], como é o caso de *M. liza* na costa sul/sudeste do Brasil[57]. Entretanto, em praias arenosas com maior dinâmica de arrebentação, esta alteração alimentar ocorre dentro dos estuários[72].

No caso dos indivíduos de Cananeia, a captura do alimento se dá revolvendo o fundo do estuário; por isso esses peixes ingerem muito substrato marinho, como lodo e areia, o que justifica a dificuldade na análise de seu conteúdo alimentar. Torna-se necessário, portanto, diluir e observar cuidadosamente todo o conteúdo encontrado ao longo do trato digestório, o que já foi destacado desde a década de 1970[72] através da análise estomacal de juvenis de mugilídeos de diferentes espécies na costa Africana. A presença da moela e o longo intestino, encontrados nesses peixes mugilídeos, é característico de espécies que apresentam grande ingestão de material não digerível[73] e tais partículas são importantes, pois auxiliam o estômago, pequeno e fortemente musculoso, a fragmentar o alimento (74), além de conterem microrganismos que também serão digeridos. A matéria orgânica associada ao sedimento é um componente relevante na dieta alimentar de mugilídeos em estuários tropicais com manguezais[40]. Os tratos digestórios das tainhas analisados no presente estudo eram longos e pesavam entre 19 g e 124 g (média 66,85 g) e tinham, quase que em sua totalidade, sedimento. Há um aumento do comprimento do intestino e a inversão na posição da boca em *M. liza* no início da dieta bentônica em juvenis pré-adultos[75].

É possível inferir que as características iliofágicas das tainhas possibilitam que partículas de plásticos de diferentes tamanhos possam facilmente entrar em sua dieta de modo incidental, já que não há seletividade. O item mais identificado neste estudo foi a microfibrila de nylon (95,56% do total), sobretudo aquelas azuis (51,16% das microfibrilas encontradas), provenientes das cordas usadas em artefatos de pesca, o que pode fazer desse o item plástico mais

abundante no ambiente estuarino de Cananeia. Em outro levantamento de resíduos plásticos em 16 espécies de peixes e duas espécies de crustáceos nessa mesma região, houve praticamente os mesmos resultados, ou seja, as microfibrilas de plástico foram os itens mais abundantes (78% do total de resíduos), das quais as fibras azuis foram as mais abundantes (76%), seguidas das pretas (19%), vermelhas (5%) e transparentes (1,5%). Também, além das fibras, micropartículas plásticas azuis foram encontradas, representando 22% do resíduo[13]. Esse tipo de fragmento plástico também foi aqui encontrado para as tainhas, representando 4,44% das amostras com resíduos plásticos. Resultados semelhantes foram observados em dois estudos com outras espécies de peixes na região nordeste do Brasil, um feito em 2011[29], no qual o nylon esteve presente em 182 peixes estuarinos das espécies de bagres *Cathorops spixii* (18%), *C. agassizii* (33%) e *Sciades herzbergii* (17%); e outro feito em 2012[30], no qual houve registro de nylon azul em 13,4% dos indivíduos amostrados de três espécies: *Eugerres brasiliensis*, *Eucinostomus melanopterus* e *Diapterus rhombeus*. Todos estes estudos apontam para possível relação entre resíduo proveniente de artefatos de pesca e ingestão incidental por peixes.

Plásticos brancos, transparentes e azuis foram ingeridos por peixes planctívoros do giro central do Pacífico Norte[36]. Partículas pretas foram mais prevalentes nos estômagos de peixes pelágicos e demersais do Canal da Mancha[76]. No nordeste do Brasil, um estudo feito com 24 espécies de peixes detectou a presença de plásticos em conteúdos estomacais de 9% dos indivíduos amostrados, independente do tamanho e do grupo funcional do peixe[33]. Já no sul do país, num levantamento do conteúdo alimentar do tubarão azul (*Prionace glauca*) de águas oceânicas foram encontrados objetos como papelão, fios de nylon verdes, pedaços de plástico branco rígido, saco plástico preto e anzol de espinhel[77]. Mais uma vez, parece haver uma relação entre a taxa de disponibilidade local do resíduo e a sua presença nos tratos digestórios.

Portanto, estudos complementares, por exemplo, aqueles acerca da presença de resíduos na superfície, na coluna d'água e nos sedimentos são de grande valia, pois com o rápido aumento na produção de plástico, a sua longevidade e a natureza descartável dos itens de plástico[26][78], é provável que esse tipo de contaminação, e suas consequências, nos ambientes aquáticos, aumente. Para quantificar a presença de micropásticos em sedimentos, foram

coletadas amostras de fundo de praias, de estuários e de regiões na faixa de maré no Reino Unido. Cerca de um terço das partículas encontradas nesses sedimentos eram polímeros sintéticos, identificados como acrílico, alquídico, poli (etileno: propileno), poliamida (nylon), poliéster, polietileno, polimetilacrilato, polipropileno e álcool polivinílico. Esses polímeros têm uma ampla variedade de usos, incluindo roupas, embalagens e cordas, sugerindo que os fragmentos resultaram da quebra de itens maiores. A maior parte desses polímeros eram fibras e foram encontrados os mesmos tipos de polímeros no sedimento e na coluna d'água, sugerindo que a densidade desses itens não é fator determinante para sua distribuição no ambiente marinho[14].

Ainda, as questões relacionadas com as possíveis consequências dos produtos químicos presentes nas diferentes embalagens e produtos plásticos precisam ser estudadas, pois há a possibilidade de os plásticos absorverem, liberarem e transportarem outros produtos químicos[78] e entrarem nas teias tróficas aquáticas[14].

Sem dúvida, o impacto da ingestão de resíduos plásticos por seres aquáticos é um problema que começa a atingir diretamente o ser humano[12]. No caso dos peixes, muito presentes na alimentação humana, e que ocupam diferentes *habitat*, e apresentam diversidade de presas consumidas, os padrões e as consequências de ingestão de plásticos precisam ser melhor investigados[12][35][79][80]. Por exemplo, partículas plásticas foram encontradas em quatro marcas de conserva de sardinhas e espadilhas vendidas para consumo humano, num total de 20 marcas de 13 países em 4 continentes avaliados[81].

Peixes e frutos do mar, se contaminados com microplásticos, podem ser absorvidos e causar estresse oxidativo, citotoxicidade e translocação para outros tecidos. Os plásticos podem também impactar a saúde pela liberação de substâncias químicas potencialmente tóxicas[12], como metilmercúrio e os PCBs, que aumentam riscos de demência e doenças cardiovasculares. Também podem trazer danos aos bebês em formação, danificando os cérebros em desenvolvimento, podem reduzir o GI e aumentar os riscos de autismo, Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) e outros distúrbios de aprendizagem. Outros componentes, como ftalatos, bisfenol A e perfluorados podem causar danos endócrinos, reduzir a fertilidade masculina, danificar o sistema nervoso e aumentar o risco de câncer. HABs podem causar danos neurológicos

e serem transportadas pelo ar e causar doenças respiratórias[11].

Além de tudo isso, os plásticos podem atuar como vetores e transportar seres vivos (grandes ou pequenos) de um local para o outro[7][8]. No caso dos microplásticos ingeridos pelos seres humanos, microorganismos patogênicos podem estar associados, como bactérias que causam doenças gastrointestinais e infecções de feridas profundas[11][12].

Pelo exposto, o presente estudo traz um alerta para a realidade de ingestão de partículas plásticas pelas tainhas, cuja espécie está distribuída por todo litoral brasileiro e é muito consumida na alimentação humana, estando entre as sete principais espécies para a pesca marinha e estuarino-lagunares nacional[74].

Conclusão

O presente estudo, com amostragens realizadas no Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia, no litoral sul do estado de São Paulo, traz um alerta para a realidade de ingestão de partículas plásticas, sobretudo microfibras de nylon pelas tainhas (*Mugil liza*). Essa espécie está distribuída por todo litoral brasileiro e é muito consumida na alimentação humana, estando entre as principais espécies para a pesca nacional.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Pedro Cardoso e João Panasiewicz (*in memoriam*), por toda ajuda na aquisição e processamento das tainhas no estuário de Cananéia/SP. Agradecem a Marcela Sanches pelas fotos das amostras. Também ao IFPR e ao CNPq pela bolsa de iniciação científica PIBIC-JR nos anos de 2016 a 2018 e ao Campus Curitiba do Instituto Federal do Paraná, por todo apoio financeiro e suporte logístico para a realização desta pesquisa.

Referências

1. Wong CS, Green DR, Cretney WJ. Quantitative tar and plastic waste distributions in the Pacific Ocean. *Nature*. 1974; 247: 30-32. doi: <https://doi.org/10.1038/247030a0>
2. Shaw DG, Mapes GA. Surface circulation and the distribution of pelagic tar and plastics. *Mar. Pollut. Bull.* 1979; 10: 160-162. doi: [https://doi.org/10.1016/0025-326X\(79\)90421-1](https://doi.org/10.1016/0025-326X(79)90421-1)

3. Law KL, Morét-Ferguson S, Maximenko NA, Proskurowski G, Peacock EE, Hafner J, Reddy CM. Plastic accumulation in the North Atlantic Subtropical Gyre. *Science*. 2010; 329(5996): 1185-1188. doi: 10.1126/science.1192321
4. Law KL, Morét-Ferguson S, Goodwin DS, Zettler ER, Deforce E, Kukulka T, Proskurowski G. Distribution of surface plastic debris in the Eastern Pacific Ocean from an 11-Year Data Set. *Environ. Sci. Technol.* 2014; 48(9): 4732-4738. doi: <https://doi.org/10.1021/es4053076>
5. Cózar A, Echevarría F, González-Gordillo JI, Irigoien X, Ubeda B, Hernández-león S, Palma AT, Navarro S, García-de-Lomas J, Ruiz A, Fernández-de-Puelles ML, Duarte CM. Plastic debris in the open ocean. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 2014; 111(28): 10239-10244. doi: 10.1073/pnas.1314705111.
6. Eriksen M, Lebreton LCM, Carson HS, Thiel M, Moore CJ, Borror JC, Galgani F, Ryan PG, Reisser J. Plastic pollution in the world's oceans: More than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. *PLoS ONE*. 2014; 9(12): e111913. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913>
7. Barnes DK. Invasions by marine life on plastic debris. *Nature*. 2002; 416: 808-809. doi: <https://doi.org/10.1038/416808a>
8. García-Gómez JC, Garrigós M, Garrigós J. Plastic as a vector of dispersion for marine species with invasive potential. *A Review. Front. Ecol. Evol.* 2021; 9: e629756. doi: 10.3389/fevo.2021.629756
9. Jambeck JR, Geyer R, Wilcox C, Siegler TR, Perryman M, Andrady A, Narayan R, Law KL. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*. 2015; 347(6223): 768-771. doi:10.1126/science.1260352.
10. Galloway TS, Lee BP, Buric I, Steele AM. Plastics additives and human health: A case study of Bisphenol A (Bpa). *Issues in Environ. Sci. Technol.* 2019; 47: 131-155. doi:10.1039/9781788013314-00131
11. Landrigan PJ, Stegeman JJ, Fleming LE, Allemand D, Anderson DM, Backer LC, Brucker-Davis F, Chevalier N, Corra L, Czerucka D, Bottein MD, Demeneix B, Depledge M, Deheyn DD, Dorman CJ, Fénichel P, Fisher S, Gaill F, Galgani F, Gaze WH, Giuliano L, Grandjean P, Hahn ME, Hamdoun A, Hess P, Judson B, Laborde A, Mcglade J, Mu J, Mustapha A, Neira M, Noble RT, Pedrotti ML, Reddy C, Rocklöv J, Scharler UM, Shanmugam H, Taghian G, Van De Water JAJM, Vezzulli L, Weihe P, Zeka A, Raps H, Rampal P. Human health and ocean pollution. *Ann. Glob. Health.* 2021; 86(1): 151. doi: 10.5334/aogh.2831
12. Alberghini L, Truant A, Santonicola S, Colavita G, Giaccone V. Microplastics in fish and fishery products and risks for human health: A review. *Int. J. Environ. Res. Public. Health.* 2023; 20(1): 789. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph20010789>
13. Gonçalves GRL, Sousa AN, Wolf MR, Soares IM, Castilho AL. Unravelling the stomach contents of fish and crab species from Cananéia, São Paulo: Are they eating plastic? *Pap. Avulsos Zool.* 2023; 63: e202363001. doi: <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2023.63.001>
14. Thompson RC, Olsen Y, Mitchell RP, Davis A, Rowland SJ, John AWG, Gonigle DM, Russell AE. Lost at sea: Where is all the plastic? *Science*. 2004; 304(5672): 838. doi: 10.1126/science.1094559
15. Kumar A. Plastic pollution in the oceans: We made plastic. We depend on it. Now we're drowning in it. Essay Report "Plastic Pollution in the Oceans". [Internet]. 2019 [cited 2023 May 15]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/332496637_Plastic_Pollution_in_the_Oceans_We_made_plastic_We_depend_on_it_Now_we're_drowning_in_it
16. Gall SC, Thompson C. The impact of debris on marine life. *Mar. Pollut. Bull.* 2015; 92(1-2): 170-179. doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.12.041>
17. Abomohra A, Hanelt D. Recent advances in micro-/nanoplastic (MNPs) removal by microalgae and possible integrated routes of energy recovery. *Microorganisms.* 2022; 10: 2400. doi: 10.3390/microorganisms10122400
18. Cole M, Lindeque P, Fileman E, Halsband C, Goodhead R, Moger J, Galloway TS. Microplastic ingestion by zooplankton. *Environ. Sci. Technol.* 2013; 47(12): 6646-6655. doi: <https://doi.org/10.1021/es400663f>
19. Setälä O, Fleming-Lehtinen V, Lehtiniemi M. Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web. *Environ. Pollut.* 2014; 185: 77-83. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.10.013>
20. Botterell ZLR, Beaumont N, Cole M, Hopkins FE, Steinke M, Thompson MS, Lindeque PK. Bioavailability of microplastics to marine zooplankton: Effect of shape and infochemicals. *Environ. Sci. Technol.* 2020; 54(19): 12024-12033. doi: <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c02715>
21. J, Rodríguez-Torres R, Rist S, Nielsen TG, Hartmann NB, Brun P, Li D, Almeda R. Unpalatable plastic: Efficient taste discrimination of microplastics in planktonic copepods. *Environ. Sci. Technol.* 2022; 56(10): 6455-6465. doi: <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c00322>

22. Goldstein MC, Goodwin DS. Gooseneck barnacles (*Lepas* spp.) ingest microplastic debris in the North Pacific subtropical gyre. *PeerJ*. 2013; 1(184): 17. doi: 10.7717/peerj.184
23. Leslie HA, Van Velzen MJM, Vethaak AD. Micropastic survey of the Dutch environment – Novel data set of microplastics in North Sea sediments, treated wastewater effluents and marine biota. IVM Institute for Environmental Studies Final Report R-13/11, Free University, Amsterdam. [Internet]. 2013 [cited 2023 May 22]. Available from: https://science.vu.nl/en/Images/IVM_report_Microplastic_in_sediment_STP_Biota_2013_tcm296-409860.pdf
24. Van Cauwenberghe L, Janssen CR. Microplastics in bivalves cultured for human consumption. *Environ. Pollut.* 2014; 193: 65-70. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.06.010>
25. Castello JP, Habiaga RP. The skipjack fishery in southern Brazil. ICCAT Collective Volume of Scientific Papers. [Internet]. 1989 [cited 2023 May 15]; 30: 6-9. Available from: https://www.researchgate.net/profile/Luciano-Gomes-Fischer/publication/347623894_Trophic_ecology_of_the_skipjack_tuna_in_the_southeastern_and_southern_regions_of_Brazil/links/5fe2a71945851553a0e32644/Trophic-ecology-of-the-skipjack-tuna-in-the-southeastern-and-southern-regions-of-Brazil.pdf
26. Laist DW. Impacts of marine debris: Entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. In: Coe JM, Rogers DB. (eds) *Marine debris*. Springer Series on Environmental Management. [Internet]. New York: Springer. 1997. [cited in 2023 May 23]. doi: https://doi.org/10.1007/978-1-4613-8486-1_10
27. Martins AS. As assembléias e as guildas tróficas de peixes ósseos e cefalópodes demersais da plataforma continental e talude superior do extremo sul do Brasil [tese]. Rio Grande: Universidade Federal do Rio Grande; 2000. 169p.
28. Haimovici M, Miranda LV. Análise das principais pescarias comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil: Dinâmica populacional das espécies em exploração. *Série Documentos Revizee-Score Sul*, IOUSP. [Internet]. 2005 [cited 2023 May 22]; 40-45. Available from: <https://www.marinha.mil.br/secirm/sites/www.marinha.mil.br/secirm/files/documentos/revizee/score-sul-3.pdf>
29. Possatto FE, Barletta M, Costa FM, Ivar do Sul JA, Dantas DV. Plastic debris ingestion by catfish: an unexpected fisheries impact. *Mar. Pollut. Bull.* 2011; 62: 1098-1102. doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.01.036>
30. Ramos JAA, Barletta M, Costa MF. Ingestion of nylon threads by Gerreidae while using a tropical estuary as foraging grounds. *Aquatic Biol.* 2012; 17: 29-34. doi: 10.3354/ab00461
31. Kühn S, Rebolledo ELB, Van Franeker JA. Deleterious effects of litter on marine life. In: Bergmann M, Gutow L, Klages M. (eds). *Marine anthropogenic litter*. [Internet] Berlin: Springer; 2015. p. 75-116. [cited 2023 May 22] http://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_4
32. Cardoso LG, Haimovici M. Density-dependent changes in the feeding behaviour of *Macrodon atricauda* of southern Brazil. *J. Fish Biol.* 2016; 89: 1-7. doi: <https://doi.org/10.1111/jfb.12974>
33. Vendel AL, Bessa F, Alves VEN, Amorim ALA, Patrício J, Palma ART. Widespread microplastic ingestion by fish assemblages in tropical estuaries subjected to anthropogenic pressures. *Mar. Pollut. Bull.* 2017; 117: 448-455. doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.01.081
34. Pegado TSS, Schmid K, Winemiller KO, Chelazzi D, Cincinelli A, Dei L, Giarizzo T. First evidence of microplastic ingestion by fishes from the Amazon River estuary. *Mar. Pollut. Bull.* 2018; 133: 814-821. doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.06.035>
35. Neto JGB, Rodrigues FL, Ortega I, Rodrigues LS, Lacerda ALF, Coletto JL, Kessler F, Cardoso LG, Madureira L, Proietti MC. Ingestion of plastic debris by commercially important marine fish in southeast-south Brazil. *Environ. Pollut.* 2020; 267: 01-10. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115508>
36. Boerger CM, Lattin GL, Moore SL, Moore CJ. Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific central gyre. *Mar. Pollut. Bull.* 2010; 60(12): 2275-2278. doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.08.007>
37. Cannon S, Jennifer ME, Lavers L, Figueiredo B. Plastic ingestion by fish in the Southern Hemisphere: A baseline study and review of methods. *Mar. Pollut. Bull.* 2016; 170: 286-291. doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.03.057>
38. Collard F, Bernard G, Gauthier E, Laetitia R, Compère P, Krishna D, Parmentier E. Morphology of the filtration apparatus of three planktivorous fishes and relation with ingested anthropogenic particles. *Mar. Pollut. Bull.* 2017; 116: 182-191. doi: 10.1016/j.marpolbul.2016.12.067
39. Kühn S, Fokje L, Van Werven SB, Hauke F, Bergmann M, Holtus ME, Tekman MB, Van Franeker JA. Plastic ingestion by juvenile polar cod (*Boreogadus saida*) in the Arctic Ocean. *Polar Biol.* 2017; 41: 2283-2288. doi: <http://doi.org/10.1007/s00300-018-2283-8>

40. Thompson G, Fortunato RC, Chiesa I, Volpedo A. Trophic ecology of *Mugil liza* at the southern limit of its distribution (Buenos Aires, Argentina). *Braz. J. Oceanog.* 2015; 63(3): 271-278. doi: <https://doi.org/10.1590/S1679-87592015087106303>
41. RBMA – Reserva da Biosfera da Mata Atlântica [homepage na internet]. [acesso em 03 fev 2023] Disponível em: <https://rbma.org.br>
42. IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) [homepage na internet] [acesso em 03 fev 2023]. Disponível em: <http://wwwhttp://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/29>
43. Schaeffer-Novelli Y, Mesquita HSL, Cintrón-Molero G. The Cananéia Lagoon estuarine system, São Paulo, Brazil. *Estuaries.* 1990; 13(2): 193-203. doi: <https://doi.org/10.2307/1351589>
44. Mendonça JT. Gestão dos recursos pesqueiros do Complexo Estuarino-lagunar de Cananéia, Iguape e Ilha Comprida, litoral sul de São Paulo, Brasil [tese]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos; 2007. 385p.
45. De Oliveira FC. Etnobotânica da exploração de espécies vegetais para a confecção do cerco-fixo na região do Parque Estadual Ilha do Cardoso/SP. [dissertação] Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2007.146p.
46. Thompson JM. The Mugilidae of the world. *Memoirs of the Queensland Museum.* [Internet] 1997 [cited 2023 March 25]; 41: 457-562. Available from: <http://biostor.org/reference/105310>
47. Menezes NA, Oliveira C, Nirchio M. An old taxonomic dilemma: the identity of the western south Atlantic lebranche mullet (Teleostei: Perciformes: Mugilidae). *Zootaxa.* 2010; 2519: 59-68. doi: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.2519.1.4>
48. Menezes NA, Nirchio M, De Oliveira C, Siccharamirez R. Taxonomic review of the species of *Mugil* (Teleostei: Perciformes: Mugilidae) from the Atlantic South Caribbean and South America, with integration of morphological, cytogenetic and molecular data. *Zootaxa.* 2015; 3918(1): 1-38. doi: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3918.1.1>
49. Santana TC, Castro JJP, Lima DJV, Castro JS, Lindoso ALP, Teixeira EG. Levantamento e caracterização das espécies do gênero *Mugil* LINNAEUS, 1758 (TELEOSTEI: MUGILIFORMES) da Ilha do Maranhão, Brasil. *Rev. Bras. Eng. Pesca.* 2015; 8(2): 55-64. doi: <https://doi.org/10.18817/repesca.v8i2.1103>
50. Seckendorff RW, Azevedo VG. Abordagem histórica da pesca da tainha *Mugil platanus* e do parati *Mugil curema* Perciformes: Mugilidae no litoral norte de São Paulo. *Série Relatórios Técnicos.* [Internet] 2007; [cited 2023 April 13] 28: 1-10. Available from: https://www.researchgate.net/publication/235675839_Abordagem_historica_da_pesca_da_tainha_Mugil_platanus_e_do_parati_Mugil_curema_Perciformes_Mugilidae_no_litoral_norte_de_Sao_Paulo
51. Albieri RJ, Araújo FG. Reproductive biology of the mullet *Mugil liza* (Teleostei: Mugilidae) in a tropical Brazilian bay. *Zoologia.* 2010; 27: 331-340. doi: <https://doi.org/10.1590/S1984-46702010000300003>
52. Lemos VM, Cabral H, Pasquaud S, Vieira JP. Occurrence and abundance of young mullet *Mugil liza* (Teleostei: Mugilidae) in the surf zone along the southern coast of Brazil. *Scient. Mar.* 2021; 85(4): 245-255. doi: <https://doi.org/10.3989/scimar.05129.021>
53. Esper MLP, De Menezes MS, Esper W. Época reprodutiva de *Mugil platanus* (Günther, 1880), Pisces Mugilidae da Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil). *Acta Biol. Paranaense.* 2001; 30(1,2,3,4): 5-17. doi: <http://dx.org/10.5380/abpr.v30i0.597>
54. Laffaille P, Feunteun E, Lefebvre C, Radureau A, Sagan G, Lefebvre JC. Can thin-lipped mullet directly exploit the primary and detritic production of European macrotidal salt marshes? *Est. Coast. Shelf Sci.* 2022; 54(4): 729-736. doi: <https://doi.org/10.1006/ecss.2001.0855>
55. Lefebvre JC, Laffaille P, Feunteun E. Do fish communities function as biotic vectors of organic matter between salt marshes and marine coastal waters? *Aquat. Ecol.* 1999; 33(3): 293-299, doi: <http://doi.org/10.1023/A:1009956605842>
56. Oliveira MCL, Bastos RF, Claudino MC, Assumpção CM, Garcia AM. Transport of marine-derived nutrients to subtropical freshwater food webs by juvenile mullets: a case study in southern Brazil. *Aquat. Biol.* 2014; 20: 91-100. Available from: <http://repositorio.furg.br/handle/1/5727>
57. Vieira JP. Juvenile Mullet Pisces: Mugilidae in the Estuary of Lagoa dos Patos/RS – Brazil. *Copeia.* 1991; 2: 409-418. Available from: <http://repositorio.furg.br/handle/1/5749>
58. Laffaille P, Brosse S, Feunteun E, Baise A, Lefebvre JC. Role of fish communities in particulate organic matter fluxes between salt marshes and coastal marine waters in the Mont Saint-Michel Bay. *Hydrobiologia.* 1998; 373: 121-133. doi: <https://doi.org/10.1023/A:1017079823670>

59. Cardona L. Non-competitive coexistence between Mediterranean grey mullet *Osteichthyes*, Mugilidae: evidence from seasonal changes in food availability, niche breadth and trophic overlap. *J. Fish Biol.* 2001; 59: 729-744. doi: 10.1111/j.1095-8649.2001.tb02376.x
60. Lebreton B, Richard P, Parlier EP, Guillou G, Blanchard GF. Trophic ecology of mullets during their spring migration in a European saltmarsh: A stable isotope study. *Est. Coast. Shelf Sci.* 2011; 91(4): 502-510. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2010.12.001>
61. Lemos VM. Determinação do estoque e ciclo de vida da tainha *Mugil liza* (Teleostei Mugilidae) no sul do Brasil [tese]. Rio Grande: Universidade Federal do Rio Grande; 2015. 156pp.
62. Bezerra DP. Ingestão de resíduos sólidos por tartarugas-verdes (*Chelonia mydas*) em área de alimentação dentro de um mosaico de unidades de conservação no sul do Estado de São Paulo. [dissertação]. Curitiba: Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná; 2014. 49p.
63. Ministério da Pesca e Aquicultura/Ministério do Meio Ambiente. Brasília: Plano de Gestão para o uso sustentável da tainha, *Mugil liza* Valenciennes, 1836, no Sudeste e Sul do Brasil. 238 pp. 2015. [acesso em 25 mar 2023]. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/relatorio_de_ordenamento/tainha/rel_2015_plano_gestao_tainha_mpa_mma_revisado.pdf
64. Miranda LV, Carneiro MH. A pesca da tainha *Mugil platanus* (Perciformes: Mugilidae) desembarcada no estado de São Paulo – Subsídio ao ordenamento. *Série Rel. Técn.* [Internet] 2007 [cited 2023 Jan 16]; 30: 1-13. Available from: <https://docplayer.com.br/145127766-A-pesca-da-tainha-mugil-platanus-perciformes-mugilidae-desembarcada-no-estado-de-sao-paulo-subsidio-ao-ordenamento.html>
65. Miranda LV, Carneiro MH, Peres MB, Cergole MC, Mendonça JT. Contribuições ao processo de ordenamento da pesca da espécie *Mugil liza* Teleostei: Mugilidae nas regiões sudeste e sul do Brasil entre os anos de 2006 e 2010. *Série Rel. Técn.* [Internet] 2011 [cited 2023 Jan 16]; 49: 1-23. Available from: https://www.researchgate.net/publication/313554815_Contribuicoes_ao_processo_de_ordenamento_da_pesca_da_especie_Mugil_liza_TeleosteiMugilidae_nas_regioes_sudeste_e_sul_do_Brasil_entre_os_anos_2006_e_2010
66. UNIVALI/CTTMar. Boletim estatístico da pesca industrial de Santa Catarina – Ano 2009 e panorama 2000/2009. Universidade do Vale do Itajaí, Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Itajaí/SC. 97 p, 2010. [acesso em 02 abr 2023] Disponível em: <http://pmap-sc.acad.univali.br/sistema.html?id=597b9266d8597d4a00e6f9c4>
67. Garbin TS, Castello JP, Kinas PG. Age, growth, and mortality of the mullet *Mugil liza* in Brazil's southern and southeastern coastal regions. *Fish. Res.* 2013; 149: 61-68. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2013.09.008>
68. Roselet FFG. Considerações ecológicas sobre o hábito alimentar iliófago dos juvenis da tainha *Mugil platanus* Günther, 1880 no estuário da Lagoa dos Patos e região costeira adjacente, RS, Brasil. [trabalho de Conclusão de Curso-Graduação em Oceanografia] Rio Grande: Universidade Federal do Rio Grande; 2005.
69. Souza MF, Fabrè NN, Batista VS. Seasonal growth of *Mugil liza* Valenciennes, 1836 in a tropical estuarine system. *J. App. Ichthyol.* 2015; 31(4): 627-632. doi: 10.1111/jai.12704
70. González-Castro MG, Abachian V, Perrotta RG. Age and growth of the striped mullet, *Mugil platanus* Actinopterygii, Mugilidae, in a southwestern Atlantic coastal lagoon 37°32'S-57°19'W: a proposal for a life-history model. *J. App. Ichthyol.* 2009; 25: 61-66. doi: 10.1111/j.1439-0426.2008.01170.x
71. Blaber SJM. Factors affecting recruitment and survival of mugilids in estuaries and coastal waters of southeastern Africa. *Am. Fish. Soc. Symp.* [Internet]. 1987 [cited 2023 May 01]; 1: 507-518. Available from: <http://hdl.handle.net/102.100.100/271268?index=1>
72. Blaber SJM, Whitfield AK. The feeding ecology of juvenile mullet mugilidae in southeast African estuaries. *Biol. J. Linnean Soc.* 1977; 9: 259-268. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1977.tb00270.x>
73. Hickling CF. Contribution to the Natural History of the English Grey Mullet *Pisces*, Mugilidae. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.* 1970; 50(3): 609-633. doi: <http://doi.org/10.1017/S0025315400004914>
74. Rotta MA. Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura. Corumbá: Embrapa Pantanal, 48 p. Embrapa Pantanal [Internet] 2003 [citado em 08 Maio 2023]. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/811108/1/DOC53.pdf>

75. Acha EM. Estudio anatómico-ecológico de la liza *Mugil liza* durante su primer año de vida. Frente Marítimo. [Internet] 1990 [cited 2023 May 22]; 7: 37-43. Available from: <https://ctmfm.org/upload/archivoSeccion/acha-143143952441.pdf>
76. Lusher A, McHugh M, Thompson RC. Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. Mar. Pollut. Bull. 2013; 67(1-2): 94-99. doi: 10.1016/j.marpolbul.2012.11.028
77. Hazin FHN, Lessa RPT, Chammas M. First observations on stomach contents of the blue shark, *Prionace glauca*, from southwestern equatorial Atlantic. Rev. Brasil. Biol. 1994; 54(2): 195-198.
78. Derraik GB. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. Mar. Pollut. Bull. 2022; 44: 842-852. doi: [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00220-5](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00220-5)
79. Koch HM, Calafat AM. Human body burdens of chemicals used in plastic manufacture. Philos. Trans. R. Soc. Lond., B. 2009; 364:2063-2078. doi: <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0208>
80. Galloway TS. Micro- and nano-plastics and human health. In: Bergmann M, Gutow L, Klages M. (eds). Marine anthropogenic litter. 2015; 343-366. doi: 10.1007/978-3-319-16510-3_13, p. 343
81. Karami A, Golieskardi A, Larat V, Karbalaei S, Salamatinia B. Microplastic and mesoplastic contamination in canned sardines and sprats. Sci. Total Environ. 2018; 612: 1380-1386. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.005>

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo

n.1, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886



Ecologia alimentar e reprodutiva de uma população de *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) em um fragmento florestal urbano na cidade do Rio de Janeiro/RJ

Jonas Barreto de Oliveira Moura¹

 <https://orcid.org/0009-0006-9753-2311>

Shirley Seixas Pereira da Silva^{1*}

 <https://orcid.org/0000-0002-6523-1331>

* Contato principal

Patricia Gonçalves Guedes¹

 <https://orcid.org/0000-0001-6338-5639>

¹ Instituto Resgatando o Verde/IRV, Rio de Janeiro/RJ, Brasil. <jonas15barreto@gmail.com, batshirley@gmail.com, pgguedes@gmail.com>.

Recebido em 30/01/2023 – Aceito em 11/09/2023

Como citar:

Moura JBO, Pereira da Silva SS, Guedes PG. Ecologia alimentar e reprodutiva de uma população de *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) em um fragmento florestal urbano na cidade do Rio de Janeiro/RJ. *Biodivers. Bras.* [Internet]. 2024; 14(1): 78-91. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i1.2391

Palavras-chave: Dispersão de sementes; morcegos; morfometria; padrão reprodutivo.

Resumo – *Carollia perspicillata* é um morcego predominantemente frugívoro e amplamente distribuído, inclusive em ambientes urbanos. Este estudo investiga a dieta, os dados biométricos, o padrão reprodutivo e a dinâmica populacional de *C. perspicillata* no Parque Natural Municipal Bosque da Freguesia (Rio de Janeiro/RJ). Trabalhos de campo ocorreram de setembro de 2009 a fevereiro de 2020. Dados biométricos, peso e condição reprodutiva foram registrados. Itens alimentares foram separados em recipientes etiquetados. Capturaram-se 25 machos e 34 fêmeas. As medidas biométricas não diferem da literatura. Fêmeas estavam grávidas em fevereiro, agosto, setembro e novembro e lactantes em maio e dezembro. Devido à pouca coleta de fêmeas reprodutivas, não foi determinado o padrão reprodutivo da população; contudo, pôde-se inferir padrão reprodutivo do tipo poliestria sazonal. Registraram-se 10 recapturas de cinco indivíduos, sendo quatro deles fêmeas. Um indivíduo apresentou quatro recapturas, separadas por um período de dois anos. A taxa de recaptura apresentada foi de 17%. Das 808 sementes recuperadas nas fezes, 48,02% pertencem à família Piperaceae (consumida no verão e outono), 6,31% Solanaceae (consumida no verão, outono e primavera), 0,25% Urticaceae (consumida no verão, somente por fêmeas) e 45,42% não foram identificadas. Machos consumiram 79,0% de frutos de Piperaceae e 64,0% de Solanaceae e fêmeas consumiram frutos de Urticaceae. A população de *C. perspicillata* na área de estudo manteve o padrão reprodutivo e alimentar descrito para a espécie. O consumo de plantas da família Piperaceae e Solanaceae por *C. perspicillata* os torna o principal dispersor dessas plantas na área do Bosque da Freguesia, influenciando a composição vegetal do parque e do ambiente urbano.

Feeding and reproductive ecology of a population of *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) in an urban forest fragment in the city of Rio de Janeiro/RJ

Keywords: Bats; morphometry; reproductive pattern; seed dispersal.

Abstract – *Carollia perspicillata* is a predominantly frugivorous bat and widely distributed, including in urban environments. This study investigates the diet, biometric data, reproductive pattern and population dynamics of *C. perspicillata* in the Parque Natural Municipal Bosque da Freguesia (Rio de Janeiro/RJ). Field work took place from September 2009 to February 2020. Biometric data, weight and reproductive status were recorded. Food items were separated into labeled containers. 25 males and 34 females were captured. Biometric measurements do not differ from the literature. Females were pregnant in February, August, September and November and lactating in May and December. Due to the low collection of reproductive females, the reproductive pattern of the population was not determined; however, it was possible to infer a reproductive pattern of the seasonal polyestria type. There were 10 recaptures of five individuals, four of them females. One individual had four recaptures, separated by a period of two years. The recapture rate was 17%. Of the 808 seeds recovered from fecal samples, 48.02% belong to the Piperaceae family (consumed in summer and autumn), 6.31% Solanaceae (consumed in summer, autumn and spring), 0.25% Urticaceae (consumed in summer, only by females) and 45.42% were not identified. Males consumed 79.0% of Piperaceae and 64.0% of Solanaceae and females consumed Urticaceae. The population of *C. perspicillata* in the study area maintained the reproductive and feeding pattern described for the species. The consumption of plants from the Piperaceae and Solanaceae family by *C. perspicillata* makes it the main disperser of these plants in the Bosque da Freguesia area, influencing the plant composition of the park and the urban environment.

Aspectos ecológicos e reproductivos de una población de *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) en un fragmento de bosque urbano en la ciudad de Rio de Janeiro/RJ

Palabras clave: Dispersion de semillas; murciélagos; morfometría; patrón reproductivo.

Resumen – *Carollia perspicillata* es un murciélago predominantemente frugívoro y ampliamente distribuido, incluso en entornos urbanos. Este estudio investiga la dieta, datos biométricos, patrón reproductivo y dinámica poblacional de *C. perspicillata* en el Parque Natural Municipal Bosque da Freguesia (Rio de Janeiro/RJ). El trabajo de campo se realizó de septiembre de 2009 a febrero de 2020. Se registraron datos biométricos, peso y estado reproductivo. Los alimentos se separaron en recipientes etiquetados. Se capturaron 25 machos y 34 hembras. Las medidas biométricas no difieren de la literatura. Las hembras estaban preñadas en febrero, agosto, septiembre y noviembre y lactando en mayo y diciembre. Debido a la baja recolección de hembras reproductivas, no se determinó el patrón reproductivo de la población; sin embargo, fue posible inferir un patrón reproductivo del tipo polistria estacional. Hubo 10 recapturas de cinco individuos, cuatro de ellos hembras. Un individuo tuvo cuatro recapturas, separadas por un período de dos años. La tasa de recaptura presentada fue del 17%. De las 808 semillas: 48,02% pertenecen a la familia Piperaceae (consumidas en verano y otoño), 6,31% Solanaceae (consumidas en verano, otoño y primavera), 0,25% Urticaceae (consumidas en verano, solo por hembras) y 45,42% no identificado. Los machos consumieron 79,0% de Piperaceae y 64,0% de Solanaceae y las hembras consumieron Urticaceae. La población de *C. perspicillata* en el área de estudio mantuvo el patrón reproductivo y alimentario descrito para la especie. El consumo de plantas de la familia Piperaceae y Solanaceae por parte de *C. perspicillata* la convierte en el principal dispersor de estas plantas en el área del Bosque da Freguesia, influyendo en la composición vegetal del parque y del ambiente urbano.

Introdução

O morcego-de-cauda-curta *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) é um morcego frugívoro da família Phyllostomidae. Possui tamanho pequeno a médio, com comprimento total variando de 66,0 a 95,0 mm e peso de 18,5 g em média. A pelagem apresenta coloração variada, desde quase preto até marrom, ferrugem ou cinza; no dorso, a pelagem passa a ser tricolor, com bandas externas mais escuras e a banda do meio pálida[1]. Comparando-se com os outros integrantes do gênero *Carollia* (Gray, 1838), [2] destacou que *C. perspicillata* é o maior integrante do grupo, como também o menos modificado em comparação com o ancestral comum. Além de ocorrer no Brasil, a espécie *Carollia perspicillata* também pode ser encontrada nos seguintes países: Belize, Bolívia, Colômbia, Costa Rica, Equador, El Salvador, Guiana Francesa, Guatemala, Guiana, Honduras, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, São Cristóvão e Névis, Suriname e Trinidad e Tobago[1][3][4]. Essa espécie possui uma baixa fecundidade, dando à luz a geralmente um filhote por gestação.

Carollia perspicillata possui hábito alimentar predominantemente frugívoro, mas pode consumir também uma grande variedade de néctar (geralmente na estação seca, quando há uma escassez de frutos), pólen e alguns insetos[1][5]. Ao sair para forragear, os espécimes ingerem no mínimo a sua própria massa corporal em frutos, especialmente dos gêneros *Piper* L. e *Solanum* L., o que os torna importantes dispersores de sementes. Além do mais, essa espécie pode ser um importante polinizador de vários tipos de plantas e tem um bom potencial como indicador de florestas perturbadas[6]. Devido a esses fatores, esse morcego é capaz de desempenhar vários serviços ecossistêmicos no ambiente em que vive.

De acordo com [7], os morcegos filostomídeos frugívoros são um dos principais responsáveis pela regeneração das florestas neotropicais. Enquanto voam entre os fragmentos de vegetação buscando alimento e abrigo, esses animais defecam nas áreas de pastagem e, assim, lançam as sementes presentes no trato intestinal para o solo[8]. Dessa forma, os morcegos dispersam as sementes originadas nos fragmentos de mata em direção às áreas abertas[9]. As sementes apresentadas nas fezes pertencem majoritariamente às espécies pioneiras[10], que se estabelecem e modificam as condições do terreno para a implantação de outras espécies primárias e secundárias, as quais trarão à área condições ideais

para as espécies arbóreas da floresta e, dessa forma, regenerando a mata local[7]. Todos esses fatores fazem dos filostomídeos frugívoros indispensáveis para a regeneração da mata em áreas degradadas nos trópicos e para a preservação dos fragmentos florestais existentes tanto no Brasil como nas Américas[7].

Apesar de, atualmente, contar com 181 espécies em território brasileiro[11] e representar cerca de 24,2% das espécies mamíferos catalogadas no Brasil[12], a quiropterofauna brasileira ainda não é bem conhecida: [13] constatam que aproximadamente 60% do território brasileiro não apresenta uma única espécie de morcego registrada, sendo os principais empecilhos disso o baixo investimento financeiro, a falta de estudos intensos nos biomas brasileiros (principalmente por pesquisadores locais) e as poucas revisões taxonômicas feitas no país. O estudo da quiropterofauna poderia auxiliar na tomada de medidas de proteção e conservação de áreas protegidas, especialmente de parques urbanos; contudo, segundo[14], o levantamento da quiropterofauna em grande parte das cidades brasileiras é enviesado, restrito às espécies enviadas ou coletadas pelos órgãos de saúde e/ou agricultura com poucos estudos investigando os padrões biológicos de morcegos sinantrópicos, como o comportamento, uso do *habitat* alterado, padrões de deslocamentos, preferências por abrigos e reprodução. Além disso, sabe-se que as espécies com maior plasticidade adaptativa se beneficiam com as mudanças ocorridas, que carregam consigo novas oportunidades de abrigo e alimento[14]. Dessa forma, este trabalho visa investigar a dieta, os dados biométricos, o padrão reprodutivo e a dinâmica populacional de *C. perspicillata* em uma unidade de conservação situada em área urbana na cidade do Rio de Janeiro/RJ. Espera-se, assim, descrever os serviços ecossistêmicos prestados por esses morcegos e colaborar em discussões acerca do impacto de fatores antrópicos sobre as populações urbanas.

Materiais e Métodos

Área de estudo

O Parque Natural Municipal Bosque da Freguesia (PNMBF) – popularmente chamado de Bosque da Freguesia – é um parque urbano pertencente à categoria de parque do grupo de unidades de conservação (UCs) de proteção integral no SNUC[15]. Possui área de aproximadamente

31 ha e se localiza no centro da área de proteção ambiental (APA) do bairro da Freguesia de Jacarepaguá – na coordenada 22° 56' 56" S e 43° 20' 36" W –, zona oeste da cidade do Rio de Janeiro (Figura 1A). Circundando o PNMBF estão dois outros remanescentes florestais: a 6,3 km de distância do Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), com 12.500 ha; e a 5,4 km de distância do Parque Nacional da Tijuca (PNT), com 3.972 ha[16].

A área correspondente ao PNMBF fazia parte de uma antiga fazenda no início do século XIX, considerada um remanescente das grandes chácaras existentes no bairro de Jacarepaguá. O terreno era composto por produção agrícola, pomar, e criações pecuárias de suínos, gados, cavalos e aves. O perímetro do bosque também conta com um campo de futebol, além da presença de moradias. Na área interna, encontram-se atrativos de lazer, como pistas rústicas, quadras, aparelhos de ginástica, dentre outros. A vegetação constituinte do Bosque da Freguesia não é original, sendo basicamente secundária, com estágio de regeneração inicial e médio, classificando-se como Formação Pioneira e Floresta Ombrófila Densa de Baixada, formações estas que desapareceram da região[17]. O plantio foi realizado majoritariamente no final do século XIX e início do século XX, envolvendo uma grande quantidade de espécies frutíferas nativas e exóticas, que compunham o antigo pomar. As árvores apresentam altura por volta de 15 m e já foram registradas espécies nativas oriundas de regeneração natural. A fauna é considerada como tipicamente urbana, formada por populações fixas e pequenas, mas que têm um aumento considerável no período de frutificação das plantas; no local podem ser encontrados esquilos, micos, gambás e morcegos, além de uma grande diversidade de aves[18].

Resíduos espalhados pelas trilhas, árvores possuindo sua casca ferida, coleta não-autorizada de frutos e a caça de aves no entorno são alguns problemas que o Bosque da Freguesia enfrenta.

Coleta de dados

No período de fevereiro de 2009 a fevereiro de 2020 foram realizadas as atividades de captura de morcegos utilizando-se redes-de-neblina com dimensões de 9,0 x 2,5 m estendidas na altura do sub-bosque (Figura 1B-C) no período das 17h às 22h (UTC-03:00) – vistoriadas regularmente a cada de 15 minutos. Os morcegos capturados foram retirados da rede e acondicionados em sacos de algodão visando à redução de estresse e coleta de fezes. Obtiveram-se informações morfométricas de cada indivíduo e foram também realizadas observações sobre o estado reprodutivo de cada indivíduo e eventuais marcas de briga e falhas na pelagem (alopecia). Dados morfométricos, em milímetros, foram obtidos com paquímetro digital e o peso corporal foi registrado, em gramas, com auxílio de dinamômetro.

A condição reprodutiva foi identificada apenas para indivíduos fêmeas, uma vez que machos não podem ser classificados via observação externa das gônadas e, portanto, precisam de uma investigação de caráter histológico[19]. Indivíduos com epífises não-consolidadas foram categorizados como “juvenis”. Sempre que possível, antes da soltura os morcegos recebiam um colar de miçangas coloridas para marcação (Figura 2A). As fezes eliminadas por eles foram recolhidas dos sacos de algodão e mantidas em microtubos plásticos etiquetados para posterior análise em laboratório.

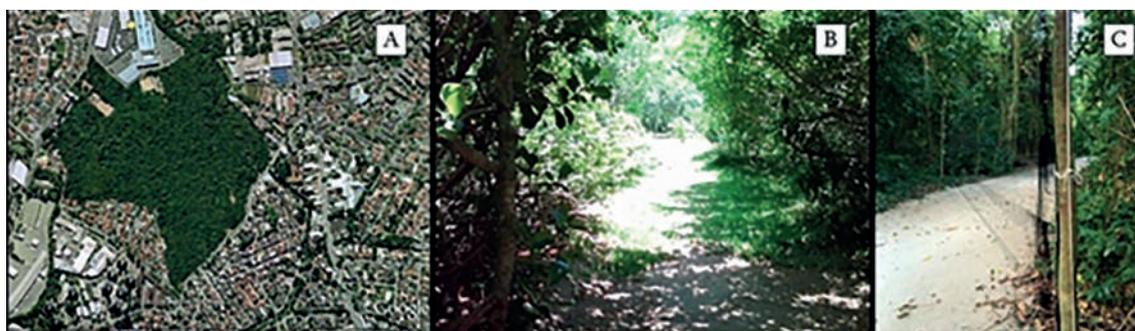


Figura 1 – A: Área do Parque Natural Municipal Bosque da Freguesia (PNMBF). Fonte: Google Maps; B: Trilha no interior do PNMBF; e C: Rede-de-neblina armada em uma das trilhas no interior do PNMBF. Fotos: S. S. P. Silva.

Posteriormente as fezes foram analisadas com o auxílio de estereomicroscópio (40x) em busca de itens alimentares, que foram separados e identificados como “fragmentos de Hexapoda” ou “sementes”. As sementes foram lavadas, contadas e, quando possível, identificadas com base nos trabalhos de [20] e [21], sendo posteriormente colocadas para germinar em gel para plantas para confirmação da identificação taxonômica. Somente sementes de taxonomia confirmada foram registradas.

Foram concedidas pela Secretaria do Ambiente do Município do Rio de Janeiro (SMAC-RJ) as seguintes autorizações para realização de pesquisa científica: n° 001/2009 (Proc.14/000.047/2009); n° 12/2009 (Proc.14/001059/2009); n° 0713B, 13_14B, 18_16B e 22/18 (Proc.14/000.627/2013) e ICMBio/Sisbio n° 22393-4.

Análise dos dados

O esforço amostral foi calculado de acordo com [22]. Todas as análises estatísticas foram feitas utilizando-se os programas BioEstat 5.3 e Microsoft Excel® 2013. Foi adotado um nível de significância de 5% (α) para todos os testes realizados. Determinaram-se também a abundância relativa (%Spi) e a Constância (C) de *Carollia perspicillata* na área de estudo. Além disso, para testar uma possível variação no número de indivíduos capturados entre as estações, bem como a diferença entre a frequência de machos e fêmeas, foi empregado o teste ANOVA para dois critérios, seguido do teste de Tukey para comparação das médias amostrais, quando encontrada diferença significativa ($p < 0.05$). Para a aplicação desse teste, os dados sofreram transformação logarítmica (Log10), uma vez que as variâncias eram muito desproporcionais (acima de quatro vezes).

Visando investigar possível dimorfismo sexual entre os machos e fêmeas da população de *C. perspicillata* em questão, foi utilizado o teste *t* de Student. Os parâmetros comparados foram as médias amostrais das variáveis “peso”, “comprimento total”, “antebraço” e “tíbia”, uma vez que os dois primeiros estão ligados à condição corporal do animal e os dois últimos são utilizados para fins taxonômicos, de acordo com [2]. Enquanto se realizavam os testes, a variável “peso” apresentou heterocedasticidade; sendo assim, foi

testada mediante um teste não-paramétrico, sendo escolhido o teste de *Mann-Whitney*.

Para avaliar a verdadeira proporção de machos e fêmeas na população, o teste de aderência do qui-quadrado corrigido (Yates) foi empregado. Devido à baixa quantidade amostral necessária, não foi possível testar a proporção de fêmeas reprodutivas (fêmeas GR somadas às fêmeas LAC) encontradas nas estações chuvosa e seca. Em contrapartida, foi verificada a correlação entre a proporção de fêmeas reprodutivas por estação e os índices de precipitação pelas estações na cidade do Rio de Janeiro através do teste de regressão logística simples. Como não há registros para precipitação média no PNMBF, foram utilizados os dados de precipitação para a cidade do Rio de Janeiro, retirados do trabalho de [23].

Uma vez que há muitas variáveis para comparar diferenças significativas entre os itens alimentares consumidos [24], foram testadas apenas as seguintes hipóteses: i) diferença da proporção do consumo entre os sexos; e ii) diferença da proporção de consumo entre as estações. Para isso, utilizou-se o teste do qui-quadrado para duas amostras independentes. Como a maioria dos testes eram tabelas de Contingências do tipo 2x2, a Correção de Yates foi aplicada.

Resultados

Com um esforço amostral de 13.725 m²/h, foi capturado um total de 59 morcegos identificados como *Carollia perspicillata* (Figura 2A), sendo 24 indivíduos machos e 35 fêmeas. Observou-se uma diferença na taxa de captura entre as estações do ano, sendo o inverno a estação com a maior quantidade de indivíduos capturados ($n=27$). A abundância relativa da espécie foi de 8,79%, enquanto a Constância deste morcego nas coletas foi cerca de 52,46% das campanhas ($n=32$) classificando-se assim *C. perspicillata* como constante

A análise ANOVA não apontou nenhuma diferença significativa na frequência entre machos e fêmeas ($F=2,924$, $p=0,185$); todavia, houve uma diferença significativa entre as estações do ano ($F=10,629$, $p=0,042$), onde, comparando-se as médias, notou-se uma diferença significativa apenas na estação inverno em relação ao verão ($t=4,255$, $p=0,024$), outono ($t=3,490$, $p=0,040$) e primavera ($t=5,327$, $p=0,013$) (Figura 3).



Figura 2 – A: *Carollia perspicillata* com anilha; B-C: fêmea capturada com filhote agarrado à mama (seta vermelha); e D: Filhote de *C. perspicillata* capturado. Fotos: S. S. P. Silva.

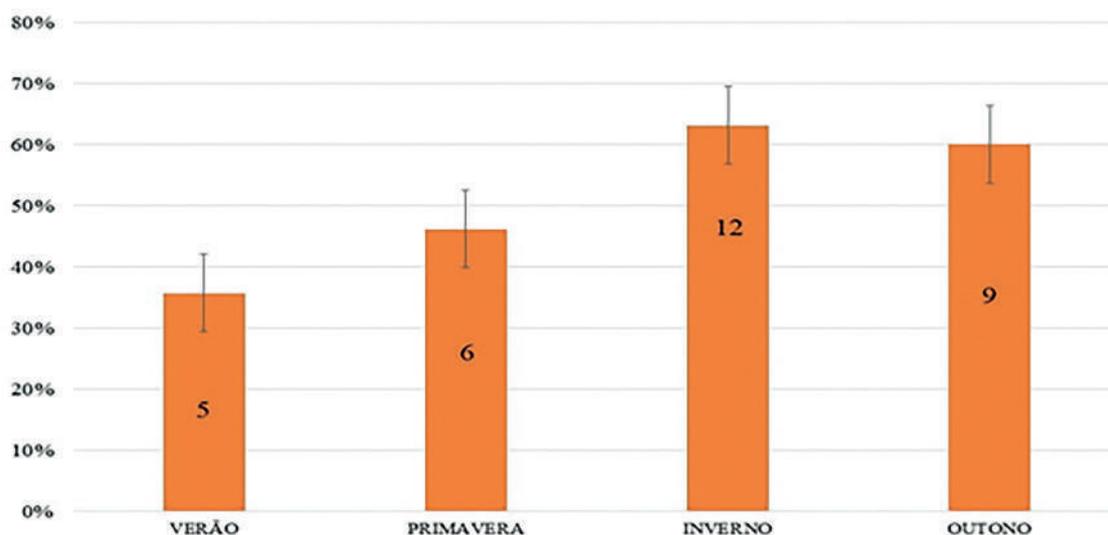


Figura 3 – Constância de *C. perspicillata* nas coletas realizadas no PNMBF. Os números dentro das colunas representam a quantidade de noites em que indivíduos foram registrados.

Foram registradas 10 recapturas de cinco morcegos (um macho e quatro fêmeas), perfazendo uma taxa de recaptura de 17%. O menor intervalo entre as recapturas foi de 30 dias (de maio de 2016 a junho de 2016) e o maior intervalo foi no período de quatro anos e nove meses (de agosto de 2014 a maio de 2019). Um único indivíduo apresentou quatro recapturas, separadas por um período de dois anos (abril e agosto de 2014, sendo recapturado somente em maio e junho de 2016) e uma das fêmeas,

considerada como inativa sexual em agosto de 2014, foi encontrada lactante quatro meses depois, em dezembro de 2014. Não houve dimorfismo sexual significativo em nenhuma das condições corporais analisadas. O peso dos animais capturados variou de 10 g a 26 g, sendo que todos os pesos acima de 20 g foram registrados apenas em fêmeas. Não foi detectada diferença significativa entre os pesos de machos e fêmeas ($U=365.5$, $p=0.816$) (Figura 4).

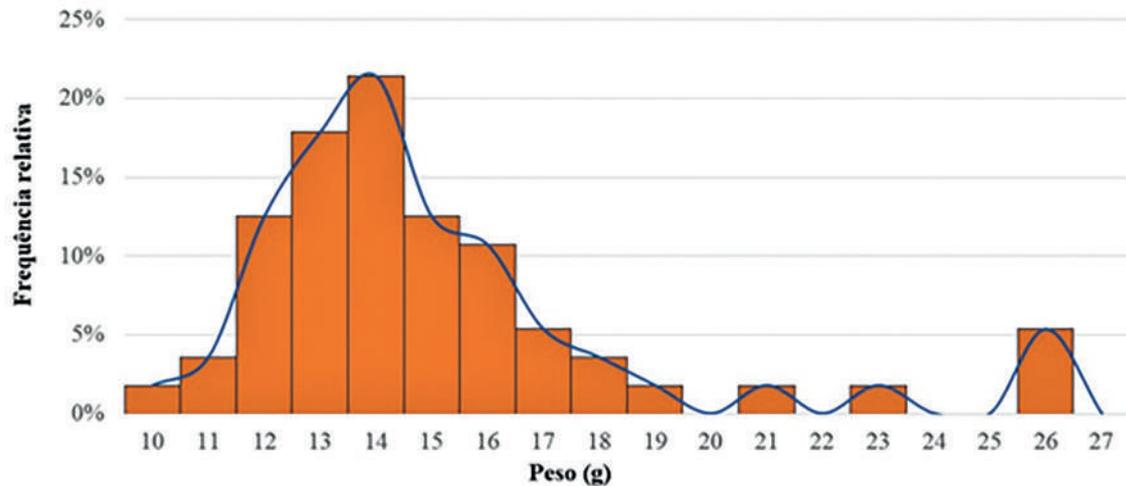


Figura 4 – Frequência relativa dos pesos encontrados nos indivíduos de *Carollia perspicillata* coletados no PNMBF. Nota-se uma distribuição unimodal, de valor 14, com cauda longa à direita.

O teste do qui-quadrado não apresentou diferença significativa na proporção de machos e fêmeas ($\chi^2 = 2.051$, $g.l=1$, $p=0.193$), indicando uma proporção de 1:1. A maioria das fêmeas capturadas estava sexualmente inativa no inverno ($n=11$). Quatro fêmeas grávidas foram capturadas nos meses de fevereiro, agosto, setembro e novembro, e duas lactantes nos meses de maio e dezembro (Figura 5). Também foi encontrada uma fêmea lactante carregando o seu filhote, em fevereiro (Figura 2 B-C). A regressão logística simples indicou não haver relação direta entre a probabilidade de fêmeas reprodutivas

e os níveis de precipitação ($odds\ ratio=0,990$, $p=0,498$).

Devido à baixa quantidade de fêmeas reprodutivas coletadas ($n=7$), não foi possível determinar o padrão reprodutivo da população de *C. perspicillata* no PNMBF; contudo, pode-se inferir um padrão reprodutivo do tipo poliestria sazonal, com a época reprodutiva ocorrendo da metade do inverno até metade do verão (de agosto a fevereiro), com pausa no outono, onde fêmeas lactantes se encontram mais abundantes (Figura 5).

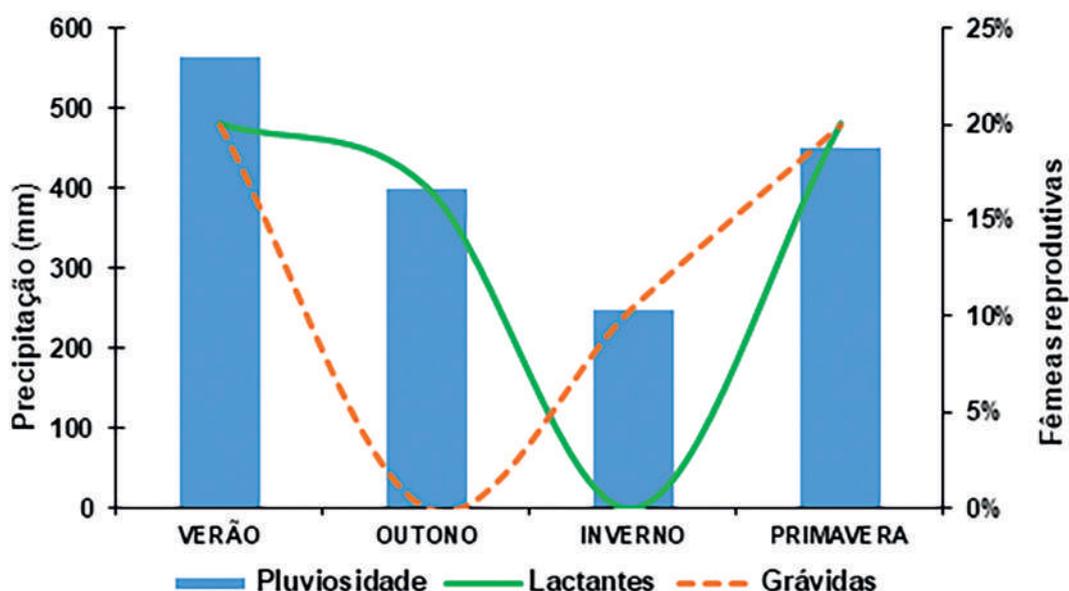


Figura 5 – Fêmeas reprodutivas de *C. perspicillata* encontradas durante as estações e os dados pluviométricos médios registrados para a cidade do Rio de Janeiro, retirados e adaptados de [23].

Em relação à dieta, foram encontradas 808 sementes das quais 48,02% são pertencentes à Família Piperaceae, 6,31% de Solanaceae, e

0,25% da Família Urticaceae; 45,42% não foram identificadas. Não foram encontrados fragmentos de Hexapoda.

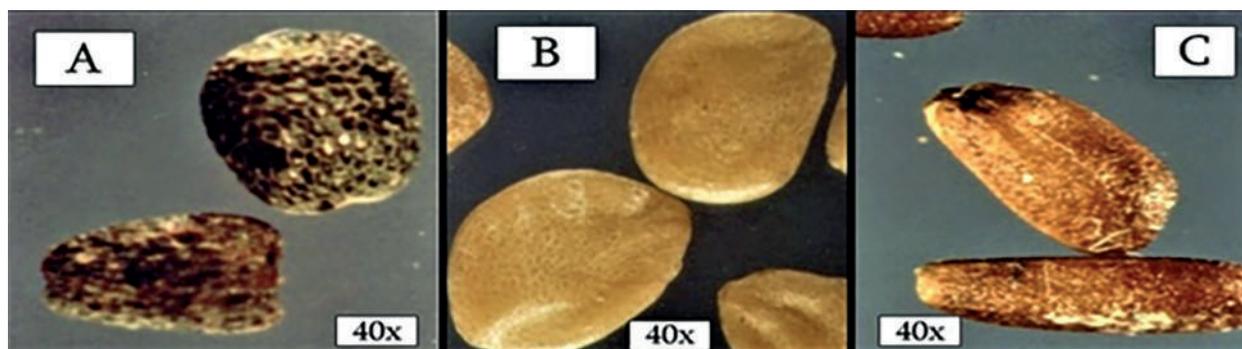


Figura 6 – A: Sementes de Piperaceae; B: Solanaceae; e C: Urticaceae. Fotos: S. S. P. Silva.

Frutos da Família Piperaceae foram consumidos no verão nos meses de janeiro e fevereiro e no outono, nos meses de março, abril e maio. Em relação aos frutos de Solanaceae, o consumo ocorreu no verão, outono e primavera. Para a Família Urticaceae verificou-se o consumo dos frutos no verão, relatado no mês de janeiro (Figura 7). Observou-se uma preferência alimentar entre os sexos: 79%

das sementes de Piperaceae e 64% de Solanaceae foram encontradas em fezes de indivíduos machos, enquanto fêmeas consumiram as sementes de Urticaceae. Corroborando com esses dados, também foi detectada uma diferença significativa no consumo de Piperaceae e Solanaceae entre machos e fêmeas ($= 5.365, g.l=1, p=0.0325$).

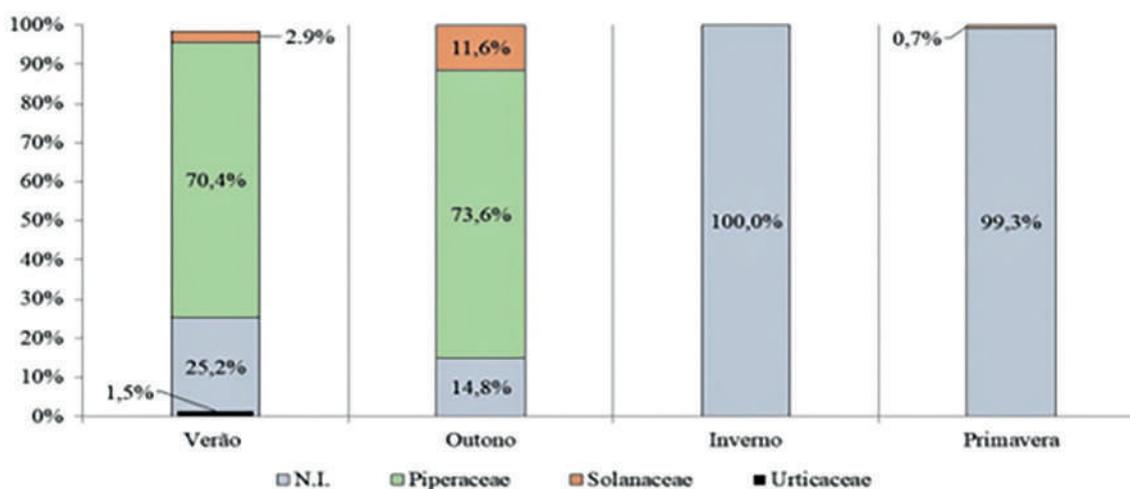


Figura 7 – Porcentagem das Famílias vegetais encontradas nas fezes de *C. perspicillata* entre as estações. N.I = Não identificado.

Após 124 dias de acompanhamento, nenhuma das 139 sementes de Piperaceae e 30 de Solanaceae iniciaram o processo de germinação no gel. Esse fato afetou a identificação de uma parcela de sementes,

principalmente coletadas na estação inverno e primavera. Devido à baixa quantidade de amostra ($n=2$), as sementes de Urticaceae não foram incluídas no teste.

Discussão

Os parâmetros de análise faunística realizados indicam que *Carollia perspicillata* é um morcego comum e constante no local (%Spi < 10%; C = > 50%), confirmando que essa espécie está adaptada para viver em ambientes florestais e também em áreas antropizadas. Estudos demonstram que *Carollia perspicillata* é um dos morcegos mais comuns em diversas áreas de Mata Atlântica [16] [25-35], juntamente com morcegos do gênero *Artibeus* (Leach, 1821), os quais, na maioria dos casos apresentaram a abundância relativa mais alta, inclusive no PNMBF [36]. Tal fator sugere uma dominância de espécies *Artibeus* sp. sobre *C. perspicillata*, influenciando assim sua demografia.

Apesar de esses morcegos utilizarem estratos e alimentos diferentes no mesmo *habitat* [38], há registros de espécies de *Artibeus* incluírem frutos de Piperaceae em sua dieta [38] [39], inclusive no próprio PNMBF [36], portanto, a disponibilidade dos recursos alimentares no perímetro do parque, o nível de degradação da área, e as características de *Artibeus* sp., como maior porte, hábito generalista e alta plasticidade podem ser fatores críticos para a existência de dominância [37] [40]. O grande número da taxa de recapturas de *C. perspicillata* no PNMBF, juntamente com o valor da Constância, indicam uma frequente utilização e fidelidade ao local para forrageio e abrigo, conforme observado por [41]. Contudo, devido à proximidade do Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB) e Parque Nacional da Tijuca (PNT), bem como de outras áreas verdes, é possível que muitos indivíduos capturados e anilhados no PNMBF sejam oriundos de diferentes populações de outras UCs.

A diferença significativa na abundância de indivíduos capturados no inverno pode indicar um deslocamento sazonal dessas populações de outras UCs para o PNMBF. Morcegos frugívoros de tamanho similar à *C. perspicillata*, como *Sturnira lilium* (E. Geoffroy, 1810) e *Platyrrhinus lineatus* (E. Geoffroy, 1810), já foram registrados com um deslocamento de mais de 50 km e 100 km, respectivamente [42] [43]; o que sugere que *C. perspicillata* também seja fisiologicamente e anatomicamente capaz de realizar deslocamentos similares.

Os dados morfométricos de machos e fêmeas não indicam dimorfismo sexual na população, corroborando com a literatura [1] [2] [44] [45] [46]. Já se é conhecido que fatores ambientais como topogra-

fia e temperatura não são um fator decisivo para haver diferenças morfológicas em *C. perspicillata* [47]. Nesse sentido, os resultados sugerem que, apesar de a área de vida desse morcego receber uma interferência humana constante em sua periferia e interior – como efeito de borda e outros efeitos oriundos do urbanismo, estas também não provocam alterações significativas em suas características morfológicas.

A baixa presença de fêmeas reprodutivas encontradas no PNMBF pode indicar mudança de *habitat* durante o período de gestação. Tal fator, aliado ao fato de não terem sido encontrados indivíduos juvenis no local de estudo, pode indicar a presença de fatores deletérios à sobrevivência de infantes e ao processo de gestação em si. Há, porém, variáveis que podem levar a outras interpretações: fêmeas reprodutivas tendem a voar por menos tempo e em menores distâncias [48], além de procurarem áreas com maior abundância de frutos, voando mais próximo da borda e da matriz do *habitat* [49]. Além disso, o método de apalpação do abdômen não consegue identificar fêmeas ainda no início de gestação [50], o que pode levar a resultados falso-negativos. Entretanto, não se pode ignorar a possibilidade da influência de efeitos antrópicos que atingem o PNMBF, uma vez que agentes externos podem induzir a uma variação na taxa de reprodução em morcegos [51].

Apesar de a literatura categorizar o padrão reprodutivo de *C. perspicillata* como poliestria bimodal, isto é, presença de dois picos reprodutivos distintos ao longo do ano [1] [45] [52], o período de picos parece variar localmente: na Guiana-Francesa, o maior pico foi nos meses entre novembro e março [48]. [52] detectou poliestria bimodal no Cerrado entre os meses de julho a outubro e de outubro a janeiro; todavia, a população da Caatinga não tinha tal bimodalidade definida.

Em áreas de Mata Atlântica, no Estado do Rio de Janeiro, [53] identificaram um pico menor no início da estação seca (de maio a julho) e um pico maior na estação chuvosa (de setembro a março). Estudos prévios demonstram que o fator decisivo para a ocorrência da poliestria é a sincronia dos morcegos com a produção de frutos no ambientes [5] [51] [54] [55]. Portanto, a poliestria sazonal encontrada para a população do PNMBF pode estar atrelada à fitofisionomia da região como um todo, a qual permitiria a ocorrência de picos reprodutivos bimodais mais prolongados e sucessivos a ponto de se unificarem; todavia, o resultado do teste da

regressão logística não confirma essa hipótese e outros fatores, portanto, devem ser mais explicativos para o fenômeno.

A preferência alimentar de *C. perspicillata* pelas plantas da família Piperaceae, especialmente do gênero *Piper* L., é amplamente conhecida[5][36][37][45][56][57]. [58] destacam ainda a manutenção da preferência alimentar desta espécie ao longo dos diversos países e ambientes Neotropicais. Apesar de estar situada num fragmento vegetal com grande interferência urbana, a população do PNMBF não diferiu desse padrão alimentar, o que a categoriza como principal dispersor de sementes de piperáceas e ressalta a alta resiliência deste morcego para habitar ambientes antropizados, sendo comumente utilizados como bioindicadores[6][31].

Não obstante, o consumo de plantas da Família Solanaceae e Urticaceae também é recorrente na literatura[38][39][59-62], sendo consideradas como alimentos complementares à dieta de *C. perspicillata*[63]. Com os resultados apresentados pode-se verificar que as espécies de Solanaceae são utilizadas frequentemente no outono, o que indica uma possível queda na produção de frutos por Piperaceae. Espécies da Família Solanaceae, principalmente do gênero *Solanum* L., são conhecidas por constituírem a preferência alimentar do morcego *S. lilium*[37][64], o qual frequentemente compartilha o mesmo ambiente e nicho trófico com *C. perspicillata*[26][63]. No entanto, durante as campanhas não foi registrado nenhum indivíduo de *S. lilium*. Tal fator, que poderia abrir margem para uma alteração na preferência alimentar de *C. perspicillata*, todavia, não parece ter nenhum efeito. No experimento realizado por [56], fica clara a fidelidade e preferência de *C. perspicillata* por *Piper* L., mesmo com outras espécies vegetais – consumidas de forma complementar – em maior abundância. Este fato, portanto, retira a hipótese de que a taxa de consumo de Solanaceae por *C. perspicillata* é devido à uma baixa disponibilidade dessas plantas no PNMBF. Todavia, mesmo sendo consumida em quantidades baixas, essa família de plantas também pode ser considerada como dispersa por *C. perspicillata* no PNMBF, o que aumenta ainda mais o benefício provocado pela diversidade de sementes presentes num único ato de dispersão[65]. A utilização de frutos de Urticaceae na dieta de *C. perspicillata* parece ter sido ocasional; plantas dessa família costumam ser utilizadas por espécies de *Artibeus* (Leach, 1821), principalmente as do gênero

Cecropia Loefl[26][38][39][56]. Desta forma, a competição com os indivíduos do gênero *Artibeus* presentes no PNMBF pode ter influenciado no baixo consumo desse vegetal.

Não foi possível identificar as espécies consumidas durante o estudo, apesar dos esforços para germinar as sementes. O resultado negativo do teste de germinação das sementes pode ter sido influenciado pelo substrato utilizado e o tempo que permaneceram armazenadas. [40] demonstraram que não apenas o substrato utilizado, mas também o tempo e condições de armazenamento das sementes afetam os testes de germinação destas.

Conclusão

O PNMBF é um fragmento urbano com altos níveis de interferência humana e perturbação ecológica. No entanto, nota-se que o local ainda propicia recursos suficientes para que uma população de *Carollia perspicillata* possa se estabelecer, reproduzir e desempenhar o seu papel como dispersor de sementes, podendo influenciar a composição vegetal do parque. A dispersão de Piperaceae e Solanaceae por *C. perspicillata* no PNMBF possivelmente auxilia no reflorestamento da vegetação na área do parque e no entorno, principalmente mitigando o efeito de borda causado pelas trilhas que cortam o interior do parque; além de influenciar a composição botânica da região e promover o fluxo gênico entre as plantas presentes nas UCs que circundam a área de estudo.

Por fim, a presença e permanência de *C. perspicillata* no PNMBF está diretamente relacionada com a disponibilidade dos recursos alimentares utilizados por esse morcego. Não obstante, é possível também que outras espécies de morcegos presentes na assembleia, principalmente *Artibeus* sp., exerçam alguma influência no padrão de abundância, reprodução e dieta de *C. perspicillata*. Assim, sugerimos que os próximos estudos analisem os nichos alimentares da assembleia de morcegos do PNMBF e uma consequente sobreposição destes. Além do mais, a realização de um levantamento botânico de cada UC deve ser prioridade para um ideal manejo e conservação da natureza, permitindo assim uma melhor convivência entre o ambiente urbano e o natural enquanto se usufrui dos serviços ecossistêmicos que os quirópteros podem realizar na matriz em que vivem.

Agradecimentos

À administração do Parque Natural Municipal Bosque da Freguesia, pelo apoio durante as atividades de campo.

Referências

- Cloutier D, Thomas DW. *Carollia perspicillata*. Mammalian Species. 1992 Dec; (417): 1-9. doi: <https://doi.org/10.2307/3504157>
- Pine RH. The bats of genus *Carollia* [tese]. Texas: Texas A&M University; 1972. 124 f.
- Gardner AL. Mammals of South America – marsupials xenarthrans shrews and bats. Chicago: University of Chicago Press; 2007.
- Barquez R, Perez S, Miller B, Diaz M. *Carollia perspicillata* (Seba's Short-tailed Bat) [Internet]. The IUCN Red List of Threatened Species 2015. 2015 [acesso em 8 de julho de 2020]. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/species/3905/22133716>
- Fleming TH. The short-tailed fruit bat: a study in plant-animal interactions. 2 ed. Chicago: University of Chicago Press; 1988. 380 p.
- Wilson DE, Ascorra CF, Solari S. Bats as indicators of habitat disturbance. In: Wilson Don E. SA, organizador. Manu: the biodiversity of southeastern Peru. Washington, D.C: Smithsonian Institution; 1997. p. 613-26.
- Galindo-González J. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. Acta Zoologica Mexicana. 1998; (73): 57-74. doi: <http://dx.doi.org/10.21829/azm.1998.73731727>
- Uieda W, Bredt A. Morcegos: agentes negligenciados da sustentabilidade. Sustentabilidade em Debate. 2016; 7(1): 186-209. doi: <http://dx.doi.org/10.18472/SustDeb.v7n1.2016.18617>
- Gorchov DL, Rondon XJ, Cornejo F, Schaefer RL, Janosko JM, Slutz G. Edge effects in recruitment of trees, and relationship to seed dispersal patterns, in cleared strips in the Peruvian Amazon. Ecological Research. 2013; 28(1): 53-65. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s11284-012-0999-4>
- Henry M, Jouard S. Effect of bat exclusion on patterns of seed rain in tropical rain forest in French Guiana. Biotropica. 2007; 39(4): 510-8. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s11284-012-0999-4>
- Garbino GST, Gregorin R, Lima IP, Loureiro L, Moras L, Moratelli R et al. Updated checklist of Brazilian bats: versão 2020. Comitê da Lista de Morcegos do Brasil-CLMB. Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros [Internet]. 2022 May [cited 2023 May 13];. Available from: <https://www.sbeq.net/lista-de-especies>.
- Quintela FM, Rosa CA, Feijó A. Updated and annotated checklist of recent mammals from Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências. 2020; 92: 1-57. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765202020191004>
- Bernard E, Aguiar LMS, Machado RB. Discovering the Brazilian bat fauna: a task for two centuries? Mammal Review. 2011; 41(1): 23-39. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2907.2010.00164.x>
- Pacheco SM, Sodr  M, Gama A, Bredt A, Cavallini EMS, Marques R V. Morcegos urbanos: status do conhecimento e plano de a o para a conserva o no Brasil. Chiroptera Neotropical. 2010; 16(1): 629-47.
- Instituto Estadual do Ambiente. Elabora o do plano estadual de recursos hídricos do estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: INEA; 2014. p. 70.
- Silva SSP, Guedes PG, Almeida JC, Cruz AP. Bionomics and biology of bats (Mammalia - Chiroptera) in an Atlantic forest remnant: Parque Estadual da Pedra Branca (Rio de Janeiro, Brazil). Natureza online. 2019; 17(2): 1-15.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2012. Manual técnico da vegeta o brasileira: 2. ed. IBGE (Manuais Técnicos em Geociências), Rio de Janeiro.
- Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro/Sondot cnica Engenharia de Solos S.A. Diagnóstico do meio biótico. In: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro/Sondot cnica Engenharia de Solos S.A. Estudo de impacto ambiental para o projeto de recupera o ambiental da macrobacia de Jacarepaguá. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Meio Ambiente; 1998; p. 110-72.
- Arandas MJG, Teixeira AAC, Teixeira VW, Silva FR, Marinho KSN, Lima NB. Seasonal influence on testicular morphophysiological parameters of bat *Carollia perspicillata* in fragments of the Atlantic Forest, northeastern Brazil. Pesquisa Veterinária Brasileira. 2019; 39(6): 429-33. doi: <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-5866>
- Bardelli KC, Mizu  Kirizawa M, Sousa AVG. O g nero *Piper* L. (Piperaceae) da Mata Atlântica da Microbacia do Sítio Cabu -Proguaru, Guarulhos/SP, Brasil. Hoehnea. 2008; 35(4): 553-561. doi: <https://doi.org/10.1590/S2236-89062008000400007>
- Castellani ED, Damião Filho CF, Aguiar IB, Paula RC. Morfologia de frutos e sementes de espécies arbóreas do g nero *Solanum* L. Revista Brasileira de Sementes. 2008; 30(1): 102-113. doi: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222008000100014>

22. Straube FC, Bianconi GV. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. *Chiroptera Neotropical*. 2002; 8(1-2): 150-2
23. Siciliano WC, Bastos GP, Oliveira IT, Silva GN, Obraczka M, Ohnuma Jr AA. Variabilidade espacial e temporal da precipitação pluvial no município do Rio de Janeiro. *Revista Internacional de Ciências*. 2018; 8(2): 196-208. doi: <https://doi.org/10.12957/ric.2018.33811>
24. Mello MAR. Interações entre o morcego *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) (Chiroptera: Phyllostomidae) e plantas do gênero *Piper* (Linnaeus, 1737) (Piperales: Piperaceae) em uma área de Mata Atlântica. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro; 2002. 80 f.
25. Batista CB, Pereira AD, Lima IP, Reis NR. Morcegos (Mammalia: Chiroptera) de dois fragmentos florestais na região de Londrina, norte do Paraná, Brasil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia*. 2018; 82(December): 60-7.
26. Brito JEC, Gazarini J, Zawadzki CH. Abundância e frugivoria da quiropterofauna (Mammalia, chiroptera) de um fragmento no noroeste do Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum – Biological Sciences*. 2010; 32(3): 265-71. doi: <http://dx.doi.org/10.4025/actasciobiols.v32i3.5351>
27. Dias D, Peracchi AL, Silva SSP. Quirópteros do Parque Estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro, Brasil (Mammalia, Chiroptera). *Revista Brasileira de Zoologia*. 2002; 19(suppl 2): 113-40. doi: <https://doi.org/10.1590/S0101-81752002000600012>
28. Esbérard CEL. Diversidade de morcegos em área de Mata Atlântica regenerada no sudeste do Brasil. *Revista brasileira de Zoociências*. 2003; 5(2): 189-204.
29. Esbérard CEL. Capture sequence and relative abundance of bats during surveys. *Zoologia*. 2009; 26(1): 103-8. doi: <https://doi.org/10.1590/S1984-46702009000100016>
30. Esbérard CEL, Luz JL, Costa LM, Bergallo HG. Bats (Mammalia, Chiroptera) of an urban park in the metropolitan area of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. *Iheringia Série Zoologia*. 2014; 104(1): 59-69. doi: <https://doi.org/10.1590/1678-4766201410415969>
31. Faria D. Phyllostomid bats of a fragmented landscape in the north-eastern Atlantic forest, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*. 2006; 22(5): 531-42. doi: <http://dx.doi.org/10.1017/S0266467406003385>
32. Novaes RLM, Sant'anna C, Silveiras R, Felix S, Souza RF. Riqueza e diversidade da comunidade de morcegos do Parque Natural Municipal de Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, Brasil. *Chiroptera Neotropical*. 2010; 16(1): 136.
33. Novaes RLM, Souza RF, Felix S, Siqueira AC, Laurindo RS, Menezes LF. Seasonality and *habitat* influence on bat assemblage structure in an urban Atlantic Forest remnant from Southeastern Brazil. *Mammalia*. 2017; 81(3): 265-74. doi: <http://dx.doi.org/10.1515/mammalia-2015-0115>
34. Reis NR, Peracchi AL. Quirópteros da região de Manaus, Amazonas, Brasil (Mammalia, Chiroptera). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*. 1987; 3(2): 161-82.
35. Souza RF, Novaes RLM, Siqueira AC, Sauwen C, Jacob G, Lopes Santos CE. Morcegos (Mammalia, Chiroptera) em remanescente de Floresta Atlântica, Rio de Janeiro, sudeste do Brasil. *Neotropical Biology and Conservation*. 2015; 10(1): 9-14
36. Silva SSP, Cruz AP, Almeida JC, Peracchi AL. Bionomia de morcegos em áreas urbanas: Parque Natural Municipal da Freguesia e Fazenda Marambaia no município do Rio de Janeiro/RJ. *Chiroptera Neotropical*. 2010; 16(1A): 6-11.
37. Muller MF, Reis NR. Partição de recursos alimentares entre quatro espécies de morcegos frugívoros (Chiroptera, Phyllostomidae). *Revista Brasileira de Zoologia*. 1992; 9(3-4): 345-55. <https://doi.org/10.1590/S0101-81751992000200022>
38. Aguiar LMS, Marinho-Filho J. Bat frugivory in a remnant of southeastern Brazilian Atlantic forest. *Acta Chiropterologica*. 2007; 9(1): 251-60. doi: [https://doi.org/10.3161/1733-5329\(2007\)9\[251:BFIARO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.3161/1733-5329(2007)9[251:BFIARO]2.0.CO;2)
39. Garcia QS, Rezende JLP, Aguiar LMS. Seed dispersal by bats in a disturbed area of Southeastern Brazil. *Revista de Biologia Tropical*. 2000; 48(1): 125-8.
40. Saldaña-Vázquez RA, Schondube JE. La masa corporal explica la dominancia de *Artibeus* (Phyllostomidae) en ambientes urbanos. *Fauna Nativa en Ambientes Antropizados* [Internet]. 2016; (August): 23-33. Available at: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/mam.12024>
41. Bianconi GV, Mikich SB, Pedro WA. Movements of bats (Mammalia, Chiroptera) in Atlantic Forest remnants in southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 2006; 23(4): 1199-206. doi: <https://doi.org/10.1590/S0101-81752006000400030>
42. Carvalho F, Bôlla DAS, Miranda JMD, Zocche JJ. Deslocamentos de morcegos frugívoros (Chiroptera: Phyllostomidae), entre diferentes fitofisionomias da Mata Atlântica, no Sul do Brasil. *Brazilian Journal of Biosciences*. 2017; 15(2): 78-82.

43. Esbérard CEL, Godoy MSM, Renovato L, Carvalho WD. Novel long-distance movements by Neotropical bats (Mammalia: Chiroptera: Phyllostomidae) evidenced by recaptures in southeastern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* [Internet]. 2017; 62(1): 75-80. Available at: <http://dx.doi.org/10.1080/01650521.2016.1273751>
44. Lemos TH, Tavares VC, Moras LM. Character variation and taxonomy of short-tailed fruit bats from *Carollia* in Brazil. *Zoologia*. 2020; 37: 1-7. doi: <https://doi.org/10.3897/zoologia.37.e34587>
45. Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP (eds). *Morcegos do Brasil*. Londrina: Universidade Estadual de Londrina. 2007. 253 p.
46. Ruelas D. Diferenciación morfológica de *Carollia brevicauda* y *C. perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) de Perú y Ecuador. *Revista Peruana de Biología*. 2017; 24(4): 363-82. doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v24i4.14063>
47. Jarrín-VP, Menendez-Guerrero PA. Environmental components and boundaries of morphological variation in the short-tailed fruit bat (*Carollia* spp.) in Ecuador. *Acta Chiropterologica*. 2011; 13(2): 319-340. doi: <http://dx.doi.org/10.3161/150811011X624802>
48. Charles-Dominique P. Feeding strategy and activity budget of the frugivorous bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology*. 1991; 7(2): 243-56.
49. Rocha R, Ferreira DF, López-Baucells A, Farneda FZ, Carreiras JMB, Palmeirim JM et al. Does sex matter? Gender-specific responses to forest fragmentation in Neotropical bats. *Biotropica*. 2017; 49(6): 881-90. doi: <https://doi.org/10.1111/btp.12474>
50. Stoner KE. Differential *habitat* use and reproductive patterns of frugivorous bats in tropical dry forest of northwestern Costa Rica. *Canadian Journal of Zoology*. 2001; 79(9): 1626-33. doi: <http://dx.doi.org/10.1139/cjz-79-9-1626>
51. Barclay RMR, Ulmer J, MacKenzie CJA, Thompson MS, Olson L, McCool J. Variation in the reproductive rate of bats. *Canadian Journal of Zoology*. 2004; 82(5): 688-93. doi: <http://dx.doi.org/10.1139/z04-057>
52. Willig MR. Reproductive patterns of bats from Caatingas and Cerrado Biomes in Northeast Brazil. *Journal of Mammalogy*. 1985; 66(4): 668-81. doi: <https://doi.org/10.2307/1380793>
53. Mello MAR, Fernandez FAS. Reproductive ecology of the bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in a fragment of the Brazilian Atlantic coastal forest. *Zeitschrift für Säugetierkunde*. 2000; 65(6): 340-9.
54. Mello MAR, Schittini GM, Selig P, Bergallo HG. Seasonal variation in the diet of the bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in an Atlantic Forest area in southeastern Brazil. *Acta Chiropterologica*. 2004a; 6(2): 309-18. doi: <http://dx.doi.org/10.1515/mamm.2004.006>
55. Mello MAR, Schittini GM, Selig P, Bergallo HG. A test of the effects of climate and fruiting of *Piper* species (Piperaceae) on reproductive patterns of the bat *Carollia perspicillata* (Phyllostomidae). *Acta Chiropterologica*. 2004b; 6(2): 309-18. doi: <https://doi.org/10.3161/001.006.0209>
56. Andrade TY, Thies W, Rogeri PK, Kalko EKV, Mello MAR. Hierarchical fruit selection by Neotropical leaf-nosed bats (Chiroptera: Phyllostomidae). *Journal of Mammalogy*. 2013; 94(5): 1094-101. doi: <https://doi.org/10.1644/12-MAMM-A-244.1>
57. Mikich SB. A dieta dos morcegos frugívoros (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae) de um pequeno remanescente de Floresta Estacionai Semidecidual do sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 2002; 19(1): 239-49. doi: <https://doi.org/10.1590/S0101-81752002000100023>
58. Parolin LC, Bianconi GV, Mikich SB. Consistency in fruit preferences across the geographical range of the frugivorous bats *Artibeus*, *Carollia* and *Sturnira* (Chiroptera). *Iheringia - Serie Zoologia*. 2016; 106. doi: <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2016010>
59. Sato TM, Passos FDC, Nogueira AC. Frugivoria de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em *Cecropia pachystachya* (Urticaceae) e seus efeitos na germinação das sementes. *Papéis Avulsos de Zoologia*. 2008; 48(3): 19-26. doi: <https://doi.org/10.1590/S0031-10492008000300001>
60. Sazima M, Buzato S, Sazima I. *Dyssochroma viridiflorum* (Solanaceae): A reproductively bat-dependent epiphyte from the Atlantic rainforest in Brazil. *Annals of Botany*. 2003; 92(5): 725-30. doi: <https://doi.org/10.1093/aob/92.5.725>
61. Torres JM, Anjos EAC, Ferreira CMM. Frugivoria por morcegos filostomídeos (Chiroptera, Phyllostomidae) em dois remanescentes urbanos de cerrado em Campo Grande, Mato Grosso do Sul. *Iheringia - Serie Zoologia*. 2018; 108. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4766e2018002>
62. Uieda W, Vasconcellos-Neto J. Dispersão de *Solanum* spp. (Solanaceae) por morcegos, na região de Manaus/AM, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 1984; 2(7): 449-58. doi: <https://doi.org/10.1590/S0101-81751984000300006>

63. Sartore ER, Reis NR. Trophic similarity and coexistence of *Carollia perspicillata* and *Sturnira lilium* (Phyllostomidae), two sympatric fruit bats from the Brazilian Atlantic forest. *Mammalia*. 2016; 80(4): 377-84. doi: <http://dx.doi.org/10.1515/mammalia-2014-0058>

64. Marinho-Filho JS. The coexistence of two frugivorous bat species and the phenology of their food plants in Brazil. *Journal of Tropical Ecology*. 1991; 7(1): 59-67. doi: <https://doi.org/10.1017/S0266467400005083>

65. Salazar D, Kelm DH, Marquis RJ. Directed seed dispersal of Piper by *Carollia perspicillata* and its effect on understory plant diversity and folivory. *Ecology*. 2013; 94(11): 2444-53. doi: <https://doi.org/10.1890/12-1172.1>

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo

n.1, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaelectronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886





Entrevistas como ferramenta para pesquisa de novas populações de *Crax blumenbachii* (Aves: Cracidae)

Oberdan Coutinho Nunes^{1*}

 <https://orcid.org/0009-0004-6514-9110>

* Contato principal

Paulo Roberto Bahiano Ferreira²

 <https://orcid.org/0000-0002-1677-4209>

Leonardo Weffort Patrial³

 <https://orcid.org/0009-0009-0174-6182>

¹ Brazilae Consultoria Ambiental, Lauro de Freitas/BA, Brasil. CEP: 42.700-000. <oberdann@yahoo.com.br>.

² Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, Salvador/BA, Brasil. CEP 40.170-110. <paulomev@yahoo.com.br>.

³ PSN Foundation, Itacaré/BA, Brasil. CEP 45.530-000. <leopatril@gmail.com>.

Recebido em 22/02/2022 – Aceito em 06/09/2023

Como citar:

Nunes OC, Ferreira PRB, Patrial LW. Entrevistas como ferramenta para pesquisa de novas populações de *Crax blumenbachii* (Aves: Cracidae). Biodivers. Bras. [Internet]. 2024; 14(1): 92-106 . doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i1.2219

Palavras-chave: Mutum-de-bico-vermelho; conservação; etnobiologia; espécie bandeira; licenciamento ambiental.

Resumo – Populações naturais do mutum-de-bico-vermelho, *Crax blumenbachii*, estão restritas às formações de baixada da Mata Atlântica do sul da Bahia ao Espírito Santo e leste de Minas Gerais, estimando-se menos de 250 adultos ocorrendo naturalmente, em cerca de 0,85% da área original. Essa espécie foi a primeira contemplada com um plano de ação nacional para a conservação, em que consta a busca por novas populações entre as ações previstas. O presente trabalho objetivou demonstrar que entrevistas com comunidades tradicionais representam uma ferramenta eficiente para a definição de áreas prioritárias para a conservação e o monitoramento da espécie. Foram realizadas 69 entrevistas semiestruturadas no entorno do Parque Estadual Serra do Conduru, na Bahia, Brasil, ao longo de 10 campanhas amostrais, entre 2012 e 2021. Obteve-se afirmação de ocorrência da espécie em 42% das entrevistas, e a interpolação dos dados permitiu a modelagem de um mapa preditivo de potencialidade de distribuição da espécie, que associou sua presença aos grandes maciços de florestas ombrófilas densas e corpos d'água, e ausência nas regiões com propriedades rurais e estruturas destinadas ao turismo. A ocorrência da espécie foi confirmada em dois locais inseridos em áreas com predições de ocorrência estimadas entre 80% e 100%, validando o uso da ferramenta e estabelecendo a região de inserção do Parque como prioritária para o emprego de esforços direcionados à investigação dos padrões de distribuição da espécie.



Interviews as a research tool for new populations of *Crax blumenbachii* (Aves: Cracidae)

Keywords: Red-billed Curassow; conservation program; environmental licensing; flag species; ethnobiology.

Abstract – Natural populations of *Crax blumenbachii* are restricted to lowland areas of the Atlantic Forest from southern Bahia to Espírito Santo and eastern Minas Gerais, with an estimated 250 or fewer adults naturally occurring in about 0.85% of the original area. *C. blumenbachii* was the first species suggested for a national action plan for conservation, which includes a search for new populations among the planned actions. The present work demonstrates that interviews with traditional communities are an efficient tool for defining priority areas for the conservation and monitoring of the species. Sixty-nine semi-structured interviews were carried out around Serra do Conduru State Park, Bahia, Brazil, over 10 sampling campaigns between 2012 and 2021. The presence of the species was reported in 42% of the interviews and interpolation of these data allows modeling of a predictive map of the species distribution, which is associated with large areas of dense rainforests and waterways, and is absent in regions with agricultural and tourism infrastructure. The occurrence of the species was confirmed in two places with occurrence predictions of 80% and 100%, validating the use of the tool and establishing the Park surroundings as a priority for efforts aimed at investigating the distribution patterns of the species.

Las entrevistas como herramienta de investigación para nuevas poblaciones de *Crax blumenbachii* (Aves: Cracidae)

Palabras clave: Paujil de pico rojo; conservación; etnobiología; especies emblemáticas; licenciamiento ambiental.

Resumen – Las poblaciones naturales de *Crax blumenbachii* están restringidas a las formaciones de tierras bajas de la Mata Atlántica desde el sur de Bahía hasta Espírito Santo y al este de Minas Gerais, estimándose menos de 250 adultos de forma natural en cerca de 0,85% del área original. Fue la primera especie contemplada dentro de un plan de acción nacional para la conservación, que incluye entre las acciones previstas, la búsqueda de nuevas poblaciones. El presente trabajo tuvo como objetivo demostrar que las entrevistas a comunidades tradicionales representan una herramienta eficiente para establecer áreas prioritarias para la conservación y seguimiento de la especie. Se realizaron 69 entrevistas semiestructuradas en las cercanías del Parque Estatal Serra do Conduru, Bahía, Brasil, en 10 campañas de muestreo, entre 2012 y 2021. La confirmación de ocurrencia de la especie se obtuvo en el 42% de las entrevistas, y la interpolación de los datos permitió modelar un mapa predictivo de distribución de la especie, que asoció su presencia a grandes masas de selvas densas y cuerpos de agua, y su ausencia a regiones con propiedades rurales y estructuras destinadas al turismo. Se confirmó la existencia de la especie en dos lugares en áreas con pronósticos de presencia estimada entre 80% y 100%, validando el uso de la herramienta y estableciendo el entorno del Parque como prioridad para los esfuerzos encaminados a investigar los patrones de distribución de la especie.

Introdução

O mutum-de-bico-vermelho, *Crax blumenbachii*, é uma ave de grande porte, endêmica do Brasil e atualmente restrita à Mata Atlântica do sul da Bahia ao Espírito Santo e porção leste de Minas Gerais[1][2]. Sua distribuição histórica está associada a florestas

em baixas altitudes, abaixo de 500 m, em uma área da Mata Atlântica que biogeograficamente apresenta vários táxons filogeneticamente próximos a táxons amazônicos[3]. Estima-se que não existam mais do que 250 indivíduos adultos ocorrendo de forma natural, em cerca de 0,85% da área originalmente ocupada, apenas na Bahia e Espírito Santo[3][4].



Essa espécie foi extinta no Rio de Janeiro, na década de 1960, e em boa parte de Minas Gerais, no início do século XX[3].

Apresenta importante sensibilidade à caça e à alteração e fragmentação de *habitat*, e o seu declínio histórico decorreu especialmente da destruição massiva das florestas do leste brasileiro e da ação de caçadores[5]. É considerada “rara”, dependente de recursos florestais e com média sensibilidade às alterações ambientais antropogênicas[6] e está avaliada como “ criticamente em Perigo ” na lista oficial de animais ameaçados de extinção da Bahia[7], de Minas Gerais[8] e do Espírito Santo[9]. No Rio de Janeiro, é oficialmente considerada como “Provavelmente extinta”[10], onde esforços têm sido empregados na sua reintrodução[5]. Consta na categoria “Em Perigo” na lista oficial nacional[11] e na lista da União Internacional para a Conservação da Natureza – IUCN[12], além de estar incluída no Apêndice I da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas da Fauna e Flora Silvestres[13].

O plano de ação nacional para a conservação (PAN) de *C. blumenbachii* foi o primeiro volume da “Série espécies ameaçadas” a ser publicado no Brasil[3] e foi complementado pelo 6º volume, o plano de ação nacional para a conservação dos Galliformes ameaçados de extinção[14]. O primeiro foi encerrado em dezembro de 2014, com 63% de suas ações implementadas, e o segundo, em 2011. Contudo, essa espécie foi incorporada pelo PAN para a conservação das aves da Mata Atlântica[11], atualmente em aplicação.

Entre as ações previstas nesses PANs, destaca-se a necessidade de atuação sobre o desenvolvimento de políticas públicas e legislação, como a garantia de implantação de medidas mitigadoras e compensatórias focadas na conservação de espécies ameaçadas, dentro dos processos de licenciamento ambiental de empreendimentos econômicos desenvolvidos na área de ocorrência de *C. blumenbachii*; e o desenvolvimento de pesquisas sobre a espécie, notadamente sobre a realização de inventários nas localidades onde a espécie já foi registrada e a busca por novas populações em vida livre[3]. As propostas de ações conservacionistas da IUCN para essa espécie incluem a identificação de potenciais áreas de ocorrência e padrões de uso do *habitat*[15].

Os registros recentes de *C. blumenbachii* em unidades de conservação (UCs) estão naturalmente restritos a duas localidades no Espírito Santo (Linhares

e Sooretama) e a três localidades na Bahia (Parque Nacional do Descobrimento, Reserva Biológica de Una e Parque Estadual Serra do Conduru), além das populações reintroduzidas no Rio de Janeiro (RPPN Reserva Ecológica de Guapiaçu) e em três áreas em Minas Gerais (RPPN Fazenda Macedônia, RPPN Reserva de Peti e ESEC de Fechos). Contudo, os fatores de declínio dessa espécie permanecem ocorrendo, mesmo em UCs[5]. Na Bahia, sua área distribuição inclui várias outras espécies endêmicas e/ou consideradas ameaçadas de extinção[2][16] e *C. blumenbachii* possui diversos atributos descritos para utilização como espécie-focal no desenvolvimento de projetos conservacionistas nessas regiões, como indicadora de qualidade ambiental, espécie guarda-chuva e como espécie-bandeira[17][18][19][20][21][22][23][24][25][26].

O conhecimento da distribuição geográfica de determinada espécie está entre as medidas de avaliação do *status* de conservação e, entre as estratégias prioritárias indicadas nas medidas de conservação para cracídeos, figura a investigação da sua presença potencial em diversos locais, utilizando-se técnicas de levantamento rápido e entrevistas[27]. O uso de entrevistas tem sido largamente empregado como ferramenta para obtenção de dados sobre a fauna nativa[28][29][30].

Como o direcionamento de recursos para ações conservacionistas precisa focar em estratégias de melhor eficiência, o presente trabalho objetivou demonstrar que entrevistas com comunidades tradicionais representam uma ferramenta eficiente para a definição de áreas prioritárias no emprego de esforços de investigação da presença de *C. blumenbachii*.

Material e Métodos

Este estudo resultou do cumprimento de uma condicionante ambiental para emissão da licença de implantação de um empreendimento no município de Itacaré/BA, que objetivou atender a uma das metas do PAN *Crax blumenbachii*[3], pois a espécie foi reportada para a área de estudos a partir de entrevistas com a comunidade local.

Nesse contexto, o Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio) recomendou a realização de buscas de populações da espécie em vida livre em novas áreas, como o Parque Estadual Serra do Conduru (PESC), localizado na Área de Proteção

Ambiental Costa de Itacaré/Serra Grande (APA Costa de Itacaré/Serra Grande), pois há indícios históricos da presença dessa espécie na região[3][16]. A APA Costa de Itacaré/Serra Grande representa uma importante UC do Corredor Central de Mata Atlântica que, em conjunto com a APA Baía de Camamu, forma um contínuo protegido de Floresta Ombrófila Densa destinado à conservação ambiental de caráter regional[31].

Para a realização das coletas de dados em campo, as regiões de investigação foram previamente determinadas com base em imagens aéreas, considerando a existência de estradas vicinais que permitissem acessibilidade veicular, e objetivando percorrer as adjacências do PESC. Os pontos de

entrevistas foram registrados a partir do encontro casual de pessoas das comunidades locais, durante o período de deslocamento da equipe e a maioridade legal foi o único critério adotado para escolha do perfil do entrevistado, não havendo seleção de gênero, atividade profissional ou residência fixa no local de registro (Figura 1). No caso de duas ou mais pessoas presentes durante a entrevista, os dados foram atribuídos somente a que demonstrasse maior domínio do tema, sendo contabilizado como apenas uma entrevista/ponto. Os critérios de validação dos dados contabilizados referentes aos entrevistados foram: maioria civil, ser residente local há mais de 12 meses ou desenvolver atividades laborais no local há mais de 12 meses.



Figura 1 – Realização de entrevistas com as comunidades do entorno do PESC.

Foi realizado um total de 10 incursões em campo para realização das entrevistas, nas diferentes regiões de investigação, iniciando às 8h e finalizando às 17h, em intervalos estimados de seis meses entre elas, entre os meses de dezembro de 2012 a janeiro de 2021, totalizando 80 horas de atividades a campo e 69 entrevistas.

O levantamento de dados foi feito através de entrevistas semiestruturadas[32], conduzidas de modo a obter registros contemporâneos ou históricos das espécies faunísticas de fácil diagnose nas localidades[33]. As entrevistas foram propositalmente conduzidas como conversas de aspecto informal, e não houve controle de tempo, para permitir a liberdade discursiva dos entrevistados: foram inicialmente questionados a respeito de quais os animais da localidade eles recordavam ter visto na área, incluindo as serpentes, animais “de pelo” (mamíferos) e “de penas” (aves). Quando os mutunso-bico-vermelho não foram citados, questionou-se a sua ocorrência e o período decorrido desde o último encontro ou relato de encontro, a atividade laboral desenvolvida pelo entrevistado e o seu tempo de moradia/atividade na região.

Para validação dos registros visuais, solicitou-se que os entrevistados descrevessem as características morfológicas de *C. blumenbachii*. De forma geral, os mutuns são facilmente reconhecíveis, apresentando biotipos bem distintos e de aspecto homogêneo, com grande porte físico, musculatura peitoral bem desenvolvida, pernas, pescoço e cauda longos, asas grandes e crista destacada[1][14]. Destaca-se que os mutuns do gênero *Crax* apresentam intumescências do bico carnosas que incham durante a reprodução e que há um dimorfismo sexual mais evidente do que entre os demais cracídeos[1]. Machos de *C. blumenbachii* são negros, com abdômen branco e a base do bico vermelha, enquanto as fêmeas são negras, com abdômen e desenhos vermiformes nas asas ferrugíneos[1][14].

Registros de ocorrência histórica de até 20 anos foram considerados quando associados à ausência de modificações da paisagem após o registro, especialmente quando os entrevistados reportaram redução das suas atividades laborais. Os locais de referência relatados nas entrevistas foram georreferenciados em aparelho celular, através do aplicativo AlpineQuest®, e os dados obtidos foram tabulados em planilha do Excel®. Esses dados foram utilizados para gerar um Mapa de Potencialidade de ocorrência de *C. blumenbachii* ao longo de toda a região de estudo. Utilizou-se o software ArcMap®

10.6, com a interpolação dos pontos de ocorrência ou ausência da ave, por meio de krigagem ordinária, com dados binários (0 e 1, negação e confirmação da presença da espécie, respectivamente), obtendo-se assim uma probabilidade percentual de chance de ocorrência da ave, distribuída espacialmente pela área de estudo, sem reamostragem dos pontos/entrevistados. A validação do mapa considerou a sobreposição dos buffers gerados a partir dos pontos de entrevistas com indicação da presença da espécie na área.

Resultados e Discussão

Os entrevistados tinham entre 18 e 77 anos e foram principalmente homens (86,9%), moradores das respectivas localidades onde as entrevistas foram realizadas (72,4%). Entre os moradores, quatro pessoas relataram desenvolver atividades rurais na localidade, sendo dois envolvidos com o cultivo de cacau (*Theobroma cacao*) em sistema agroflorestal (cabruca), um líder comunitário e curandeiro, e um caçador autodeclarado. Funcionários não residentes da localidade visitada representaram 13,04% dos entrevistados.

Os dados obtidos compilaram informações em diferentes distâncias do limite do PESC, em diferentes regiões (norte, sul, leste e oeste) e 42% das entrevistas afirmaram a ocorrência local de *C. blumenbachii*, todas referidas como de avistamentos diretos feitos pelos próprios entrevistados, em intervalos de tempo que variaram entre algumas poucas horas antes da entrevista e 20 anos decorridos desde o último avistamento. Em contrapartida, dos 40 entrevistados que negaram a ocorrência da espécie na área, 6 reportaram avistamentos entre 5 e 30 anos decorridos desde o último registro, mas associaram a ausência atual da ave à modificação dos *habitat*.

A interpolação dos dados permitiu a modelagem de um mapa preditivo que sugere forte potencial de ocorrência de *C. blumenbachii* em toda a faixa ao norte do PESC e nas regiões dos limites sudoeste e sudeste (Figura 2). Tais técnicas de geoprocessamento e uso das funções dos sistemas de informações geográficas (SIG) vêm sendo usualmente empregadas como métodos estratégicos para facilitar a avaliação de potenciais ambientais e planejamentos estratégicos em uma dada área, especialmente em ações e projetos conservacionistas na região litorânea da Mata Atlântica do sudeste da Bahia, incluindo a própria indicação da poligonal do PESC[34].

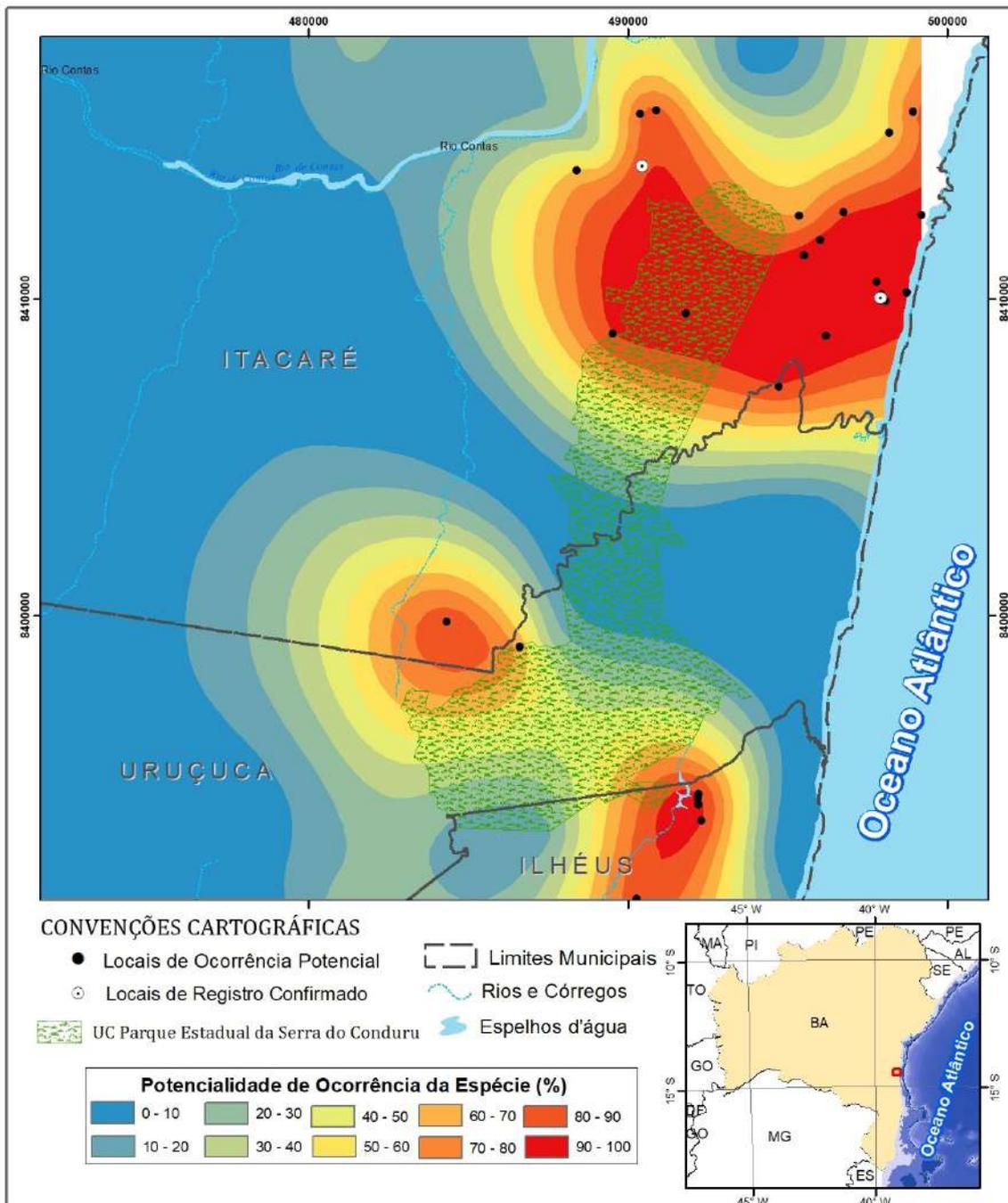


Figura 2 – Mapa de potencialidade de ocorrência de mutum-de-bico-vermelho no entorno do PESC.

Esse padrão potencial está provavelmente associado aos grandes maciços florestais e corpos d'água existentes nessas áreas, pois essa espécie apresenta alta especialização por micro-habitat e está restrita a florestas ombrófilas densas, nas matas primárias altas ou em avançado estado de regeneração,

visitando pequenas várzeas e áreas próximas à água, em altitudes de até 500 m, exigindo territórios de 2 a 3 km de diâmetro[1][3][5]. A grande densidade de árvores altas, alta densidade de bromélias e palmeiras, e menor densidade de sub-bosque podem influenciar a presença dessa espécie em determinada área[21].

No eixo norte do PESC, foi reportado o encontro de um grupo de aves adultas no dia da realização da entrevista, e o entrevistado afirmou já ter presenciado o encontro de até 5 aves agrupadas. Essa descrição corrobora a afirmação de que *C. blumenbachii* vive solitária, aos pares, mas que pode formar pequenas famílias[35].

Na extremidade norte do PESC foi reportado o maior número de entrevistas que confirmaram a ocorrência do mutum-de-bico-vermelho e, nessa região, a proximidade com a rodovia BA001 a leste e com a BA654, a oeste, apresentam-se como risco à conservação da espécie, tanto por servirem como barreiras de dispersão, quanto por facilitarem o acesso de caçadores ao PESC. Como possui reduzida capacidade de voo e apresenta comportamento sedentário, torna-se vulnerável à ação de caçadores[1][5].

Durante as descrições de registro do mutum-de-bico-vermelho nas entrevistas, eventualmente citou-se o seu encontro em cabruças de cacau, durante suas atividades laborais. A utilização de áreas com esse tipo de atividade antrópica está reportada para *C. blumenbachii* para o baixo sul da Bahia[15]. Entretanto, ocorrências nesses ambientes alterados podem ser decorrentes da habilidade dessa espécie em utilizá-los apenas como matriz de dispersão entre os fragmentos florestais[36]. A maior predição de ocorrência da espécie ocorre em áreas com porcentagem média de cobertura florestal, menor porcentagem de cabruca, menor porcentagem de solo nu e maior quilometragem total de rios[37].

Os resultados obtidos também sugerem ausência do mutum-de-bico-vermelho na faixa central do PESC, de leste e oeste, além da região a sudeste e no extremo sul, em distâncias superiores a pouco mais de 1 km. Isso está possivelmente relacionado com a elevada taxa de ocupação e o uso do solo na área entre o sul de Serra Grande (município de Uruçuca) e o norte de Ilhéus (a

leste), que é rica em infraestrutura destinada ao turismo, e mesmo pela existência de diversas propriedades rurais a oeste da área. O elevado processo de antropização dessas áreas pode limitar a disponibilidade de recursos para a presença dessa ave, que é dependente de ambientes florestais e com alguma sensibilidade às perturbações antrópicas, limitando seu potencial de ocorrência[6][37].

Ressalta-se que as negações de ocorrência da espécie nas áreas de estudo foram obtidas de moradores antigos, com até 20 anos de residência na área. Entre eles, 3 entrevistados nunca ouviram falar da ave, 18 já ouviram falar da espécie, mas negam relatos para a área investigada e 9 conhecem a espécie e afirmaram que certamente ela não ocorre naquela localidade – entre eles, um caçador. Contudo, não é improvável que outros fatores ambientais possam estar envolvidos na determinação desses padrões, como a dificuldade de acesso das pessoas aos limites do PESC, caçadores que não se declararam como tal e os diferentes tipos de ocupações laborais da comunidade, provocando subnotificação dos encontros oportunistas com o mutum-de-bico-vermelho nessa região.

A potencialidade demonstrada pelo mapa foi confirmada em três situações: 1) uma casca de ovo de *C. blumenbachii* foi encontrada no interior da mata em uma fazenda a noroeste do PESC, durante a 2ª incursão a campo (coordenadas do local: 490449/8414190) (Figura 3-A); 2) após a 9ª incursão, um biólogo e guia de observação de aves realizou registro fotográfico de um macho adulto, na mesma propriedade (Figura 3-B); e 3) após a conclusão do programa de conservação, uma fêmea adulta foi registrada por uma armadilha fotográfica instalada na porção nordeste do PESC, durante campanha de monitoramento faunístico na área de um empreendimento imobiliário durante a fase de implantação (coordenadas do local: 497915/8410024) (Figura 3-C).

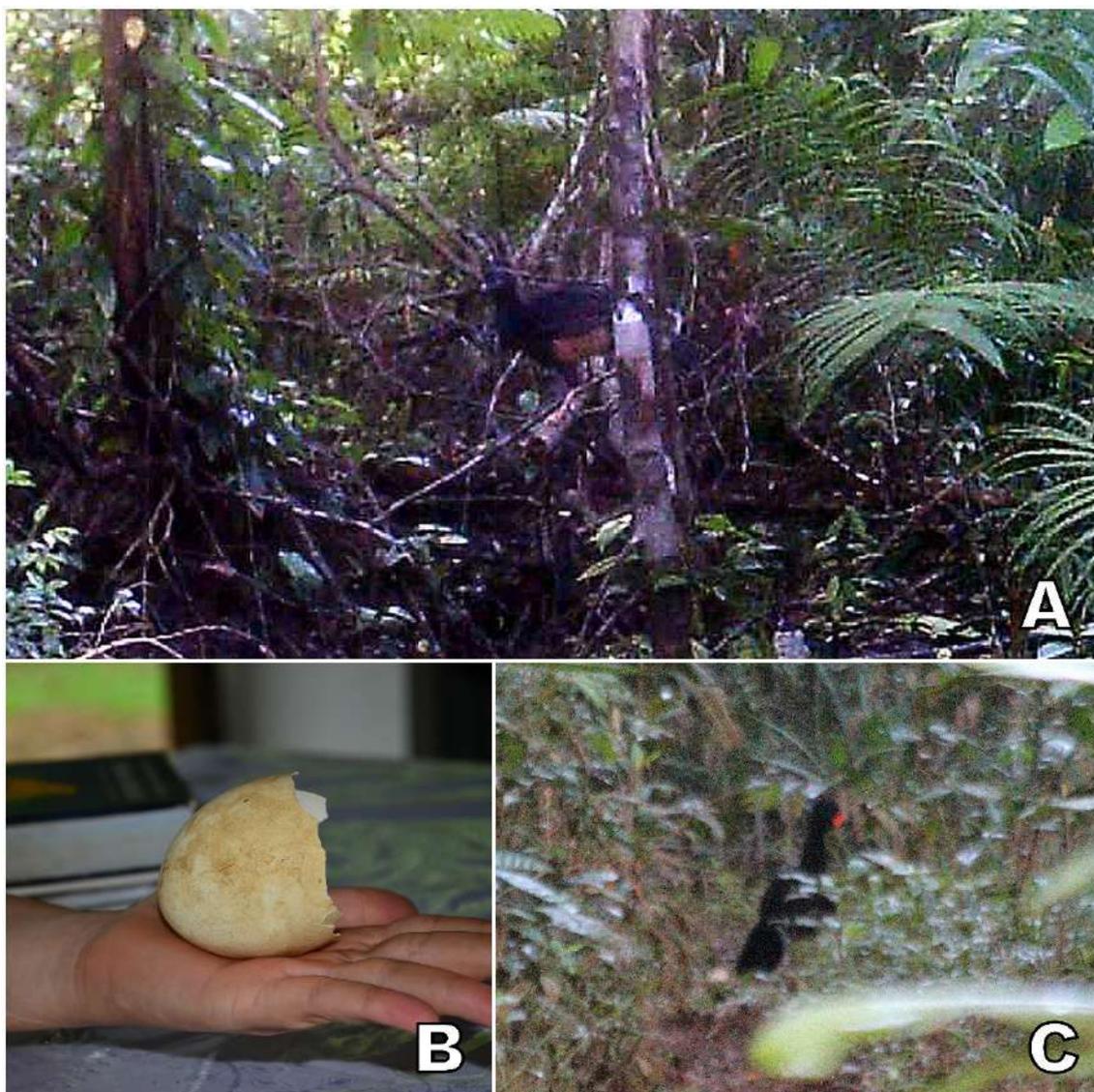


Figura 3 – Registros de *Crax blumenbachii* no entorno do PESC. A – fêmea adulta; B -casca de ovo; e C – macho adulto.

Durante a coleta de dados, um morador local apresentou um conjunto de penas de mutum-de-bico-vermelho (sem dados de origem) e reportou o seu uso zoterápico no tratamento de “derrame” (acidente vascular cerebral) (Figura 4). Sugere-se que o registro da utilização zoterápica das penas de *C. blumenbachii* é inédito, apesar de o uso de aves e seus produtos/subprodutos na

medicina tradicional ter sido reportado em diversas publicações[38][39][40], tratando-se de mais uma ameaça descrita para essa espécie, que já sofre com a perda progressiva de *habitat* e pressão de caça, principais ameaças à sua conservação[1][4][15][37], sendo que essa última representa um importante fator de inviabilidade na recuperação das populações reintroduzidas[41].



Figura 4 – Penas de *Crax blumenbachii*.

Por fim, foi possível constatar que todos os entrevistados que confirmaram o encontro com o mutum-de-bico-vermelho souberam descrever a ave de forma diagnóstica. Esse fácil reconhecimento é um dos fatores atribuíveis a espécies-bandeira, ou carismáticas, utilizadas para obtenção de apoio para esforços conservacionistas, geralmente envolvendo a conservação do *habitat* do qual necessitam para sobrevivência[17]. Essas espécies são utilizadas para conscientização pública acerca das questões conservacionistas e promoção de ações estratégicas de educação ambiental, utilizando-as como facilitadoras dos processos de sensibilização, e facilitando a abordagem de temas relativos à conservação da natureza e ressignificação dos processos ambientais[20][23]. Nesse contexto, ações voltadas para a conservação de *C. blumenbachii* terão impactos positivos para outras espécies que compartilham seu *habitat*, ainda que muitas delas não despertem o mesmo interesse pela maioria das pessoas, resultando na possibilidade de seu uso como uma espécie-bandeira na “Hiléia Baiana” e nas florestas submontanas associadas[3].

Conclusão

A utilização de entrevistas com comunidades tradicionais para a construção de mapas de potencial ocorrência demonstrou ser uma ferramenta eficiente para o emprego de esforços na pesquisa de *Crax blumenbachii* para a região de estudos, pois os registros de confirmação ocorreram em áreas com elevadas predições de ocorrência.

Os dados obtidos sugerem fortemente que o Parque Estadual Serra do Conduru e os fragmentos florestais adjacentes são áreas prioritárias no emprego de esforços conservacionistas para o mutum-de-bico-vermelho, especialmente nas porções a norte, sudeste e sudoeste, tornando-se prioritárias para aplicação de demais ações de PANs que contemplem a espécie. Em contrapartida, a ocupação imobiliária demonstrou-se como potencial fator restritivo para a sua ocorrência na APA Costa de Itacaré/Serra Grande.

Por fim, o fácil reconhecimento de *C. blumenbachii* pelas comunidades locais permite

sugerir que essa ave apresenta potencial de uso como espécie-bandeira na região, pois suas exigências ecológicas representam demandas de diversas outras espécies também ameaçadas que ocorrem em simpatria com ela.

Referências

1. Sick H. Ornitologia Brasileira. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 2001; 3 ed.
2. Wikiaves. WikiAves, a enciclopédia das aves do Brasil. [acesso em 22 jan 2022]. Disponível em: <http://www.wikiaves.com.br/>.
3. Silveira LF, Olmos F, Bianchi C (orgs.). Plano de ação para a conservação do Mutum-do-sudeste *Crax blumenbachii*. Série espécies ameaçadas. Brasília: MMA/IBAMA; 2004.
4. Chiarello AG. Influência da caça ilegal sobre mamíferos e aves das matas de tabuleiro do norte do Estado do Espírito Santo. Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão, 2000; 11/12: 229-247.
5. Marques FP, Silva SBL, Leal DC. *Crax blumenbachii* Spix, 1825. In.: Machado ABM, Drummond GM, Paglia AP. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção: Volume III - Aves. MMA, Brasília, Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte; 2018. P. 54-57.
6. Stotz DF, Fitzpatrick JW, Parker I, TA, Moskovits DK. Neotropical birds: ecology and conservation. Chicago: University of Chicago Press. 1996; p. 131-436.
7. SEMA – Secretaria do Meio Ambiente do Estado da Bahia. Portaria SEMA nº 37/2017. Diário Oficial do Estado da Bahia; 2017.
8. COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa nº 147, de 30 de abril de 2010. Diário Oficial do Estado, Minas Gerais. [acesso em 10 fev 2022]. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=13192>.
9. IEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Decreto nº 1499-R, de 13 de junho de 2005. Diário Oficial do Espírito Santo. [acesso em 10 fev 2022]. Disponível em: <https://institutolife.org/wp-content/uploads/2018/11/Lista-da-Fauna-e-Flora-Ameacadas-de-Extincao-ES.pdf>.
10. SEMA – Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Rio de Janeiro. Portaria SEMA/RJ nº 001/1998. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro.
11. ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE. [acesso em: 10 de abr. de 2024]. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br/>.
12. IUCN – União Internacional para a Conservação da Natureza. The IUCN red list of threatened species. Version 2021-3. [acesso em 15 dez 2021]. Disponível em: www.iucnredlist.org.
13. CITES – Convention on International Trade in Endangered Species of wild fauna and flora. Appendices I, II and III. Châtelaine, Geneva, Switzerland: International Environment House. [acesso em 13 dez 2021]. Disponível em: <http://www.cites.org>.
14. ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Plano de ação nacional para a conservação dos Galliformes ameaçados de extinção (acaruãs, jacus, jacutingas, mutuns e urus). Brasília: ICMBio; 2008.
15. Birdlife International. *Crax blumenbachii*. The IUCN red list of threatened species e.T22678544A92777952; 2016. [acesso em 20 jan 2022]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22678544A92777952.en>.
16. Lima PC, Magalhães ZS, Albano C. Registro da reprodução do Mutum-do-Sudeste (*Crax blumenbachii*) em Ituberá, Bahia. Atualidades Ornitológicas On-line. 2008; n. 141. [acesso em 20 dez 2021]. Disponível em: <http://www.ao.com.br>.
17. Zacharias MA, Roff JC. Use of focal species in marine conservation and management: a review and critique. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. 2001; 11: 59-76.
18. Metzger JP. Como lidar com regras pouco óbvias para conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas. Natureza e conservação. 2006; 4(2): 11-23.
19. Beier P, Majka D, Jeness J. Conceptual steps for designing wildlife corridors. Arizona, USA: Corridor Design; 2007.
20. Buss G, Lokschin LX, Setubal R, Teixeira FZ. A abordagem de espécie-bandeira na Educação Ambiental: estudo de caso do bugio-ruivo (*Alouatta guariba*) e o Programa Macacos Urbanos. In: Gorczewski C. Direitos humanos, educação e meio ambiente. Editora Evangraf, Porto Alegre. 2007; p. 165-185.
21. Santos PF, Bonfim FCG, Silva ER, Rocha JS, Silva JP, Bernardo CSS. Características do micro-habitat em áreas de ocorrência atual e pretérita de *Crax blumenbachii* (mutum-do-sudeste) na Mata Atlântica no sul da Bahia. Anais do XII Congresso de Ecologia do Brasil (São Lourenço, MG); 2015. p. 1-3.
22. Alves F, López-Iborra GM, Stojanovic D, Silveira LF. Habitat selection by the endangered Red-billed Curassow (*Crax blumenbachii*) in an Atlantic forest remnant, Emu - Austral Ornithology; 2017. 117(1): 1.

23. Albert C, Luque GM, Courchamp F. The twenty most charismatic species. *PLoS ONE* 13(7): e0199149. [acesso em 20 nov 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199149>. 2018.
24. Bovo AAA, Ferraz KMPMB, Magioli M, Alexandrino ER, Hasui E, Ribeiro MC, Tobias JA. *Habitat fragmentation narrows the distribution of avian functional traits associated with seed dispersal in tropical forest*. *Perspectives in Ecology and Conservation*; 2018. 16: 90-96.
25. Rios E, Santos PF, Bernardo CSS. Perfil dos fragmentos de Mata Atlântica com registro do mutum-do-sudeste. *Ciência florestal*, Santa Maria; 2018. 28(4): 1523-1533.
26. SaveBrasil. Por que conservar as aves? 2021. [acesso em 10 dez 2021]. Disponível em: <http://savebrasil.org.br/por-que-conservar-as-aves>.
27. Brooks DM, Fuller RA. Biologia e conservação dos cracídeos, p.9-20. *In: Pereira SL, Brooks DM (eds.). Conservando os cracídeos: A família de aves mais ameaçada das Américas*. The Houston Museum of Natural Science; 2006. n.6.
28. Terra AK, Rebêlo GH. O uso da fauna pelos moradores da Comunidade São João e Colônia Central. *In: Santos-Silva EM, Aprile FM, Scudeller VV, Melo S (orgs.). BioTupé: meio físico, diversidade biológica e sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central*. Editora INPA, Manaus; 2005. P. 171-153.
29. Pereira JPR, Schiavetti A. Conhecimentos e usos da fauna cinegética pelos caçadores indígenas “Tupinambá de Olivença” (Bahia). *Biota Neotropica*; 2010. 10(1): 175-183.
30. Pinto LCL, Mateus MB, Pires MRS. Conhecimentos e usos da fauna terrestre por moradores rurais da Serra do Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil. *Interciência*; 2012. 37(7): 520-527.
31. UCs – Unidades de Conservação no Brasil. Área de Proteção Ambiental Costa de Itacaré/Serra Grande. 2021. [acesso em 09 dez 2021]. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/>.
32. Huntigton HP. Using tradicional ecological knowledge in science: methods and applications. *Ecological Applications*; 2000. 10(5): 1270-1274.
33. Ditt EH, Mantovani W, Valladares-Padua C, Bassi C. Entrevistas e aplicação de questionários em trabalhos de conservação. *In: Cullen L Jr, Rudran R, Valladares-Padua C. Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Curitiba, Editora da Universidade Federal do Paraná, Fundação O Boticário de Proteção à Natureza; 2003. p. 631-646.
34. Araujo M, Marques A, Fernandes VMA. Planejamento e gestão ambiental: a contribuição das tecnologias de geoprocessamento. *In: Franke CR, Rocha PLB, Klein W, Gomes SL. Mata Atlântica e biodiversidade*. Salvador: Edufba; 2005. P. 361-376.
35. Sigrist T. Guia de campo Avis Brasilis – Avifauna brasileira: pranchas e mapas. São Paulo: Avis Brasilis; 2009.
36. Antongiovanni M, Metzger JP. Influence of matrix habitats on the occurrence of insectivorous bird species in Amazonian forest fragments. *Biological Conservation*. 2005. 122: 441-451.
37. Silva ER. Características da paisagem em áreas de ocorrência histórica e atual de *Crax blumenbachii* no sul da Bahia. *Anais do XII Congresso de Ecologia do Brasil (São Lourenço/MG)*; 2015. p. 1-3.
38. Nobrega VA, Barbosa JAA, Alves RRN. Utilização de aves silvestres por moradores do município de Fagundes. *Semiárido paraibano: uma abordagem etno-ornitológica*. Sitientibus série Ciências Biológicas; 2011. 11(2): 165-175.
39. Coelho JPG, Quirino AMS, Santos RP, Viana LCA, Almeida CG. O uso de zooterápicos em uma comunidade na Caatinga Pernambucana. *Revista Brasileira de Agroecologia*. 2017. 12(3): 202-209.
40. Santos CAB, Lima JRB. A Zooterapia do povo indígena Pankararú no Semiárido Pernambucano. Juazeiro: SABEH; 2017.
41. Bernardo CSS, Locke N. Reintroduction of red-billed curassow *Crax blumenbachii* to Guapiaçu Ecological Reserve, Brazil. *Conservation Evidence*; 2014. 11, 7-7.

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo

n.1, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaelectronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886



MATERIAL SUPLEMENTARQuadro 1 – Informações obtidas dos entrevistados sobre o registro de *Crax blumenbachii*, realizadas no entorno do Parque Estadual Serra do Conduru, entre dezembro de 2012 e janeiro de 2021.

No	ATIVIDADE	GÊNERO	REGISTRO	COORDENADAS DO LOCAL (UTM)	TEMPO DECORRIDO DO ÚLTIMO REGISTRO	OBSERVAÇÕES
1	Funcionário de propriedade	Masculino	sim	0498726/8410182	Aproximadamente 1 ano	Estrada de acesso ao PESC
2	Morador local	Feminino	sim	0498726/8410182	Mais de 8 anos	Estrada de acesso ao PESC
3	Morador local	Feminino	não	0487524/8399280	-	Não há relatos da ocorrência
4	Morador local	Feminino	sim	0486622/8399012	Entre 4 e 5 anos	Na estrada de acesso ao PESC
5	Morador local	Masculino	sim	0484332/8399786	Há 20 anos	Na região (sem dados precisos)
6	Morador local	Masculino	sim	0498726/8410182	Aproximadamente 2 anos	Em área de cabruca, no PESC
7	Funcionário de propriedade	Masculino	sim	490449/8414190	10 dias	Fazenda Rio Capitão
8	Morador local	Masculino	sim	490391/8415834	10 anos	RPPN Reserva do Sabiá
9	Morador local	Masculino	sim	490894/8415940	2 anos	Reserva Pedra do Sabiá
10	Funcionário de propriedade	Masculino	sim	490262/8391051	2 anos	Comunidade do Aderno
11	Morador local	Masculino	sim	492305/8393525	1 ano	Na Tibina
12	Morador local	Masculino	não	494944/8398413	-	Não há relatos da ocorrência
13	Morador local	Masculino	não	493725/8398404	-	Não há relatos da ocorrência
14	Morador local	Masculino	não	487508/8393150	-	Não há relatos da ocorrência
15	Morador local	Masculino	sim	498187/8415235	1 semana	Em Itacarezinho/Cachoeira da Usina
16	Funcionário de propriedade	Masculino	sim	499195/8412648	20 dias	Trilha da Engenhoca
17	Funcionário de propriedade	Masculino	sim	497791/8410512	10 dias	Vila Conduru
18	Morador local	Masculino	sim	496746/8412724	1 ano	Mata próxima
19	Funcionário de propriedade	Masculino	sim	496191/8408821	5 meses	Mata do Patizeiro
20	Morador Local/ Funcionário de propriedade	Masculino	sim	494722/8407209	1 dia	Na cachoeira do Tijuípe
21	Morador Local/ Funcionário de propriedade	Masculino	não	494048/8403615	-	Não há relatos da ocorrência
22	Morador Local/ Funcionário de propriedade	Masculino	não	496012/8403636	-	Não há relatos da ocorrência
23	Morador local	Masculino	não	479660/8412241	-	Não há relatos da ocorrência (30 anos no local)
24	Morador local	Masculino	não	479230/8411081	-	Não há relatos da ocorrência (37 anos na região)
25	Morador local	Masculino	não	477874/8408297	-	Não há relatos da ocorrência (74 anos na região)

No	ATIVIDADE	GÊNERO	REGISTRO	COORDENADAS DO LOCAL (UTM)	TEMPO DECORRIDO DO ÚLTIMO REGISTRO	OBSERVAÇÕES
26	Morador local	Masculino	não	475785/8406195	-	Não há relatos da ocorrência (58 anos na região)
27	Morador local	Masculino	não	472831/8401765	mais de 30 anos	Sem relatos recentes (64 anos na região)
28	Morador local	Masculino	não	471613/8397669	-	Não há relatos da ocorrência (1 ano na região)
29	Morador local	Masculino	não	474478/8392586	-	Não há relatos da ocorrência (45 anos na região)
30	Morador local	Masculino	não	478045/8394454	-	Não há relatos da ocorrência (77 anos na região)
31	Morador local	Masculino	não	495589/8399754	-	Não há relatos da ocorrência (1 ano na região)
32	Morador local	Masculino	não	496030/8399454	-	Não há relatos da ocorrência (21 anos na região)
33	Morador local	Feminino	não	496337/8398886	-	Nunca ouviu falar da espécie (33 anos na região)
34	Morador local	Feminino	não	495197/8398675	-	Não há relatos da ocorrência (20 anos na região)
35	Morador local	Masculino	não	495021/8396514	-	Nunca ouviu falar da espécie (4 meses na região)
36	Morador local	Masculino	não	494712/8392321	Mais de 20 anos	Conhece a espécie, mas não tem notícias há mais de 20 anos
37	Morador local	Masculino	não	487944/8402152	-	Não há relatos da ocorrência (20 anos na região)
38	Morador local	Feminino	não	486805/8403938	-	Conhece a espécie/não há relatos de ocorrência (50 anos na área)
39	Morador local	Masculino	não	485842/8405576	-	Conhece a espécie/não há relatos de ocorrência (59 anos na área)
40	Morador local	Feminino	não	487934/8401428	-	Já ouviu falar da espécie/não há relatos na área (8 anos na região)
41	Morador local	Masculino	não	485315/8405898	-	Já ouviu falar da espécie/não há relatos na área
42	Morador local	Masculino	não	483630/8406669	-	Já ouviu falar da espécie/não há relatos na área (25 anos na região)
43	Morador local	Feminino	não	483412/8408064	-	Já ouviu falar da espécie/não há relatos na área (5 anos na região)

No	ATIVIDADE	GÊNERO	REGISTRO	COORDENADAS DO LOCAL (UTM)	TEMPO DECORRIDO DO ÚLTIMO REGISTRO	OBSERVAÇÕES
44	Morador local	Masculino	não	483416/8408735	-	Conhece a espécie/não há relatos de ocorrência (25 anos na área)
45	Morador local	Masculino	não	481452/8410672	-	Conhece a espécie/não há relatos de ocorrência (35 anos na área)
46	Morador local	Masculino	não	481248/8412393	-	Conhece a espécie/não há relatos de ocorrência (35 anos na área)
47	Morador local	Feminino	não	494866/8418366	Mais de 20 anos	Conhece a espécie, mas não tem notícias há mais de 20 anos
48	Morador local	Masculino	não	494096/8417800	Mais de 5 anos	Conhece a espécie, mas não tem notícias há mais de 5 anos
49	Morador local	Masculino	não	493248/8417079	Mais de 8 anos	Já viu a espécie, mas não tem notícias há mais de 8 anos
50	Morador local	Masculino	não	489005/8414634	Mais de 10 anos	Já viu a espécie, mas não tem notícias há mais de 10 anos
51	Morador Local/ Funcionário de propriedade	Masculino	não	488471/8415353	-	Já ouviu falar da espécie/ não há relatos na área
52	Morador local	Masculino	não	498193/8415276	-	Já ouviu falar da espécie/ não há relatos na área
53	Morador local	Masculino	não	495157/8394668	-	nunca ouviu falar
54	Morador local	Masculino	não	494991/8394082	-	Afirmou que não tem na área - 20 anos na localidade
55	Morador local/caçador	Masculino	sim	492209/8394032	3 meses	Já viu o animal na ponte da Tibina
56	Morador local	Masculino	sim	492220/8394361	Não soube precisar	Ouviu falar do animal na área da Tibina
57	Morador local	Masculino	sim	492196/8394216	Não soube precisar	Ouviu falar do animal na área da Tibina
58	Funcionário de propriedade	Masculino	sim	497943/8410135	1 mês	Viu 1 indivíduo consumindo frutas no acesso, às 5hs
59	Morador local	Masculino	sim	498066/8409934	1 mês	Viu 1 indivíduo passando pelo acesso
60	Morador local	Masculino	não	494548/8392870	-	Nunca ouviu falar - 20 anos na localidade
61	Morador local/ curandeiro	Masculino	sim	488408/8414037	2 anos	Conhece e utiliza penas como zoterápico (17 anos na região)
62	Funcionário de propriedade	Masculino	sim	496028/8411847	Entre 3 e 4 anos	Observou a ave próximo ao rio Capitão
63	Morador local	Masculino	não	495356/8412612	-	Mora na região há 2 anos e 1/2 - sem acesso à mata
64	Morador local	Masculino	sim	495356/8412612	2 meses	Observado atravessando estrada que corta a mata

No	ATIVIDADE	GÊNERO	REGISTRO	COORDENADAS DO LOCAL (UTM)	TEMPO DECORRIDO DO ÚLTIMO REGISTRO	OBSERVAÇÕES
65	Extrativista	Masculino	sim	495520/8411349	1 ano	Observou na mata proxima ao Campo Cheiroso, no final da tarde
66	Morador local	Masculino	sim	498922/8415889	18 anos	Registro histórico em Jeribucaçu
67	Morador local	Masculino	sim	491822/8409539	5 anos	Foi caçador de mutum na região
68	Morador local	Masculino	sim	489529/8408895	Mesmo dia da entrevista	10 pessoas da comunidade reportaram abundância da ave na área
69	Funcionário de propriedade	Masculino	sim	498347/ 8409255	Menos de 2 meses	Acesso veicular



Efeito de diferentes distúrbios antrópicos sobre assembleias de morcegos (Mammalia: Chiroptera) em um ecótono Cerrado-Amazônia

Ana Carolina Moreira Martins^{1*}

 <https://orcid.org/0000-0002-5340-2113>

* Contato principal

Gabriel Lopes Ferreira da Rocha²

 <https://orcid.org/0000-0002-2737-6345>

Hernani Fernandes Magalhães de Oliveira³

 <https://orcid.org/0000-0001-7040-8317>

¹ Pesquisadora GEF-MAR/COPAN/ICMBio, Brasil. <ana.martins.bolsista@icmbio.gov.br>.

² Universidade Católica de Brasília, Campus Taguatinga, Brasília, Brasil. <gabriel10@gmail.com>.

³ Universidade de Brasília, Campus Darcy Ribeiro, Brasília, Brasil. <oliveiradebioh@gmail.com>.

Recebido em 31/01/2023 – Aceito em 23/01/2024

Como citar:

Martins ACM, Rocha GLF da, Oliveira HFM de. Efeito de diferentes distúrbios antrópicos sobre assembleias de morcegos (Mammalia: Chiroptera) em um ecótono Cerrado-Amazônia Biodivers. Bras. [Internet]. 2024; 14(1): 107-119. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i1.2393

Palavras-chave: Fogo; impactos ambientais; neotrópico; silvicultura.

Resumo – A expansão das fronteiras agropecuárias é o principal vetor da perda de *habitat* naturais no mundo e a maior causadora de impactos sobre a biodiversidade até o ano de 2100, levando ao grande declínio de espécies nos trópicos. Devido à grande magnitude e velocidade da perda de *habitat* no arco do desmatamento (especialmente no Mato Grosso), é indispensável a análise dos efeitos de diferentes matrizes e distúrbios como o fogo, na biota das matas remanescentes. Nesse contexto, os morcegos são excelentes bioindicadores porque respondem a uma ampla gama de alterações antrópicas na qualidade do *habitat*. Assim, o presente estudo tem como objetivo testar diferenças nas assembleias de morcegos de fragmentos florestais sobre diferentes distúrbios (fogo e diferentes limites de borda com eucalipto e seringal). Em 2012, morcegos foram capturados por redes de neblina durante seis noites consecutivas em seis sítios: três fragmentos florestais sob diferentes distúrbios (fogo, eucalipto, seringal) e três fragmentos controle. Foram registrados 83 morcegos de 21 espécies. Este estudo traz indicações conservacionistas de que plantios de seringais funcionam melhor como refúgio e corredor de fauna para morcegos do que eucaliptos, que têm copas muito abertas. Além disso, ainda se pode inferir que o fogo experimental, realizado dois anos antes da amostragem, teve um impacto mediano na quiropterofauna, que se mostrou menos impactada que nas áreas de eucalipto. Por fim, recomenda-se que monoculturas de eucalipto ou seringais invistam em estratégias de manutenção de sub-bosque para serem mais atrativas para a fauna.



Effect of different antropic disturbances on bat assemblies in the ecotone Cerrado-Amazon

Keywords: environmental impact, fire, forestry, Neotropics

Abstract – The expansion of the agricultural frontier is the main vector of loss of natural *habitat* in the world, and the biggest cause of impacts on biodiversity until the year 2100, leading to the great decline of species in the tropics. Due to the great magnitude and speed of *habitat* loss in the deforestation arc (especially at Mato Grosso), it is essential to analyze the effects of different matrices and disturbances, such as fire, on the biota of the remaining forests. In this context, bats are excellent bioindicators because they respond to a wide range of anthropic changes in *habitat* quality. Thus, the present study aims to test differences in the bat assemblies of forest fragments under different disturbances (fire and different edge limits with eucalyptus and rubber plantations). In 2012, bats were captured by mist nets during six consecutive nights, at six sites in forest fragments under different disturbances (fire, eucalyptus, rubber plantations). Eighty-three bats of 21 species were collected at 4 sites. This study brings some conservationist indications, that rubber plantations work better as a refuge and fauna corridor for bats than eucalyptus trees, which have very open canopies. In addition, it can still be concluded that the experimental fire carried out 2 years before sampling had a median impact on chiropteran fauna, which was less impacted than eucalyptus areas. Finally, it is recommended that eucalyptus monocultures or rubber plantations invest in understory maintenance strategies to be more attractive to the fauna.

Efecto de distintos desórdenes antrópica en ensamblajes de murciélagos en ecotono Cerrado-Amazônia

Palabras clave: Fuego; impacto ambiental; neotropical; silvicultura.

Resumen – La expansión de las fronteras agrícolas es el principal impulsor de la pérdida de *hábitats* naturales en el mundo y será la principal causa de los impactos sobre la biodiversidad hasta el año 2100, provocando la gran disminución de especies en los trópicos. Debido a la gran magnitud y velocidad de pérdida de *hábitat* en la región del llamado “arco de la deforestación” (especialmente en el estado de Mato Grosso), es fundamental analizar los efectos de diferentes matrices y perturbaciones como el fuego sobre la biota de los bosques remanentes. En este contexto, los murciélagos son excelentes bioindicadores porque responden a una amplia gama de cambios antrópicos en la calidad del *hábitat*. Por lo tanto, el presente estudio tiene como objetivo probar las diferencias en los ensamblajes de murciélagos en fragmentos de bosque bajo diferentes perturbaciones (incendios y diferentes límites fronterizos con eucaliptos y árboles de caucho). En 2012, los murciélagos fueron capturados con redes de niebla seis noches, en seis sitios y bajo dos tratamientos: 3 fragmentos de bosque bajo diferentes condiciones (incendio, eucalipto, plantación de caucho) y fragmentos de control. Se registraron 83 murciélagos de 21 especies. Este estudio brinda indicaciones conservacionistas de que las plantaciones de caucho funcionan mejor como refugio y corredor de fauna para los murciélagos que los árboles de eucalipto, que tienen copas muy abiertas. Además, también se puede inferir que el fuego experimental realizado 2 años antes del muestreo tuvo un impacto medio sobre la quiropterofauna, que fue menos impactada que en las zonas de eucalipto. Finalmente, se recomienda que los monocultivos de eucalipto o las plantaciones de caucho inviertan en estrategias de mantenimiento del sotobosque para que sean más atractivos para la fauna.

Introdução

Morcegos são um grupo de mamíferos muito diversificado ecologicamente, o que pode ser evidenciado pela ampla diversidade de sua dieta[1]. Essa complexidade alimentar se traduz em importantes funções ecossistêmicas nos processos de polinização, dispersão de sementes, regeneração florestal e controle de populações de artrópodes[3][4][5][6][7]. Esses animais são importantes componentes das comunidades locais de mamíferos em florestas tropicais, além de ocuparem uma grande variedade de nichos tróficos, sendo usualmente o grupo mais abundante e rico em espécies localmente[8][9]. Como exemplo, é muito comum em inventários rápidos registrar-se pelo menos o dobro de indivíduos de morcegos em relação aos outros mamíferos, e essa abundância, em geral, vem acompanhada de mais diversidade[10][11][12]. Como sugerido pela grande abundância e riqueza de espécies, várias espécies desses mamíferos podem coexistir em uma mesma área, resultando em uma ampla diversidade de interações ecológicas[13][14].

Os quirópteros são um exemplo de comunidade faunística que possibilita direcionar as ações necessárias à conservação da biodiversidade [15][16], pois, enquanto algumas espécies estão associadas a ambientes fragmentados e desmatados, outras vivem apenas em ambientes não perturbados[17]. Assim, é possível analisar a composição de espécies de um sítio amostrado e avaliar se o entorno é conservado ou desmatado. Além disso, são um grupo de mamíferos de relativa fácil amostragem em quase todos os tipos de ambientes naturais, alterados e urbanos[2][18][19][20]. Portanto, além da alta relevância ecológica, morcegos são considerados excelentes bioindicadores pois respondem a uma ampla gama de alterações antrópicas na qualidade do *habitat* e clima, incluindo a urbanização, a intensificação da agricultura, exploração madeireira, a perda de *habitat* e a fragmentação, mudança climática global[21][22][23]. Essa compreensão é importante para nortear o manejo necessário em fragmentos de vegetações nativas inseridas em mosaico de plantios de monocultura[15][16].

A perda de *habitat* é uma das causas para a perda da biodiversidade no mundo[24]. A expansão das fronteiras agrícolas, considerada a principal causa do desmatamento e da perda de *habitat* naturais, deve continuar sendo a maior responsável pelos impactos negativos sobre a biodiversidade até o ano de 2100, causando grande declínio da biodiversidade

dos trópicos[25]. Devido à grande extensão de áreas desmatadas na região do arco de desmatamento – um território que vai do oeste do Maranhão e sul do Pará em direção ao oeste, passando por Mato Grosso, Rondônia e Acre –, é indispensável a análise dos efeitos de diferentes matrizes e distúrbios como o fogo, na biota das matas remanescentes. Nessa região, principalmente no estado de Mato Grosso, existem mosaicos de pastagem e plantios de eucalipto, seringueiras, soja e outros grãos.

O gênero *Eucalyptus* é originário principalmente da Austrália, contando com 670 espécies conhecidas[26]; sendo que as espécies de interesse econômico possuem uma longa história no Brasil, tendo sido introduzido nesse país em meados do século XIX. Entretanto, a monocultura de eucalipto causa diversos impactos negativos, tanto para o solo quanto para a flora e fauna. A desertificação do solo ocorre porque cada indivíduo necessita de, aproximadamente, 30 litros de água por dia, sendo que esse ressecamento do solo também leva a uma maior exposição à erosão. Outro impacto desse plantio é a redução da biodiversidade, pois as florestas de eucalipto são cultivadas priorizando somente um retorno econômico, não sendo associadas a outras espécies vegetais, o que reduz a diversidade florística da região[26]. Ainda há de se mencionar que a grande maioria dos plantios de eucalipto optam pelo manejo e corte de todo sub-bosque por pelo menos dois anos[27], levando a uma ausência de oferta alimentar para animais. Outro problema é a redução extrema da diversidade da fauna, visto que poucos grupos de animais conseguem sobreviver nesses tipos de florestas[28].

A distância de terras agrícolas em relação a florestas nativas frequentemente é um excelente preditor para a redução da biodiversidade, pois animais silvestres encontrados em monoculturas são frequentemente restritos à interface fazenda-floresta e quanto maior a distância da floresta, menor a riqueza de espécies[29][30]. Nesse sentido, estudos recentes mencionam que a utilização de agroflorestas de seringueiras tem sustentado quase todas as espécies florestais associadas[31]. No caso das monoculturas como seringueiras e eucaliptos, a maioria das espécies animais provavelmente são apenas visitantes que usam paisagens cultivadas como extensão de seu *habitat* principal, o que é especialmente verdadeiro para espécies maiores e ameaçadas[30]. No entanto, algumas espécies são capazes de lidar bem com paisagens modificadas pelo homem, como, por exemplo, populações de primatas na Índia, que

ocupam monoculturas de seringais, utilizando seus recursos como fonte de alimento, sobretudo sementes, folhas, flores e cascas[31][33][34].

No Brasil, o Cerrado é uma formação savânica limítrofe à Floresta Amazônica pelos flancos sul e leste, formando o ecótono de transição Cerrado-Amazônia. O fogo é um evento comum e natural no Cerrado[35], além de um importante fator estruturante de suas comunidades vegetais e fitofisionomias[36]. Entretanto, os incêndios podem causar altas taxas de mortalidade de plantas arbóreas e mamíferos, influenciando a composição da fauna e flora nativa[36][37][38][39], pois tendem a favorecer o estabelecimento de gramíneas e espécies pioneiras[36]. Nas matas de transição da floresta amazônica e Cerrado, o fogo de incêndios não-intencionais ocasiona árvores com menos folhas, que caem ao chão e ficam mais secas, sob a ação da maior quantidade de luz do sol que penetra pelo dossel rarefeito. Além disso, as mudanças climáticas globais podem promover uma frequência maior de eventos El Niño, acelerando o círculo vicioso de ressecamento e inflamabilidade da mata de transição[40]. Sabe-se que assembleias de morcegos em matas de galeria do Cerrado têm uma capacidade considerável de recuperação quando afetadas por incêndios, e a sucessão nessas áreas pode ocorrer com base na soma temporal de espécimes e espécies[39]. Entretanto, as florestas de transição, quando não estão associadas a corpos d'água, provavelmente não são tão resilientes quanto as matas de galeria do Cerrado.

A atividade dos morcegos após o fogo tende a variar de acordo com a densidade das árvores remanescentes[41]. Em alguns casos, morcegos insetívoros respondem positivamente ao fogo[42], pois o fogo pode aumentar a disponibilidade de abrigo em árvores mortas[42][43]. Embora o fogo possa reduzir momentaneamente a oferta de alimento e abrigo para os morcegos[44], com o passar do tempo as condições mudam e há um aumento da oferta de alimentos ou abrigos, principalmente para aquelas espécies mais adaptadas a ambientes relativamente alterados e clareiras florestais[42][43], como insetívoros e frugívoros generalistas.

Nesse cenário, o objetivo deste trabalho é verificar se há diferença nas assembleias de morcegos de fragmentos florestais sobre diferentes distúrbios antrópicos (fogo e diferentes limites de borda com eucalipto, seringal e pasto). Espera-se encontrar diferenças significativas entre os distúrbios analisados, visto que as monoculturas analisadas são diferentes,

seringal e silvicultura. Além disso, espera-se que o impacto do fogo também seja diferente dos demais. É esperado que o efeito do distúrbio da borda de eucalipto tenha o maior impacto nas assembleias de morcegos, por se tratar de uma monocultura com dossel mais aberto.

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado em duas áreas de transição de floresta ombrófila e floresta estacional: fazenda Tanguro, município de Querência, leste de Mato Grosso (13°04'35''S, 52°23'08''W), e fazenda Destino, município de Ribeirão Cascalheira, também em Mato Grosso (12°51'46''S, 52°05'43''W). As duas fazendas apresentam como vegetação dominante a floresta de transição entre o Cerrado e a Floresta Amazônica, e distam cerca de 60 km uma da outra. A fazenda Tanguro, que é de propriedade do Grupo Maggi, possui uma área de 82.000 ha, dos quais 38.000 ha foram desmatados, sendo que 3/4 foram destinados à agricultura de grãos de soja desde 2002. A principal diferença entre as duas áreas é a matriz, na fazenda Tanguro composta basicamente por soja e milho, e na fazenda Destino a matriz é formada por pastagem. Na fazenda Tanguro, foram selecionados três fragmentos de mata sobre diferentes distúrbios: fogo anual, borda com eucalipto, borda com seringal; e na outra área foram analisadas somente áreas de borda entre mata e pasto.

O fogo da fazenda Tanguro é colocado de maneira experimental a fim de entender como incêndios típicos da região que ameaçam a mata de transição entre Cerrado e Floresta Amazônica sob o estresse constante do fogo. O sítio de distúrbio de fogo pode ser descrito pela presença de árvores com menos folhas, que caem ao chão e ficam mais secas, sob a ação da maior quantidade de luz do sol que penetra pelo dossel rarefeito[40]. O incêndio controlado era realizado durante três dias por ano, em sucessivas linhas de fogo, em uma área de 100 ha, e ocorreu nos anos de 2004, 2007 e 2010[45]. Nos anos seguintes, o fogo foi aplicado em mais dois lotes de 100 ha, somando 300 ha, que seriam comparados com outros 150 ha, divididos em três lotes de controle. É importante ressaltar, também, que cerca de 35.000 ha já haviam sido desmatados para a pecuária pelos proprietários anteriores, os bancos Santander e Noroeste[40][45].

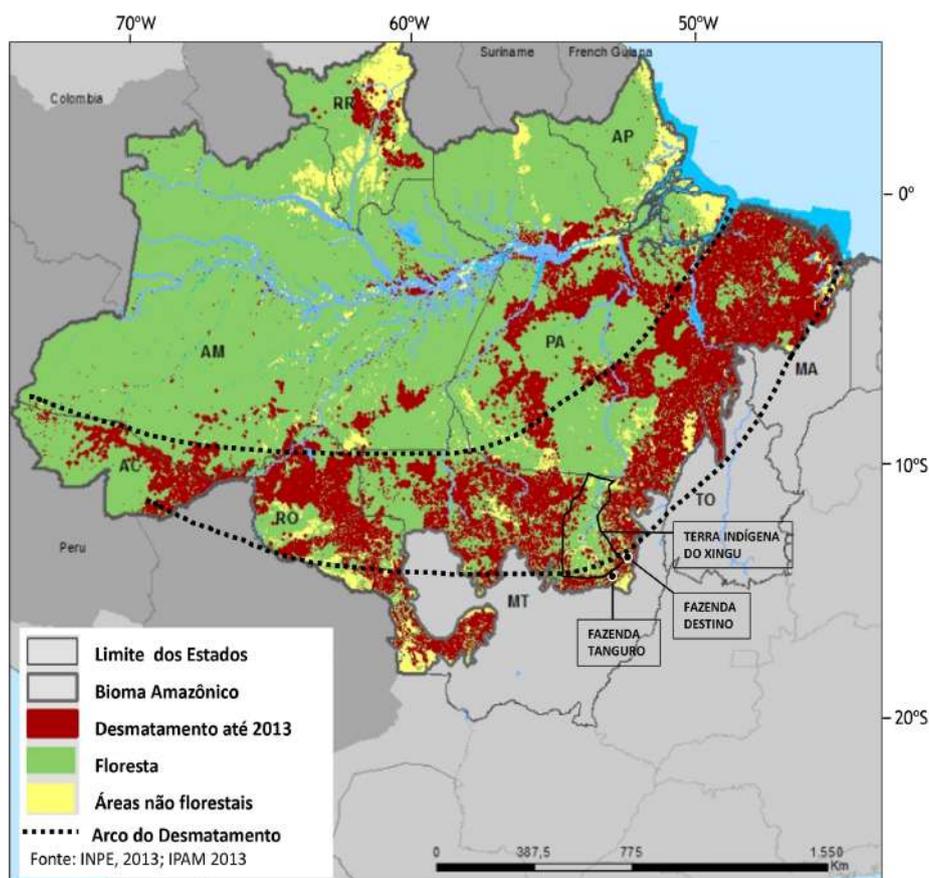


Figura 1 – Localização da fazenda Tanguro e da fazenda Destino no “Arco do Desmatamento”, nos municípios de Querência e Ribeirão Cascalheiras, estado do Mato Grosso. Adaptado de INPE e IPAM 2013.

Os seringais amostrados são plantados em linhas espaçadas com distância média de 7 m, mas, apesar do distanciamento, as copas das árvores se unem formando um dossel denso, com pouca incidência de luz. Embora rentáveis, as florestas de seringueiras oferecem alto risco de incêndio, pois a casca que protege o látex em todo o tronco da árvore é altamente inflamável, evitando-se o plantio de seringais próximos a pastagens, canaviais, capoeiras, etc.[46].

Nos plantios de eucalipto, as mudas não podem ser plantadas muito perto umas das outras, porque isso atrapalha as podas, o corte e também prejudica o crescimento das plantas. Em geral, o plantio é feito em linhas espaçadas com distância de até 12 m e, além disso, os eucaliptos apresentam copa reduzida que permitem a entrada de luz abaixo do dossel[47]. Dessa forma, os sítios de eucalipto se assemelham mais aos sítios de fogo experimental, no quesito de abertura de dossel, do que aos sítios de seringais, com copas mais densas.

Coleta de dados

Os morcegos foram amostrados por meio do uso de 10 redes de neblina (12 x 3 m), armadas no sub-bosque, abertas das 18h até as 23h (5 horas/noite/sítio), ao longo de trilhas previamente abertas ou nas bordas do fragmento. As redes foram checadas a cada 30 min.; os morcegos foram armazenados em sacos de pano, tiveram os dados biométricos registrados (peso e antebraço), sendo, em seguida, identificados e liberados no local da captura. A identificação das espécies segue[48][49][50].

Em outubro de 2012, morcegos foram capturados por redes de neblina durante seis noites, em um projeto piloto de inventário rápido de fauna. Na fazenda Tanguro, foram instalados três sítios de amostragem em fragmentos florestais sobre diferentes distúrbios (fogo, eucalipto, seringal). No sítio de fogo anual, as redes foram instaladas a 600 m da borda para evitar a interferência da matriz nos resultados. Para testar bordas limítrofes com as monoculturas

(eucalipto ou seringal) as redes foram instaladas entre a mata e a monocultura (na estrada).

A fazenda Destino foi usada como controle para todos os distúrbios, por se tratar de fragmentos florestais maiores e mais conservados. O esforço de captura foi calculado segundo[51], em que o comprimento da rede é multiplicado pela altura e, em seguida, pelo número de horas em que as redes ficaram abertas nas duas áreas.

Análises estatísticas

O índice de Shannon-Wiener (H') foi usado para avaliar a diversidade de espécies, e o índice de Pielou (J') para equitabilidade. Além desses parâmetros, também foram considerados riqueza de espécies, abundância, número de grupos funcionais (guildas tróficas, segundo[52]) e diversidade filogenética adaptada de[53], com base em uma filogenia de morcegos calibrada temporalmente em nível de espécie[54]. Para esse cálculo a probabilidade temporal de cada ramo da árvore filogenética foi somada da espécie até a raiz entre as várias famílias da assembleia; assim, o valor da diversidade filogenética de uma assembleia é a soma da diversidade filogenética de cada espécie multiplicado por 0,1. Nesse cálculo, algumas espécies tiveram que ser substituídas por congêneres geneticamente mais próximos da espécie em questão: *Carollia brevicauda* no lugar de *C. perspicillata*, *Sturnira tildae* no lugar de *S. lilium* e *Lophostoma evotis* no lugar de *L. carrikeri*.

Avaliamos a diversidade para cada sítio pelo Índice de Diversidade de Shannon (H') que é calculado pela fórmula:

$$H' = -\sum p_i \cdot \ln p_i, p_i = n_i/N;$$

sendo: H' = Índice de Shannon-Wiener; p_i = proporção de indivíduos da i -ésima espécie; \ln = logaritmo de base neperiano (e); n_i = número de indivíduos amostrados para a espécie i ; N = número total de indivíduos amostrados.

Para comparação desses índices foi utilizado o teste t de Hutchinson[55] ao nível de 5% ($p < 0,05$). A curva do coletor foi calculada para cada sítio amostrado, computando-se os esforços das noites amostradas em cada um deles e o acúmulo de espécies. O índice estimador de diversidade de Chao:

$$S^* = S_{obs} + (a^2 / 2b);$$

onde S^* , é o número de espécies esperadas, S_{obs} é o número de espécies observado, a é o

número de espécies registradas uma única vez, e b é o número de espécies registradas somente duas vezes,

foi usado para estimar o número total de espécies esperadas para cada localidade.

Para realizar as comparações estruturais, foi preparada uma matriz baseada na abundância das espécies para uma análise de agrupamento (*cluster analysis*) utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis[55]. Essa matriz foi composta pelas espécies, tipo de dieta e parâmetros da estrutura das assembleias de morcegos capturados em quatro fragmentos florestais (controle, fogo, eucalipto e seringal).

O coeficiente de correlação cofenética (C.C.C.) da análise de agrupamento foi a correlação de Pearson entre a matriz dos dados originais e a matriz de derivada, e indica se o dendrograma representa adequadamente os dados originais (C.C.C. > 0,8 significativo). Essa análise teve o objetivo de verificar quais os distúrbios tiveram efeitos mais similares nas assembleias de morcegos filostomídeos.

Resultados

Foram coletados 83 indivíduos de 21 espécies e 3 famílias, em 4 sítios no sudoeste da Amazônia Brasileira (Tab. 1). A riqueza em cada localidade variou de 4-15 espécies, e a abundância entre 7-46 indivíduos (Tab. 1), sendo registradas espécies das famílias Phyllostomidae, Vespertilionidae e Emballonuridae. Nesse ponto, ressaltamos que, apesar de este estudo utilizar apenas redes instaladas em sub-bosque (até 3 m de altura), um método que tem um viés para maior amostragem de morcegos frugívoros da família Phyllostomidae e baixas taxas de captura das demais famílias, devido ao seu nicho e estratégias alimentares[56][57], optou-se por incluir nas análises os morcegos insetívoros das outras famílias (Vespertilionidae e Emballonuridae). Tal escolha se deve ao fato de estes terem sido registrados apenas na área controle e esta informação agregar uma melhor caracterização das comparações entre os sítios e distúrbios analisados.

O esforço total de captura foi de 10.800 h x m^2 sendo 1.800 h x m^2 em cada área amostrada, equivalente a cinco horas de esforço amostral por noite. Ao todo foram capturados 83 indivíduos das três famílias citadas acima. A família Phyllostomidae teve cinco subfamílias representadas: Glossophagi-

nae, Carollinae, Micronycterinae, Rhinophyllinae, Stenodermatinae e Phyllostominae (Tabela 1).

As espécies mais abundantes foram os frugívoros generalistas *Artibeus lituratus* e *Carollia perspicillata*.

Tabela 1 – Lista de espécies e parâmetros da estrutura das assembleias de morcegos capturados em quatro fragmentos florestais no Ecótono Cerrado-Amazônia, (Querência e Ribeirão Cascalheiras/MT, 2012).

Espécies /famílias-subfamílias	Grupo funcional	Controle	Seringal	Eucalipto	Fogo	Total
Phyllostomidae						
Stenodermatinae						
<i>Artibeus cinereus</i> (Gervais, 1856)	FD	1	0	0	0	1
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	FD	11	6	0	2	19
<i>Artibeus obscurus</i> (Schinz, 1821)	FD	1	3	4	3	11
<i>Platyrrhinus incarum</i> (Thomas, 1912)	FD	0	1	0	0	1
<i>Sturnira tildae</i> de la Torre, 1959	FS	1	0	1	2	4
<i>Uroderma bilobatum</i> Peters, 1866	FD	11	3	0	0	14
Carollinae						
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	FS	12	0	1	3	16
<i>Rhinophylla pumilio</i> Peters, 1865	FS	1	0	0	0	1
Glossophaginae						
<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	N	1	0	0	2	3
Micronycterinae						
<i>Micronycteris megalotis</i> (Gray, 1842)	IC	1	0	0	0	1
<i>Micronycteris</i> sp.	IC	1	0	0	0	1
Phyllostominae						
<i>Chrotopterus auritus</i> (Peters, 1856)	C	0	0	1	0	1
<i>Gardnerycteris crenulatum</i> (É. Geoffroy, 1803)	IC	0	0	0	1	1
<i>Lophostoma carrikeri</i> (Allen, 1910)	O	0	1	0	0	1
<i>Phyllostomus elongatus</i> (É. Geoffroy, 1810)	O	0	1	0	0	1
<i>Phyllostomus hastatus</i> (Pallas, 1767)	O	1	1	0	0	2
<i>Tonatia maresi</i> Williams, Willig e Reid, 1995	O	0	1	0	0	1
Emballonuridae						
Emballonurinae						
<i>Rhynchonycteris naso</i> (Wied, 1820)	IA	1	0	0	0	1
Vespertilionidae						
Vespertilioninae						
<i>Eptesicus brasiliensis</i> (Desmarest, 1819)	IA	1	0	0	0	1
<i>Rhogeessa io</i> Thomas, 1903	IA	1	0	0	0	1
Myotinae						
<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	IA	1	0	0	0	1
Número de Espécies	21	15	8	4	6	21
Número de Indivíduos	83	46	17	7	13	83
Número de Grupos Funcionais	7	6	2	3	4	7

FD (Frugívoro de Dossel), FS (Frugívoro de Sub-bosque), C (Carnívoro), IA (Insetívoro aéreo), N (Nectarívoro), O (Onívoro), IC (Insetívoro catador)

Do total de indivíduos capturados, 84% são frugívoros ou nectarívoros, um padrão comum em comunidades de morcegos neotropicais[15], sendo apenas sete indivíduos insetívoros, um carnívoro e cinco onívoros. Essa alta representatividade da guilda de frugívoros demonstra a dependência dessas espécies da vegetação. Além disso, espécies frugívoras são normalmente mais associadas a áreas florestais, enquanto espécies insetívoras podem ocorrer em muitos tipos de vegetação[58].

A assembleia de morcegos da mata controle (fazenda Destino) apresentou a maior diversidade de Shannon e Filogenética (Tab. 2), seguida pela assembleia do seringal e de fogo experimental. As comparações do índice de Shannon-Wiener (H') entre os sítios com diferentes distúrbios, através do teste-t proposto por Hutchinson, detectou diferenças significativas entre controle e eucalipto ($t = 2,707$ e $p = 0,042$). Os demais distúrbios, comparados par a par, não apresentaram diferença: eucalipto e seringal ($t = -1,815$; $p = 0,129$); fogo x seringal ($t = -1,292$ $p = 0,253$).

Tabela 2 – Parâmetros da estrutura das assembleias de morcegos capturados em quatro fragmentos florestais no Ecótono Cerrado-Amazônia (Querência e Ribeirão Cascalheiras/MT, 2012).

Parâmetros das comunidades	Controle	Seringal	Eucalipto	Fogo
Riqueza	15	8	4	6
Abundância	46	17	7	13
Diversidade filogenética	12,46	8,79	3,71	6,22
Índice de diversidade de Shannon (H)	2,03	1,81	1,15	1,74
Equitabilidade (J)	0,75	0,87	0,83	0,97

As curvas baseadas em indivíduos sugerem quantos indivíduos devem ser contados para que o esforço seja suficiente, além de permitir comparar diferenças na dinâmica de diversidade. A curva de rarefação utilizando o estimador de riqueza Jackknife 1, apontou que o esforço amostral não foi suficiente

para estimar a riqueza real da área estudada (Fig. 2), mas também possibilita avaliar a diferença entre a diversidade das áreas amostradas, indicando que o eucalipto teria o menor número de espécies, mesmo se o número de indivíduos das outras áreas fosse o mesmo.

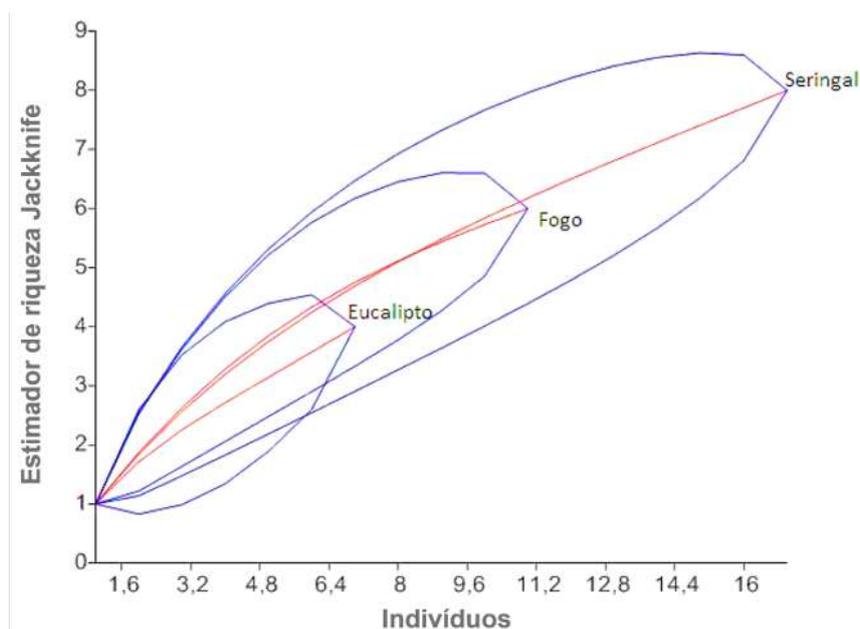


Figura 2 – Curva de rarefação por indivíduos, intervalo de confiança (95%, azul) e estimador de riqueza Jackknife para os morcegos capturados nos três fragmentos com diferentes tratamentos (eucalipto, fogo e seringal) no ecótono Cerrado-Amazônia, na fazenda Tanguro e fazenda Destino (Querência e Ribeirão Cascalheiras/MT, 2012).

A análise de agrupamento (Fig. 3) entre as assembleias de morcegos apresentou um coeficiente de correlação cofenética significativo (0,969592) e indicou que as assembleias do fogo e do eucalipto

são mais similares, reafirmando que estes dois distúrbios alteram de maneira similar as assembleias de morcegos nesta região.

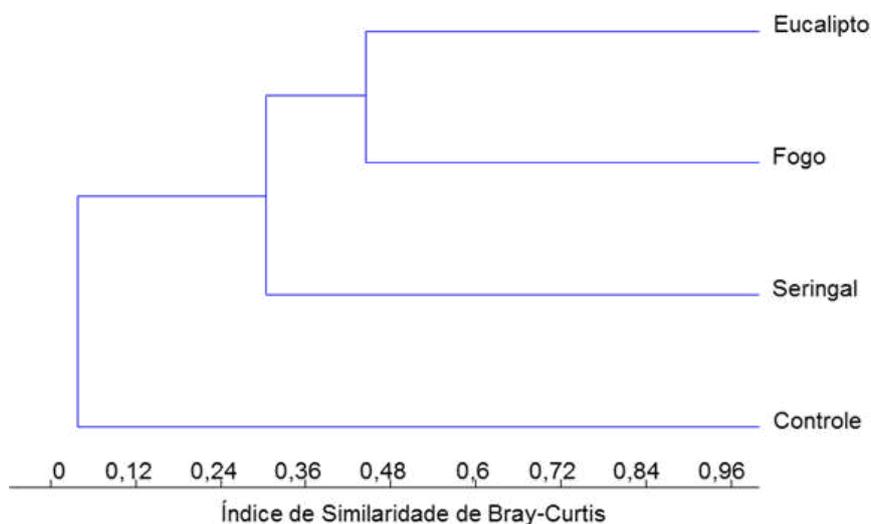


Figura 3 – Dendrograma da análise de agrupamento das assembleias de morcegos filostomídeos de fragmentos de mata de transição Cerrado-Amazônia na fazenda Tanguro (MT), com coeficiente de correlação cofenética= 0,9592.

Discussão

Nas assembleias amostradas ocorreu a maior abundância de espécies de morcegos plantívoros, confirmando o que já era esperado para áreas florestais e capturas usando redes de neblina no sub-bosque. Além disso, as curvas de rarefação possibilitam verificar a diferença entre a diversidade das áreas amostradas, indicando que o eucalipto teria o menor número de espécies. Nesse contexto, era esperado que o efeito do distúrbio da borda de eucalipto tivesse o maior impacto na assembleia de morcegos por se tratar de uma monocultura com dossel mais aberto. Além disso, a abundância de frugívoros (*Carollia perspicillata*, *Rhinophylla pumilio*, *Artibeus lituratus*, *Uroderma bilobatum*) e nectarívoros (ex. *Glossophaga soricina*) está relacionada à estrutura da vegetação em fragmentos florestais da Amazônia[59].

Dessa forma, proteger áreas com árvores nativas de grande porte e copas fechadas pode ser uma estratégia para aumentar a persistência de morcegos polinizadores e dispersores de sementes na Amazônia, bem como a diversidade filogenética[59]. Portanto, monoculturas como seringais e eucaliptos deveriam usar as estratégias de sistemas agroflorestais

(SAFs), incluindo tanto espécies nativas associadas quanto o cultivo de um sub-bosque de altura intermediária[60] para fornecer um dossel mais fechado e também recursos alimentares para os morcegos. A expansão das monoculturas de eucalipto intensifica o desmatamento e a perda de espaços naturais, bem como a pressão sobre a fauna nativa, destaca a necessidade de entender como as espécies usam e sustentam seus nichos em diferentes paisagens[61]. Os SAFs podem ser vistos como alternativas aos tradicionais sistemas de monocultivos e uma estratégia de recuperação ambiental. Neles são cultivadas, simultaneamente, espécies nativas e frutíferas, geralmente sem agrotóxico e maquinário pesado, para um melhor equilíbrio do ambiente. Eles também contribuem para a conservação da biodiversidade por fornecerem abrigo, sombra, alimento e outros recursos, atraindo insetos, aves e mamíferos como os morcegos[61].

Com relação ao distúrbio do fogo, sabe-se que ele é um elemento natural comum no Cerrado e que também influencia este ecótono com a Amazônia, podendo alterar a estrutura de árvores, comunidades de mamíferos e condições ambientais[35]. A falta de recurso alimentar para uma parte dos animais

após a passagem das chamas implica em mudanças no metabolismo e até mesmo a morte[39][62]. No presente estudo foram corroborados os achados de[39], pois o fragmento pós-fogo no ecótono Amazônia-Cerrado amostrado também registrou baixa riqueza e abundância de morcegos quando comparado a fragmentos controle.

Com relação aos seringais, a grande demanda de borracha eleva as taxas de desmatamento florestal para dar espaço às extensas plantações de seringueiras, afetando a biodiversidade de pássaros, morcegos, insetos e primatas. Outro índice preocupante é a demanda por fertilizantes, fungicidas, inseticidas e estimulantes da produção de látex. Apesar disso, a seringueira apresenta uma ótima capacidade para estocagem de carbono, que beneficia comunidades animais locais, pois podem ser utilizadas como corredores ecológicos, o que é de grande importância pois promovem a ligação entre duas áreas fragmentadas, aumentando a conectividade do *habitat* e migração de populações [63]. Assim, esse estudo traz informações similares, pois indica que muitas espécies de morcegos utilizam o seringal como recurso, seja apenas como corredor, ou como abrigo e recursos alimentares.

Com relação às similaridades na composição das assembleias de morcegos entre os diferentes tipos de distúrbio, a análise de agrupamento indicou que as assembleias do fogo e do eucalipto são mais similares. Isso reafirmou que esses dois distúrbios apresentaram efeitos mais fortes com relação às assembleias de morcegos nessa região, promovendo não somente a estruturação de assembleias que são mais distintas do que as outras em termos da composição de espécies, mas que também possuem menores riqueza e abundância observadas, bem como diversidades de Shannon e filogenéticas mais baixas. As assembleias se apresentaram distintas e a diferença na riqueza de espécies nos diferentes pontos pode ser explicada pela maior complexidade ambiental. Uma maior complexidade ambiental pode significar maior diversidade de recursos alimentares, como frutos, insetos e abrigos. Dessa forma, os padrões de frutificação e disponibilidade de alimento moldam a diversidade e a composição de espécies de morcegos[64][63]. Esse resultado pode ser consequência das características do local de estudo, uma região de ecótono, onde há a predominância de espécies amazônicas, mas onde o clima é similar ao da região de Cerrado, sendo marcadamente sazonal com uma estação seca e uma estação chuvosa bem definida. Essa vegetação de transição, apesar de

formar um ambiente florestal, está ligada à baixa umidade, a qual já foi descrita como um dos possíveis fatores que atenuam o efeito de borda[66][67].

As diferenças entre riqueza e similaridade de espécies possivelmente também se relacionam com a variação na diversidade filogenética entre as áreas. Florestas preservadas normalmente possuem maior oferta de alimentos e abrigos[68], o que é um dos fatores potencialmente responsáveis por elas abrigarem um maior número de espécies únicas[69], elevando com isso a sua diversidade taxonômica e filogenética ao mesmo tempo em que diminui a similaridade com outros ambientes desmatados. Esses resultados reforçam a necessidade de preservação da Amazônia com relação às queimadas e às plantações de espécies cultivares exóticas para a preservação da diversidade de morcegos. Ressalta-se ainda a importância de tais achados, visto que poucos estudos avaliaram anteriormente os efeitos de queimadas e plantações de espécies exóticas em assembleias de morcegos na Amazônia[70][71].

Conclusão

A partir dos três impactos estudados no projeto (fogo, eucalipto e seringal), podemos concluir que: 1) a alta diversidade e abundância de morcegos nos seringais indica que suas copas mais fechadas e densas proporcionam um *habitat* mais adequado para o deslocamento, que também é protegido da visão de predadores; 2) diferentemente do seringal, o eucalipto possui uma copa mais aberta e seu manejo inclui corte raso, o que é ainda mais prejudicial à fauna nativa, deixando-o assim com um número de espécies e indivíduos muito inferior aos outros distúrbios; e 3) apesar de ser um dos impactos mais intensos, o fogo, por ser um experimento controlado e de pequeno porte, não apresentou tanta redução da diversidade de espécies de morcegos, como o eucalipto.

Do ponto de vista conservacionista, plantios de seringais funcionam melhor como refúgio ou corredor de fauna para morcegos do que eucaliptos, que têm copas muito abertas. Além disso, ainda se pode inferir que o fogo experimental realizado dois anos antes da amostragem teve um impacto mediano na quiropterofauna, que já se mostrou menos impactada que as áreas de eucalipto. Por fim, recomenda-se que monoculturas de eucalipto ou seringais invistam em estratégias e boas práticas de manejo do plantio e do entorno, como localização da plantação próxima

às áreas de vegetação nativa, redução dos usos de herbicidas para controle de pragas e manutenção de sub-bosque quando possível, para tornar essas monoculturas mais atrativas à fauna.

Referências

- Giannini NP, Kalko EKV. Trophic structure in a large assemblage of phyllostomid bats in Panama. *Oikos*. 2004 May; 105(2): 209-20.
- Fleming TH. The short-tailed fruit bat, a study in plant-animal interactions. The University of Chicago Press, Chicago, 365 p. 1988.
- Medellin RA, Gaona O. Seed dispersal by bats and birds in forest and disturbed habitats of Chiapas, Mexico. *Biotropica*. 1999 Sep; 31(3): 478-85.
- Thies W, Kalko EKV. Phenology of neotropical pepper plants (Piperaceae) and their association with their main dispersers, two short-tailed fruit bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea* (Phyllostomidae). *Oikos* 2004 Feb; 104(2): 362-76.
- Patterson BD, Willig MR, Stevens RD. Trophic strategies, niche partitioning, and patterns of ecological organization. In: Kunz TH, Fenton MB (eds), *Bat ecology*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois. 2003: 536-579.
- Kalko MB, Smith AR, Kalko EKV. Bats limit arthropods and herbivory in a tropical forest. *Science*. 2008 Apr 4; 320(5872): 71-1.
- Lobova TA, Geiselman CK, Mori SA. 2009. *Seed dispersal by bats in the neotropics*. New York, NY: Botanical Garden Press.
- Rex K, Kelm DH, Wiesner K, Kunz TH, Voigt CC. Species richness and structure of three neotropical bat assemblages. *Biological Journal of the Linnean Society*. 2008 Jun 28; 94(3): 617-29.
- Fahr J, Kalko EKV. Biome transitions as centres of diversity: *habitat* heterogeneity and diversity patterns of West African bat assemblages across spatial scales. *Ecography*. 2010 Aug 13; 34(2): 177-95.
- Silva CR, Martins ACM, de Castro IJ, Bernard E, Cardoso EM, dos Santos Lima D et al. Mammals of Amapá State, Eastern Brazilian Amazonia: a revised taxonomic list with comments on species distributions. *Mammalia*. 2013 Jan 1; 77(4).
- Sampaio R, Röhe F, Rylands AB. Diversity of primates and other mammals in the middle Purus basin in the Brazilian Amazon. *Mammalia*. 2018 Nov 27; 82(6): 565-79.
- Martins ACM, Oliveira HFM, Zimbres B, Sá-Neto RJ, Marinho-Filho J. Environmental heterogeneity and water availability shape the structure of phyllostomid bat assemblages (Mammalia: Chiroptera) in the northeastern Amazon forest. *Forest Ecology and Management*. 2022 Jan; 504: 119863.
- Bonaccorso FJ, Gush TJ. Feeding behaviour and foraging strategies of captive Phyllostomid fruit bats: an experimental study. *Journal of Animal Ecology* [Internet]. 1987 [cited 2019 Nov 15]; 56(3): 907-20. Available from: https://www.jstor.org/stable/4956?seq=1#page_scan_tab_contents
- Bianconi GV, Mikich SB, Pedro WA. Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em remanescentes florestais do município de Fênix, noroeste do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 2004 Dec; 21(4): 943-54.
- Emmons LH, Feer F. Neotropical rainforest mammals: a field guide (Second edition). Chicago, The University of Chicago Press, XVI +. 1997; 307p.
- Peracchi AL, Lima IP, Reis NR, Nogueira MR, Ortêncio Filho H. Ordem Chiroptera. In: Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP (eds.). *Mamíferos do Brasil*. 2 ed. Londrina. 2011: 155-234.
- Fenton MB, Acharya L, Audet D, Hickey MBC, Merriman C, Obrist MK et al. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of *habitat* disruption in the Neotropics. *Biotropica* [Internet]. 1992 [cited 2020 Dec 2]; 24(3): 440-6. Available from: <https://www.jstor.org/stable/2388615?seq=1>
- McNab BK. The structure of tropical bat faunas. *Ecology*. 1971 Mar; 52(2): 352-8.
- Bredt A, Uieda W, Pedro WA. Plantas e morcegos: na recuperação de áreas degradadas e na paisagem urbana. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado. 273 p. 2012.
- Bordignon MO, Shapiro JT. Bat diversity in the western Brazilian Pantanal. *Mammalia*. 2017 Aug 25; 82(3): 256-65.
- Sanchez-Cordero V. Elevation gradients of diversity for rodents and bats in Oaxaca, Mexico. *Global Ecology and Biogeography*. 2001 Jan; 10(1): 63-76.
- Clarke FM, Rostant LVE, Racey PA. Life after logging: post-logging recovery of a neotropical bat community. *Journal of Applied Ecology*. 2005 Apr 18; 42(2): 409-20.
- Jones G, Jacobs D, Kunz T, Willig M, Racey P. *Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators*. *Endangered Species Research* [Internet]. 2009 Jul 9; 8(1-2): 93-115. Available from: <http://www.bu.edu/cecb/files/2009/08/jones2009.pdf>
- Fahrig L. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 2003 Nov; 34(1): 487-515.



25. Sala OE. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*. 2000 Mar 10; 287(5459): 1770-4.
26. Andrade JCS. Conflito, cooperação e convenções: análise das estratégias socioambientais para a gestão sustentável das plantações de eucalipto da Aracruz Celulose S.A. *Revista Organizações e Sociedade*. Salvador, v. 8. 2001.
27. Borges, PHDC. Períodos de controle de plantas de sub-bosque na cultura do eucalipto. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Available at: <<http://hdl.handle.net/11449/235533>>.2022.
28. Barlow J, Gardner TA, Araujo IS, Avila-Pires TC, Bonaldo AB, Costa JE et al. Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2007 Nov 14; 104(47): 18555-60.
29. Yue S, Brodie JF, Zipkin EF, Bernard H. Oil palm plantations fail to support mammal diversity. *Ecological Applications*. 2015 Dec; 25(8): 2285-92.
30. Gilroy JJ, Edwards FA, Medina Uribe CA, Haugaasen T, Edwards DP. Surrounding *habitats* mediate the trade-off between land-sharing and land-sparing agriculture in the tropics. Kleijn D, editor. *Journal of Applied Ecology*. 2014 Jul 21; 51(5): 1337-46.
31. Marques JRB, Virgens Filho ADC, Reis EL, Afonso JM. 2012. Sistema agroflorestal (SAF) com seringueira, cacaueteiro e cultivos alimentares. Ilhéus: Ceplac/Cenex.
32. Medhi R, Chetry D, Bhattacharjee PC, Patiri BN. Status of *Trachypithecus geei* in a rubber plantation in western Assam, India. *International Journal of Primatology*. 2004 Dec; 25(6): 1331-7.
33. Campbell-Smith G, Campbell-Smith M, Singleton I, Linkie M. Raiders of the lost bark: Orangutan foraging strategies in a degraded landscape. Gratwicke B, editor. *PLoS ONE*. 2011 Jun 22; 6(6): e20962.
34. Harich F. Mammalian wildlife diversity in rubber and oil palm plantations. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*. 2016 Jul 1; 11(020).
35. Miranda HS, Bustamante MM, Miranda AC. The fire factor. In the cerrados of Brazil. Columbia University Press. 2002 Dec 31; 51-68.
36. Hoffmann WA, Moreira AG. The role of fire in population dynamics of woody plants. In: *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. Oliveira PS, Marquis RJ (eds.). Columbia University Press, New York. 2002; 159-177.
37. Henriques RPB, Bizerril MXA, Palma ART. Changes in small mammal populations after fire in a patch of unburned cerrado in Central Brazil. *Mammalia*. 2000; 64(2).
38. Briani DC, Palma ART, Vieira EM, Henriques RPB. Post-fire succession of small mammals in the Cerrado of central Brazil. *Biodiversity and Conservation*. 2004 May; 13(5): 1023-37.
39. Oliveira HFM de, Aguiar LMS. The response of bats (Mammalia: Chiroptera) to an incidental fire on a gallery forest at a Neotropical savanna. *Biota Neotropica*. 2015; 15(4).
40. Leite M. Fogo contrafogo: Queimada controlada na Amazônia procura entender impacto sobre fauna e flora. *Revista FAPESP*, ed. 103. Available from: <https://revistapesquisa.fapesp.br/fogo-contra-fogo>. 2004.
41. Fisher JT, Wilkinson L. The response of mammals to forest fire and timber harvest in the North American boreal forest. *Mammal Review* 2005 May; 35(1): 51-81.
42. Loeb SC, Waldrop TA. Bat activity in relation to fire and fire surrogate treatments in southern pine stands. *Forest Ecology and Management*. 2008 May; 255(8-9): 3185-92.
43. Boyles JG, Aubrey DP. Managing forests with prescribed fire: Implications for a cavity-dwelling bat species. *Forest Ecology and Management*. 2006 Feb; 222(1-3): 108-15.
44. Silvis A. The response of bats to Shelterwood harvest and prescribed fire. 2011. Available from: https://etd.ohiolink.edu/acprod/odb_etd/etd/r/1501/10?clear=10&p10_accession_num=osu1299601292
45. Brando PM, Nepstad DC, Balch JK, Bolker B, Christman MC, Coe M et al. Fire-induced tree mortality in a neotropical forest: the roles of bark traits, tree size, wood density and fire behavior. *Global Change Biology*. 2011 Sep 23; 18(2): 630-41.
46. Gonçalves PDS, Bataglia OC, Ortolani AA, Fonseca FDS. Manual de Heveicultura para o Estado de São Paulo, Série Tecnologia APTA. Campinas: Instituto Agrônômico (IAC). 2001
47. Ribeiro N, Siteo A, Guedes B, Staiss C. Manual de silvicultura tropical. Maputo: Universidade Eduardo Mondlane. 2002. Available from: <https://www.bibliotecaagpatea.org.br/agricultura/silvicultura/livros/MANUAL%20DE%20SILVICULTURA%20TROPICAL.pdf>
48. Gardner AL. Mammals of South America, Volume 1 Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. Chicago University Of Chicago Press Ann Arbor, Michigan Proquest; 2014.
49. Lim BK, Engstrom MD. Bat community structure at Iwokrama Forest, Guyana. *Journal of Tropical Ecology*. 2001 Sep; 17(5): 647-65.
50. Diaz MM, Solari S, Aguirre LF, Aguiar L, Barquez RM. Clave de identificación de los murciélagos de Sudamérica/

Chave de identificação dos morcegos da América do Sul. Publicación Especial Nro, 2, 2016; 160.

51. Straube FC, Bianconi GV. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar o esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. *Chiroptera Neotropical*, 2002; 8(1-2): 150-152.

52. Findley J. *Bats: a community perspective*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. 1993.

53. Cadotte MW, Cardinale BJ, Oakley TH. Evolutionary history and the effect of biodiversity on plant productivity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2008 Nov 4; 105(44): 17012-7.

54. Agnarsson I, Zambrana-Torrel CM, Flores-Saldana NP, May-Collado LJ. A time-calibrated species-level phylogeny of bats (Chiroptera, Mammalia). *PLoS Currents* [Internet]. 2011 Feb 4; 3. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3038382/>

55. Zar JH. *Biostatistical Analysis*. 5th Edition, Prentice-Hall/Pearson, Upper Saddle River, 2010: 944 p.

56. Kalko EKV, Herre EA, Handley CO. Relation of fig fruit characteristics to fruit-eating bats in the New and Old World tropics. *Journal of Biogeography*. 1996 Jul; 23(4): 565-576.

57. Kalko EKV. Organization and diversity of tropical bat communities through space and time. *Zoology*, 1998; 101: 281-297.

58. Lopez-Gonzalez C. Ecological zoogeography of the bats of Paraguay. *Journal of Biogeography*. 2004 Jan; 31(1): 33-45.

59. Martins ACM, Willig MR, Presley SJ, Marinho-Filho J. Effects of forest height and vertical complexity on abundance and biodiversity of bats in Amazonia. *Forest Ecology and Management*. 2017 May; 391: 427-35.

60. Righi CA, Bernardes MS (eds.) *Cadernos da disciplina sistemas agroflorestais*. Piracicaba: Série Difusão, 2018; 2: 208.

61. Harvey CA, González Villalobos JA. Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. *Biodiversity and Conservation*. 2007 May 31; 16(8): 2257-92.

62. Bendell JF. *Effects of fire on birds and mammals*. Elsevier eBooks. 1974 Jan 1; 73-138.

63. Silva DR, Gouveia KRRO, Xavier EG, Marques IC, Dos Santos SHA. Impactos ambientais condicionados a heveicultura e seus segmentos. In: *Congresso Interdisciplinar-ISSN: 2595-7732*. 2017.

64. Myers P, Wetzel RM. *Systematics and zoogeography of the bats of the Chaco Boreal*. 1983. Available from: <https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/56409/MP165.pdf>

65. Aguirre LF. Structure of a neotropical savanna bat community. *Journal of Mammalogy*. 2002 Aug 1; 83(3): 775-84.

66. Phillips OL, Rose S, Mendoza AM, Vargas PN. Resilience of Southwestern Amazon Forests to Anthropogenic Edge Effects. *Conservation Biology*. 2006 Dec; 20(6): 1698-710.

67. Vasconcelos HL, Vilhena JMS, Magnusson WE, Albernaz ALKM. Long-term effects of forest fragmentation on Amazonian ant communities. *Journal of Biogeography*. 2006 Aug; 33(8): 1348-56.

68. Meyer CF, Struebig MJ, Willig MR. Responses of tropical bats to *habitat* fragmentation, logging, and deforestation. In: Voigt C, Kingston CC (eds.) *Bats in the anthropocene: conservation of bats in a changing world*. Berlin: Springer; 2016: 63-103.

69. Carvalho WD, Mustin K, Farneda FZ, de Castro IJ, Hilário RR, Martins ACM et al. Taxonomic, functional and phylogenetic bat diversity decrease from more to less complex natural *habitats* in the Amazon. *Oecologia*. 2021 Aug 8; 197(1): 223-39.

70. Carvalho WD, Meyer CFJ, Xavier B da S, Mustin K, Castro IJ de, Silvestre SM et al. Consequences of replacing native savannahs with Acacia plantations for the taxonomic, functional, and phylogenetic α - and β -diversity of bats in the Northern Brazilian Amazon. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2020 Dec 14; 8.

71. Colombo GT, Di Ponzio R, Benchimol M, Peres CA, Bobrowiec PED. Functional diversity and trait filtering of insectivorous bats on forest islands created by an Amazonian mega dam. *Functional Ecology*. 2022 Jul 5.

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo

n.1, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaelectronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886





Análise da diversidade florística como subsídio ao manejo do campo nativo na APA do Ibirapuitã

Adriana Carla Dias Trevisan^{1*}

 <https://orcid.org/0000-0002-5192-6431>

* Contato principal

Lucas Guilherme Pérez Elguy¹

 <https://orcid.org/0000-0001-8968-5429>

Raul Candido da Trindade Paixão Coelho²

 <https://orcid.org/>

¹ Universidade Estadual do Rio Grande do Sul/UERGS, Brasil. <adriana-trevisan@uergs.edu.br, lucas_1520@hotmail.com>.

² Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Brasil. <raul.coelho@icmbio.gov.br>.

Recebido em 31/03/2023 – Aceito em 21/08/2023

Como citar:

Trevisan ACD, Elguy LGP, Coelho RCTP. Análise da diversidade florística como subsídio ao manejo do campo nativo na APA do Ibirapuitã. *Biodivers. Bras.* [Internet]. 2024; 14(1): 120-132. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i1.2441

Palavras-chave: Restauração; conservação; agroecossistema; pecuária sustentável.

RESUMO – O bioma Pampa tem uma rica biodiversidade em um mosaico de paisagens com predominância de ambientes campestres. O manejo atual das terras, a falta de planejamento no uso das pastagens nativas e o avanço da sojicultura têm pressionado a diversidade de espécies e a conservação do bioma. Neste sentido, o conhecimento da diversidade atual é uma etapa importante para delimitar estratégias de manejo conservativo do campo nativo. O objetivo do estudo foi caracterizar a composição e a estrutura da vegetação de duas áreas de pecuária em campo nativo, uma com pastoreio e outra sem pastoreio, em uma propriedade agropecuária dentro da Área de Proteção Ambiental do Ibirapuitã. Foi realizada amostragem em transectos lineares em duas épocas do ano. Foram avaliados os índices de diversidade, equitabilidade e similaridade. O verão registrou 122 indivíduos em 11 famílias no ambiente sem pastoreio e 631 com 7 famílias na área com pastejo. Já no inverno foram 189 indivíduos de 9 famílias sem pastoreio e 685 indivíduos de 11 famílias com pastejo. As espécies em comum encontradas nos dois ambientes foram: *Desmodium incanum*, *Andropogon lateralis* e *Cuphea carthagenensis*. Segundo o índice Simpson, a comunidade florística com maior dominância foi a com pastoreio no verão, ao passo que a sem pastoreio no inverno foi a com maior diversidade por Shannon-Weaver. O índice de equitabilidade demonstrou que o regime sem pastoreio no verão tem a maior distribuição dos indivíduos. A partir dos resultados, é importante avançar em outros estudos na avaliação da correlação entre as práticas de manejo, sua expressão florística e seus respectivos grupos funcionais existentes no campo nativo.



Analysis of floristic diversity as a subsidy to the management of the native field in the APA of Ibirapuitã

Keywords: Restauration; conservation; agroecosystem; sustainable livestock.

ABSTRACT – The Pampa biome has a rich biodiversity in a mosaic of landscapes with predominantly grassland environments. Current land management, the lack of planning in the use of native pastures and the advance of sojiculture have put pressure on species diversity and the conservation of the biome. In this sense, the knowledge of the current diversity is an important step to delimit conservative management strategies of the native grassland. The objective of this study was to characterise the composition and structure of the vegetation of two areas of native grassland, one with grazing and one without, in a livestock farming within the Ibirapuitã Environmental Protection Area. Sampling was carried out in linear transects at two times of the year. Diversity, equitability and similarity indices were evaluated. Summer recorded 122 individuals in 11 families in the environment without grazing and 631 with 7 families in the area with grazing. In winter, there were 189 individuals from 9 families without grazing and 685 individuals from 11 families with grazing. The common species found in both environments were: *Desmodium incanum*, *Andropogon lateralis* and *Cuphea carthagenensis*. According to the Simpson index, the floristic community with the highest dominance was the one with summer grazing, while the one without winter grazing was the one with the highest diversity by Shannon-Weaver. The equitability index showed that in summer the area without grazing has the highest distribution of individuals. From the results, it is important to advance in other studies in the evaluation of the correlation between management practices, their floristic expression and their respective functional groups existing in the native field.

Análisis de la diversidad florística como subsídio al manejo del campo nativo en la APA de Ibirapuitã

Palabras clave: Restauración; conservación; agroecosistema; ganadería sostenible.

RESUMEN – La Pampa tiene una rica biodiversidad en un paisaje con predominio de pastizales. La gestión actual de la tierra ha ejercido presión sobre la diversidad de especies y la conservación del bioma. Así, el conocimiento de la diversidad actual es un paso importante en la delimitación de estrategias para el manejo conservador de los pastizales nativos. Así, el objetivo de este trabajo fue caracterizar la composición y estructura de la vegetación en dos áreas ganaderas en pastizales nativos, una con pastoreo y otra sin pastoreo, en un predio dentro del Área de Protección Ambiental de Ibirapuitã. La recolección de datos se realizó a partir de muestreos en transectos lineales en dos épocas del año. El análisis se basó en datos de riqueza, abundancia a nivel de especies y grupos funcionales, además de índices de diversidad, equitatividad y similitud. En verano se registraron 122 individuos de 11 familias en el ambiente sin pastoreo y 631 con 7 familias en el área con pastoreo. En invierno, se registraron 189 individuos de 9 familias sin pastoreo y 685 individuos de 11 familias con pastoreo. Las especies comunes encontradas en ambos ambientes fueron: *Desmodium incanum*, *Andropogon lateralis* y *Cuphea carthagenensis*. Según el índice de Simpson, la comunidad florística con mayor dominancia fue la que presentaba pastoreo estival, mientras que la que no presentaba pastoreo invernal fue la de mayor diversidad según Shannon-Weaver. El índice de equitatividad mostró que el régimen sin pastoreo estival presenta la mayor distribución de individuos. A partir de los resultados, es importante avanzar en otros estudios en la evaluación de la correlación entre las prácticas de manejo, su expresión florística y sus respectivos grupos funcionales existentes en el campo nativo.

Introdução

O bioma Pampa, exclusivo do Rio Grande do Sul, destaca-se como o único bioma brasileiro que se estende de forma abrangente por um único estado. Ocupa uma superfície de 193 mil km², representando 63% do território gaúcho e 2,1% do território nacional[1]. É conectado ao Uruguai, Argentina e Paraguai em paisagens que se caracterizam pelo predomínio de ambientes campestres entremeadas por matas ciliares, matas de encosta, matas de pau-ferro, formações arbustivas, butiazais, banhados e afloramentos rochosos[2].

Os ecossistemas naturais do bioma possuem diversidade única e, segundo[3] nos domínios do Pampa são registradas 3.642 espécies botânicas, pertencentes a 191 famílias e 1.108 gêneros[4]. Destacam que no Pampa há dominância de herbáceas e subarbustivas e domínio das famílias Poaceae e Asteraceae, formando um contínuo e determinando a fitofisionomia campestre na paisagem. Destacam ainda a presença de algumas espécies predominantes, dentre elas: *Aspilia montevidensis*, *Senecio selloi*, *Cereus hildmannianus*, *Frailea* sp., *Bulbostylis communis*, *Cyperus virens*, *Calydorea crocoides*, *Herbertia lahue*, *Adesmia latifolia*, *Desmodium incanum*, *Krapovickasia macrodon*, *Pavonia subrotunda*, *Nassella neesiana*, *Paspalum leptum*, *Glandularia marrubioides* e *G. peruviana*.

As comunidades bióticas dos ecossistemas do Pampa são resultantes da coevolução entre processos remotos, tal como o pastoreio de grandes mamíferos já extintos, o manejo antrópico da pecuária atual e as novas dinâmicas impetradas pelas mudanças climáticas[5]. A diversidade dos campos nativos é fonte para a regulação dos fluxos bióticos e abióticos na ecologia do território, o que faz com que necessitem ser estudadas em conjunto com outros sistemas de uso da terra, como as florestas e os cultivos[6]. Na dimensão de uma das principais famílias encontradas em campo nativo – Poaceae – faz-se importante ressaltar que esses ambientes são caracterizados pela coexistência de integrantes com dois tipos de metabolismo fotossintético, o C3 e C4. A diferença essencial entre as gramíneas C3 e C4 é que o mecanismo C4 se torna mais competitivo quando as condições ambientais são mais quentes e secas. Assim, as espécies C3 têm seu crescimento incrementado em condições frias, e as C4 aumentam sua biomassa em condições quentes. Nessa perspectiva, a variabilidade do climática, com aumento de intensidade e

frequências de eventos extremos, tem impacto direto no arranjo das comunidades florísticas e sua relação C3/C4 [7].

Destaca-se ainda, que o arranjo das comunidades florísticas nos campos nativos do Pampa responde a uma dinâmica de uso pela principal atividade econômica da região, a pecuária. [8] observou que em campo excluído de pastoreio há maior diversidade de grupos funcionais, provavelmente favorecidos pela ausência do pastoreio, o qual favoreceu as espécies lenhosas (arbustos e subarbustos), que ocorrem em menores proporções no campo pastejado. Segundo [9], o predomínio de gramíneas rasteiras no campo com pastoreio intenso, bem como a ausência delas no campo excluído de pastoreio indicam que o regime de pastoreio é fator determinante para a alteração da composição e da fitofisionomia dos campos nativos. Nesse sentido, o pastoreio provoca alterações imediatas na composição botânica, e o impacto da alteração da intensidade de pastoreio sobre a vegetação de uma pastagem nativa é mais significativo nas menores ofertas de forragem[10]. [11] avaliaram áreas de pastagem nativa no município de Pântano Grande em área ecotonal do Pampa e relataram que há uma maior riqueza de espécies nas áreas de ação do gado com baixa intensidade, contribuindo assim para a manutenção da diversidade florística.

A respeito da relação de uso de pastagens e sua comunidade florística, destaca-se o estudo realizado por [12], o qual relacionou o histórico de uso da terra, a estrutura das pastagens e a composição de espécies, e, com isso, compararam pastagens com longa história de pastoreio de gado, pastagens recuperadas da conversão para terras agricultáveis em áreas de preservação permanente (APP) e reserva legal (RL), bem como a pastagem submetida ao pastoreio intensivo no sul da Serra do Sudeste no Rio Grande do Sul. Os autores observaram semelhante riqueza de espécies na camada herbácea nos campos de APP e RL quando comparados aos sob manejo tradicional. Apesar da necessidade de mais estudos em relação ao impacto do histórico de uso dessas áreas, acredita-se que a maior altura da forragem contribui para a recuperação da biodiversidade dos campos nativos, aumenta a cobertura do solo e a biomassa radicular[13], como também a ressemeadura natural de espécies em prol de restauração ecológica[14].

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi analisar a diferença da composição florística entre uma área com o pastoreio de animais e outra área

excluída de pastoreio, em uma propriedade típica da região da Campanha gaúcha, localizada no interior da APA do Ibirapuitã, região do bioma Pampa.

Materiais e Métodos

Descrição da área de estudo

O presente trabalho foi realizado na APA do Ibirapuitã, unidade de conservação (UC) federal no bioma Pampa com 318.767 ha, localizada a sudoeste do Rio Grande do Sul (55°29'W a 55°53'W e 29°05'S a 30°51'S), envolvendo parte de quatro municípios e ecossistemas de treze sistemas ecológicos[15]. Convém destacar que o Pampa possui 2,7% do território representado por UC, e a APA do Ibirapuitã representa 93% desse total protegido[16].

De acordo com o [16] a latitude da região determina grandes variações sazonais do clima, com verões quentes e invernos rigorosos. O clima é subtropical cujos registros marcam uma temperatura média anual de 17,8°C, variando entre 23,7°C em janeiro e 12,7°C em julho, uma precipitação média anual entre 1.299 a 1.500 mm e uma umidade relativa média do ar de 71,6%[17, 18].

O estudo foi realizado no município de Santana do Livramento, no Rio Grande do Sul, localizado sobre duas regiões geológicas distintas. A primeira é composta pelo derramamento basáltico local onde encontra-se a região do trabalho, e a segunda tem a marca dos sedimentos gonduânicos e decomposição do escudo granítico rio-grandense, em virtude da ação de antiquíssimas geleiras, resultando finalmente em rochas areníticas[19]. Assim, o solo da área em estudo é caracterizado como neossolo litólico eutrófico fragmentário (unidade pedregal)[20], os conhecidos solos rasos ou campos de pedra. Nesses solos a vegetação campestre é submetida frequentemente à déficit hídrico no verão[21]. Segundo o levantamento agropecuário de 2020/2021 realizado pela[22], Santana do Livramento é o município com maior número de bovinos de corte do Estado do Rio Grande do Sul, com alta concentração de animais nos campos de pedra.

Coleta de dados florísticos

Para o referido estudo, foram avaliadas duas áreas de um hectare cada, uma isolada e excluída de pastoreio há 10 anos (30°28'55"S; 55°34'12"O), bem como uma contígua e aberta ao pastoreio (30°28'50"S; 55°34'92"O). A amostragem em campo se deu em duas temporadas de coleta de dados, uma no verão de 2021 e a outra no inverno de 2021 e foram denominadas SPV (sem pastoreio no verão), SPI (sem pastoreio no inverno), CPV (com pastoreio no verão) e CPI (sem pastoreio no inverno). Para o levantamento florístico, os métodos utilizados foram os de transecto linear associado ao método de parcelas[23], método unificado junto aos parceiros da Universidade da República do Uruguai, para análises comparativas futuras. Utilizaram-se três transectos lineares aleatórios com 64 m no sentido norte-sul, por área amostrada, com pastejo e sem pastejo, instalados com uma trena de 100 m. Com auxílio de um molde metálico posicionado no solo de maneira horizontal, em cada transecto foram instaladas sete parcelas de 0,5 m² (1 m x 0,5 m) nas distâncias de 1-2-4-8-16-32-64 m, visando à identificação das espécies presentes e contagem do número de indivíduos (Figura 1). A classificação das espécies em grupos funcionais foi adaptada de acordo com [24], onde as gramínoides compõem o grupo das gramíneas, ciperáceas e juncáceas; o grupo de subarbustos são os arbustos abaixo de 0,5 m; os arbustos são as formas de vida arbustivas com altura acima de 0,5 m; os bromioides são representados pelas bromélias, apiáceas, samambaias, e, por fim, as ervas, que são as não gramínoides, e outras formas de vida que não se enquadram nos demais grupos. Para essa amostragem em campo foi realizada a contagem manual dos indivíduos sendo que, para as espécies entouceiradas, cada touceira foi considerada um indivíduo. Para a identificação da estratégia fotossintética foi utilizado [24] e para a análise do grupo funcional utilizaram-se dados de [25] bem como [26] e [27].

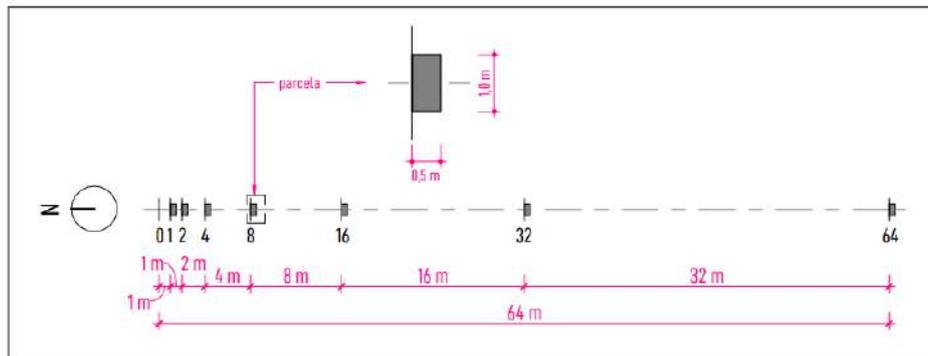


Figura 1 – Diagrama do transecto e parcelas amostrais utilizadas na coleta de dados florístico. Fonte: Autores (2021).

Análise dos dados

A análise estatística dos dados se deu por transecto e por época de coleta a partir do programa PAST 3.5 [28]. Todos os dados de mensuração da diversidade biológica foram baseados em [29]. Dessa forma, foram avaliados os dados de riqueza taxonômica, abundância de indivíduos por espécies e grupos funcionais. Foram realizadas as análises dos índices [30], [31] e de equidade de [32] a partir dos dados obtidos. A similaridade entre parcelas foi medida a partir do índice de Jaccard e Morisita-Horn.

Resultados e Discussões

Riqueza e abundância de espécies

Os resultados registraram um total de 1.632 indivíduos de 15 famílias e 39 espécies, sendo que 36 são nativas. É possível destacar que, de acordo as bases de dados da [26] e [27], bem como com [25], entre as nativas, 43,58% das espécies são classificadas com mecanismo C3 e 56,42% com C4, conforme pode-se observar na Tabela 1. A identificação da estratégia fotossintética salienta a época de desenvolvimento das espécies e, assim, identifica a estrutura forrageira nas épocas amostradas, além disso, oferece indicativos da composição da comunidade florística que sobrevive aos distúrbios do pastoreio.

Tabela 1 – Relação de espécies, grupos funcionais e estratégias fotossintéticas por estação do ano. Fonte: Autores (2022).
Legenda: SP = sem pastoreio; CP = com pastoreio; GP = grupo funcional [24]; EF = estratégia fotossintética [26][27] [25].

Família/Espécie	Verão		Inverno		GP	EF
	SP	CP	SP	CP		
POACEAE						
<i>Andropogon lateralis</i>	X	X	X	X	Graminoide	C4
<i>Piptochaetium montevidense</i>	X	X			Graminoide	C3
<i>Andropogon bicornis</i>	X				Graminoide	C4
<i>Piptochaetium uruguense</i>		X			Graminoide	C3
<i>Poa annua</i>		X	X	X	Graminoide	C3
<i>Paspalum notatum</i>			X		Graminoide	C4
<i>Saccharum angustifolium</i>			X		Graminoide	C4
<i>Calamagrotis viridiflavescens</i>			X		Graminoide	C3
<i>Eragrostis cataclasta</i>			X	X	Graminoide	C4
<i>Eragrostis plana</i>		X	X		Graminoide	C4

ASTERACEAE						
<i>Senecio pinnatus</i>	X	X			Subarbusto	C3
<i>Cirsium vulgare</i>	X				Erva	C3
<i>Pterocaulon polystachyum</i>	X	X			Erva	C4
<i>Acanthostyles buniifolius</i>	X		X		Arbusto	C4
<i>Baccharis coridifolia</i>		X	X	X	Subarbusto	C4
<i>Pluchea sagittalis</i>		X			Subarbusto	C4
<i>Bidens subalternans</i>		X			Erva	C4
<i>Urolepis hecatantha</i>		X			Erva	C4
<i>Austroeupatorium inulaefolium</i>			X		Arbusto	C4
<i>Gnaphalium satureioides</i>			X	X	Erva	C3
<i>Baccharis crispa</i>				X	Subarbusto	C4
<i>Picrosia cabreriana</i>			X		Erva	C3
FABACEAE						
<i>Desmodium incanum</i>	X	X	X	X	Erva	C3
<i>Trifolium polymorphum</i>			X	X	Erva	C3
SOLANACEAE						
<i>Solanum sisymbriifolium</i>			X	X	Arbusto	C3
<i>Physalis viscosa</i>	X				Erva	C4
EUPHORBIACEAE						
<i>Euphorbia spathulata</i>	X	X			Erva	C4
VERBENACEAE						
<i>Verbena gracilescens</i>	X		X		Erva	C3
PLANTAGINACEAE						
<i>Plantago major</i>					Erva	C3
<i>Plantago australis</i>	X				Erva	C3
LYTHRACEAE						
<i>Cuphea carthagenensis</i>	X	X	X	X	Erva	C4
ERIOCAULACEAE						
<i>Syngonanthus helminthorrhizus</i>	X				Erva	C4
ANACARDIACEAE						
<i>Schinus polygamus</i>	X		X		Arbusto	C4
LAMIACEAE						
<i>Hyptis suaveolens</i>	X				Subarbusto	C4
APIACEAE						
<i>Cyclospermum leptophyllum</i>		X			Bromioide	C3
<i>Eryngium horridum</i>		X		X	Bromioide	C4
OXALIDACEAE						
<i>Oxalis bipartita</i>		X			Erva	C3
RUBIACEAE						
<i>Galium noxium</i>			X		Erva	C4
DENNSTAEDTIACEAE						
<i>Pteridium arachnoideum</i>			X		Bromioide	C3

Na perspectiva do número de indivíduos por estação do ano amostradas nos três transectos por área amostrada, o Gráfico 1 demonstra que o tratamento sem pastoreio teve o registro de 122 indivíduos no verão (SPV) e 188 no inverno

(SPI), e com pastoreio, 624 (CPV) e 698 (CPI), respectivamente. As espécies *A. lateralis*, *D. incanum* e *C. carthagenensis* estiveram presentes em todos os regimes amostrados.

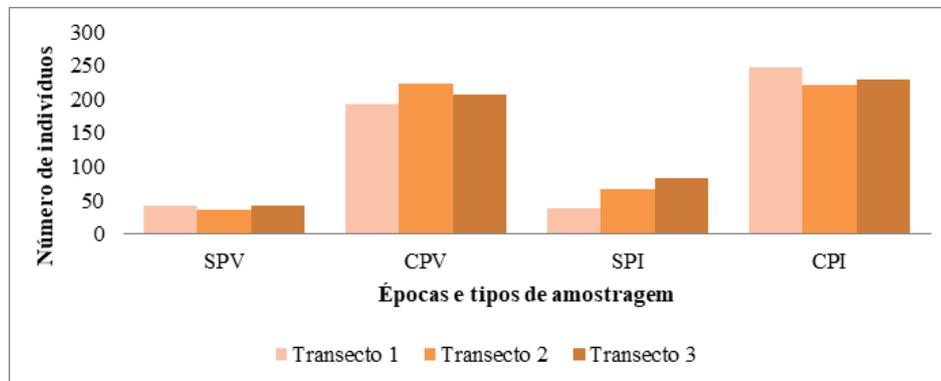


Gráfico 1 – Síntese do número de indivíduos amostradas em áreas com e sem pastejo no inverno e verão. Fonte: Autores (2022).
Legenda: SPV = sem pastejo no verão; CPV = com pastejo no verão; SPI = sem pastejo no inverno; CPI = com pastejo no inverno.

A compilação dos dados registrou no verão um total de 16 espécies em regime sem pastoreio e 18 em regime com pastoreio, enquanto que no inverno foram 19 espécies em regime de exclusão de pastoreio e 11 no regime de pastoreio intensivo. Dentre esses resultados, ressalta-se que sete espécies de verão foram registradas em comum nos regimes com e sem pastoreio, que, em ordem decrescente de abundância, foram: *A. lateralis*, *P. montevidense*, *S. pinnatus*, *P. polystachyum*, *D. incanum*, *E. spathulata*, *C. carthagenensis*. No inverno foram nove espécies em comum, e, em ordem decrescente de abundância, destacam-se: *A. lateralis*, *P. annua*, *E. cataclasta*, *B. coridifolia*, *G. satureioides*, *T. polymorphum*, *S. sisymbriifolium* e *C. carthagenensis*. E, se compararmos as espécies em comum em regime sem pastoreio no verão e inverno foram: *A. lateralis*, *A. buniifolius*, *D. incanum*, *C. carthagenensis*, e *S. polygamus*, e em regime com pastoreio, *A. lateralis*, *P. annua*, *B. coridifolia*, *D. incanum*, *C. carthagenensis* e *E. horridum*.

No contexto das espécies forrageiras utilizadas no território, o estudo ressalta 13 espécies, sendo elas: *A. lateralis*, *P. montevidense*, *A. bicornis*, *P. uruguense*, *P. annua*, *P. notatum*, *S. angustifolium*, *C. viridiflavescens*, *E. cataclasta*, *E. plana*, *D. incanum*, *T. polymorphum* e *O. bibartita*, pertencentes às famílias Poaceae, Fabaceae e Oxalidaceae. Tais espécies são graminoides e ervas, as quais entendemos que sejam

os grupos mais desejados pelos animais ao pastoreio devido à nutrição, palatabilidade e proporção folhosa. Nesse conjunto, destaca-se a espécie exótica invasora *E. plana*, que, apesar de ser palatável ao gado quando jovem, no início da brotação vegetativa, em sua fase adulta ela se torna fibrosa, não palatável e não pastejada pelos animais. É uma espécie preocupante pois, ao ocupar espaços anteriormente ocupados por espécies nativas, compete com as demais espécies nativas do campo nativo, diminuindo a diversidade florística. Nesse sentido, apesar de neste estudo apenas 0,12% do arranjo florístico ter sido representado por esta espécie, em função da sua alta capacidade de invasão, deve-se promover o manejo da pressão de pastoreio no decorrer do ano, visando o seu controle e a promoção de uma comunidade de espécies forrageiras nativas.

No contexto da análise da frequência relativa dessas espécies forrageiras, destaca-se que a espécie mais frequente nos regimes SPV e SPI foi *A. lateralis* (35% e 22,3%), em CPV foi *O. bipartita* (21,7%) e CPI foi *T. polymorphum* (37,1%). Nesse sentido, a maior frequência registrada de *A. lateralis* em SPV e SPI corrobora dados anteriores de que é uma gramínea dominante nos campos nativos do Pampa bem como apresenta boa qualidade e consumo voluntário pelos animais[25]. No regime CPI, ao ser identificada uma maior frequência da leguminosa *T. polymorphum*, destaca-se que, de fato, há outros registros de que

é uma espécie de boa qualidade nutricional para o gado [32], e que, segundo [33], está relacionada a melhor qualidade química de solos de origem basáltica. E, no regime de CPV, a espécie encontrada em maior quantidade foi *O. bipartita*.

Dinâmica dos grupos funcionais

Com relação aos grupos funcionais nos tratamentos avaliados, no Gráfico 2, abaixo, podemos

verificar a frequência absoluta por grupo funcional. Em regime com pastoreio a maior frequência foi de brominoides e arbusto e os grupos de subarbustos, graminoides e ervas tiveram uma distribuição mais equilibrada dos indivíduos nos diferentes regimes de manejo. Sob a perspectiva percentual, ao englobar todos os tratamentos, os dados mostram que 47,9% são do grupo das ervas; 42,3% de graminoides; 2,5% de subarbustos; 4,7% de arbustos, 2,9% de brominoides e 0,25% de samambaia.

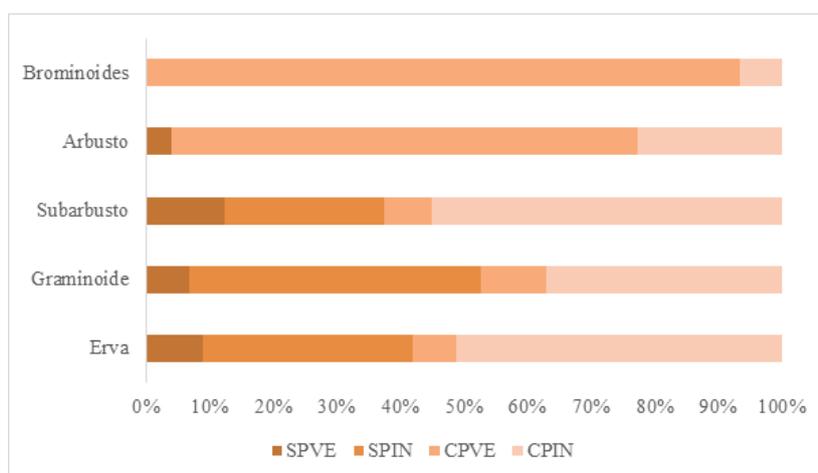


Gráfico 2 – Distribuição de frequência dos grupos funcionais da comunidade florística nas duas estações do ano por tratamento. Fonte: Autores (2022).

Legenda: SPV = sem pastejo no verão; CPV = com pastejo no verão; SPI = sem pastejo no inverno; CPI = com pastejo no inverno.

A partir dos dados apresentados anteriormente, destaca-se que os dois grupos mais abundantes – ervas e graminoides – representam mais de 90% da comunidade avaliada, conforme pode ser observado no Gráfico 3. Destaca-se também que as espécies de ervas, graminoides e subarbustos que estavam presentes tanto no inverno quanto no verão são *D. incanum*, *V. gracilescens*, *C. carthagenensis*, *A. lateralis*, *P. annua*, *E. plana*, *B. coridifolia*. As espécies de arbustos *A. buniifolius* e *S. polygamus* estavam presentes no verão e inverno, e *A. inulaefolium* e *S. sisymbriifolium*, somente no inverno. Da mesma forma, a brominoide coletada apenas no verão é o *C. leptophyllum*, e, em comum nas duas estações, o *E. horridum*. A única espécie

de samambaia identificada se encontrava na estação inverno, que foi identificada como *P. arachnoideum*.

Da mesma forma que a alimentação humana deve ser diversificada na perspectiva da qualidade da produção animal, a diversidade florística é essencial para sustentar a produtividade, estabilidade e sustentabilidade. Nessa perspectiva, o manejo do campo nativo se torna estratégico quando queremos que as espécies de importância forrageira estejam presentes em diversidade e abundância na comunidade ecológica. Dessa forma, os conhecimentos dos grupos funcionais são uma ferramenta de manejo. Assim, [34] registrou 274 espécies botânicas em sete grupos funcionais (45,5% de ervas) em solos basálticos no Uruguai e [35] ao avaliar duas áreas sob pressão de pastoreio no Rio

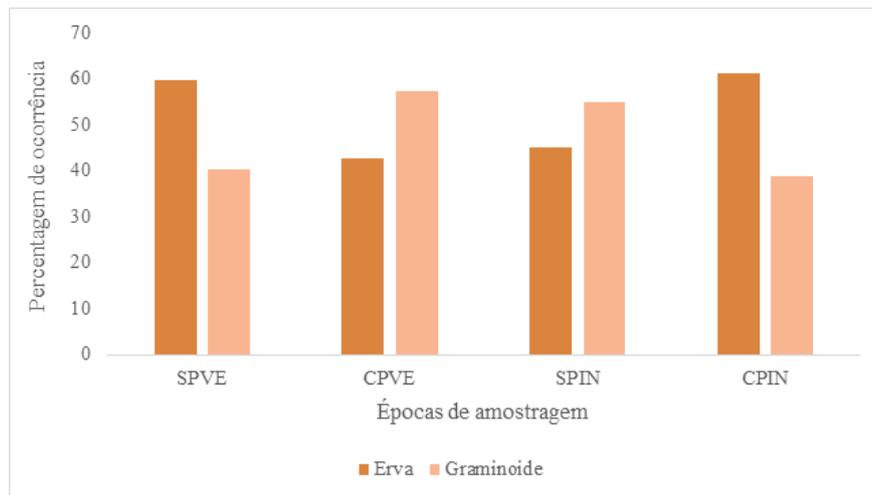


Gráfico 3 – Frequência absoluta dos grupos funcionais mais abundantes por regime. Fonte: Autores (2022).

Legenda: SPV = sem pastejo no verão; CPV = com pastejo no verão; SPI = sem pastejo no inverno; CPI = com pastejo no inverno.

Grande do Sul onde, na região sudoeste registrou 40,4% de herbáceas dentre 343 espécies identificadas, e, na porção central, 72,26% foi de espécies do mesmo grupo funcional (ervas) dentre 295 registros botânicos. O presente estudo apresentou uma riqueza menor do que os resultados apresentados pelos autores citados, contudo, os dados de maior frequência de herbáceas (ervas + graminoides) são corroborados. Destaca-se a hipótese de uma correlação entre a pressão de pastejo e o arranjo da comunidade florística, favorecendo ou não a presença de espécies de qualidade forrageira.

Na dimensão das espécies exóticas, [12] identificaram um total de 516 espécies na Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul, de modo que 29 espécies herbáceas eram exóticas, sendo as invasoras: *Cynodon dactylon*, *E. plana* e *C. vulgare*. Em estudos realizados em Pântano Grande (RS), os autores destacaram três invasoras exóticas: *C. dactylon*, *E. plana* e *Hovenia dulcis*[11]. Como mencionado, no presente estudo foram identificadas três espécies exóticas: *E. plana*, *C. vulgare* e *S. helminthorrhizus*, sendo *E. plana* considerada invasora. Das espécies nativas consideradas indesejáveis pelos produtores rurais nas pastagens naturais do Rio Grande do Sul, as de maior expressão são: *Baccharis trimera*, *Eupatorium buniifolium*, *Vernonanthura nudiflora*, *B. coridifolia*, *S. brasiliensis* e *E. horridum*[36]. Assim,

as espécies exóticas, especialmente as invasoras, e as espécies nativas indesejadas devem ser muito bem conhecidas para que o manejo do campo nativo possa privilegiar um arranjo florístico de nativas de qualidade forrageira.

Análise da diversidade

Na Tabela 2 se expressam os dados sobre diversidade, riqueza e equitabilidade entre as áreas estudadas. Como se pode observar, tem-se uma variação grande de número de indivíduos encontrados entre as áreas no verão e inverno. Com relação à riqueza, os dados das parcelas com pastoreio no inverno registraram o menor número de espécies. Ao avaliar os índices de diversidade, o índice de Simpson demonstra que a comunidade florística com pastoreio no verão tem maior dominância e menor diversidade, e, o com pastoreio no inverno obteve a menor abundância, comparado com as outras avaliadas. De outro lado, o índice de Shannon, o qual dá maior peso à riqueza de espécies do que para a abundância, demonstrou que a comunidade sem pastoreio no inverno registrou a maior diversidade. Quanto ao índice de equitabilidade, o presente estudo demonstra uma maior homogeneidade de distribuição das abundâncias entre as espécies no regime sem pastoreio no verão.

Tabela 2 – Análise da diversidade em campo nativo com e sem pastoreio. Fonte: Autores (2022).

Legenda: S = riqueza; N = número de indivíduos; D = índice de Simpson; H' = índice Shannon; J' = índice de Pielou).

	N	S	Simpson (D)	Shannon (H')	Equitabilidade (J')
SPV	122	18	0.169	2.270	0.8033
CPV	624	16	0.125	2.298	0.7949
SPI	188	19	0.142	2.330	0.7912
CPI	698	11	0.226	1.760	0.7341

Em estudo realizado por [37], registrou-se um total de 252 espécies identificadas em 25 km² nas pradarias de solo raso no município de Quaraí, o índice Shannon resultou em 2,51, e para Equabilidade em 0,74. [38], ao analisarem áreas com e sem pastoreio de animais nos campos do Rio da Prata no Uruguai, atestaram para o índice Shannon 3,59 e 3,03 e Equabilidade com 0,918 e 0,856, respectivamente. [39] avaliaram áreas em Eldorado do Sul de alta intensidade de pastoreio e moderada, concluíram que os valores de Equabilidade foram de 0,996 e 0,997, com alta e baixa intensidade. Assim como os índices de riqueza, os índices de diversidade são pouco dependentes do esforço amostral, ao menos aqueles que dão pouco peso para riqueza de espécies, ou seja, com amostras relativamente pequenas, podemos obter um valor de diversidade

que mudará pouco conforme aumentamos o esforço amostral[29].

Na Tabela 3, apresentam-se os índices de diversidade beta, Jaccard e Morisita-Horn. Ao observar Jaccard, podemos perceber que entre SPI e CPI há 42,86% de similaridade entre as comunidades florísticas estudadas. Ao observar Morisita-Horn, o qual, além da inclusão dos dados sobre presença e ausência das espécies, inclui a ponderação sobre suas abundâncias, a similaridade registrada também é entre os mesmos regimes e estação do ano apontado em Jaccard (SPI e CPI), contudo mais significativo, registrando 65,75% de similaridade entre as espécies dentro da comunidade. Nesse sentido, os índices Jaccard e Morisita-Horn avaliaram todos os regimes e concordam que os regimes mais diversos e semelhantes são o CPI e o SPI.

Tabela 3 – Índice de Jaccard e Morisita-Horn, abaixo de 0,00 Jaccard e a acima Morisita. Fonte: Autores (2022).

	SPV	CPV	SPI	CPI
SPV	0,00	53,99	37,74	35,04
CPV	25,93	0,00	33,71	36,36
SPI	16,67	19,35	0,00	65,71
CPI	12,50	26,09	42,86	0,00

Assim, é válido destacar que os índices de diversidade em comunidades possuem relação direta com o manejo aplicado. Nesse sentido, [35] relata que no campo com pastoreio intenso predominam, em termos de abundância, as gramíneas prostradas, enquanto que no campo com exclusão de pastoreio predominam as gramíneas eretas, já no campo com

pastoreio moderado, gramíneas eretas e, com menor participação, espécies prostradas. Para comunidades florísticas em campo nativo, é importante um arranjo equilibrado entre gramíneas prostradas que atuam na cobertura do solo, bem como as eretas de porte mais alto, que auxiliam na diversificação de nichos[40]. A alta capacidade competitiva das gramíneas, arbustos

e espécies exóticas invasoras são uma ameaça para a maioria das espécies raras, ameaçadas e endêmicas encontradas na região onde não há manejo adequado, pois, em longo prazo, a baixa intensidade de pastoreio e, ainda mais, a ausência de pastoreio pode ser prejudicial para a manutenção da biodiversidade[12].

Conclusões

O principal subsídio para o manejo do campo é a leitura do campo e das espécies, como também a desintensificação da carga animal e a prática de diferimento de áreas. O manejo do campo nativo deve permitir uma avaliação das espécies presentes e sua distribuição para que haja ressemeadura natural das espécies desejáveis e para combater as espécies invasoras indesejáveis. Os regimes que apresentaram maior riqueza de espécies no inverno e verão foram os sem pastoreio, o que demonstra a resiliência de espécies nativas no local de estudo, bem como, a necessidade de interrupção do pastejo em épocas estratégicas. Os regimes com maior número de indivíduos foram os com pastoreio de animais, no inverno com 698 indivíduos e 624 indivíduos no verão.

As espécies *A. lateralis*, *D. incanum* e *C. carthagenensis* estiveram presentes em todos os regimes amostrados devido às suas características de se adaptarem mais ao distúrbio do pastoreio de animais. A comunidade com menor diversidade ocorreu em regime com pastoreio no inverno, enquanto a maior diversidade foi observada em regime sem pastoreio no inverno. Esse dado de diversidade corrobora a indicação de que o diferimento é o manejo adequado para o campo nativo visando aliar produção e conservação.

Algumas das espécies se apresentaram em ambas as estações, pois expuseram ciclo de vida longo e resistência ao pastoreio – das quais são três gramíneas, três ervas, dois arbustos, um subarbusto e uma bromínoide. Os grupos de subarbustos, gramíneas e ervas tiveram uma melhor distribuição dos indivíduos nos dois regimes estudados, e o maior número de representantes bromínoides e arbustos foram registrados em regimes com pastoreio. Essa realidade se deve a pressão de pastoreio intensivo, em que os animais selecionam as espécies mais desejáveis, espécies de gramíneas e ervas, e esse distúrbio faz com que haja uma dominância de espécies mais grosseiras e indesejáveis ao pastoreio.

O manejo do campo é uma tecnologia barata e deve ser realizada para que as espécies de valor forrageiro tenham mais chance de disponibilizar todo seu potencial, não comprometendo a perpetuação das espécies que necessitam de ressemeadura natural. Da mesma maneira, a diversidade de espécies deve ser considerada positivamente em ambas as estações devido aos serviços ecossistêmicos oferecidos. Embora este trabalho tenha sido realizado em duas estações, mais estudos devem ser realizados nas demais estações do ano, e em um período mais ampliado, a fim de se investigar espécies raras, suas potencialidades, a produção de sementes, germinação e efetividade da disseminação.

Agradecimentos

Ao Programa de Iniciação Científica da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul.

Referências

1. Hasenack H et al. Delimitação biofísica de sistemas ecológicos campestres no Estado do Rio Grande do Sul, sul do Brasil. *Iheringia. Sér. Botânica*. 2023 Feb; 78: 1-11. doi: <https://doi.org/10.21826/2446-82312023v78e2023001>
2. Steigleder AM. A proteção jurídica do Bioma Pampa. In: Filho AT, Winckler LT. *Anais do I Congresso sobre o Bioma Pampa: Reunindo saberes*. Pelotas: Ed. UFPel; 2020. p. 177-96.
3. Andrade BO et al. 12,500+ and counting: biodiversity of the Brazilian Pampa. *Frontiers of Biogeography*. 2023; 15(3): 1-14. doi: <http://dx.doi.org/10.21425/F5FBG59288>.
4. Boldrini II, Overbeck GE, Trevisan R. Biodiversidade de plantas. In: Pillar VDD, Lange O. *Os Campos do Sul. Rede Campos Sulinos*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre; 2015. p. 53-6.
5. Kuplich TM, Martin EV. Identificação de tipologias da vegetação campestre e o uso de imagem Thematic Mapper (Landsat 5) na região dos Campos de Cima da Serra, Bioma Mata Atlântica. *Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*; 25-30 abr 2010; Natal: INPE; 2009. p. 2769-75.
6. Nabinger C et al. Manejo pecuário e conservação do campo nativo. In: Filho AT, Winckler LT. *Anais do I Congresso sobre o Bioma Pampa: Reunindo saberes*. Pelotas: Ed. UFPel; 2020. p. 44-61.

7. Lattanzi, FA. C3/C4 grasslands and climate change. *Grassland Science in Europe. Grassland Science in Europe*. [Internet]. 2010 [cited in 2021 November 02]; 15: 3-13. Available from: <https://mediatum.ub.tum.de/doc/997834/document.pdf>
8. Boldrini II. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: Pillar VDP et al. *Campos Sulinos: conservação e uso sustentável*. Brasília: MMA; 2009. p. 63-77.
9. Overbeck GE et al. Os Campos Sulinos: um bioma negligenciado. In: Pillar VDP et al. *Campos Sulinos: conservação e uso sustentável*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Brasil; 2009. p. 26-41.
10. Soares AB et al. Dinâmica da composição botânica numa pastagem natural sob efeito de diferentes ofertas de forragem. *Ciência Rural*. 2011; 41(8): 1459-65. doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011000800026>
11. Caumo M et al. Grassland community structure in Permanent Preservation Areas associated with forestry and livestock in the Pampa biome, Southern Brazil. *South African Journal of Botany*. 2021 July; 139: 442-48. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.03.001>
12. Torchelsen FP et al. Conservation of species-rich subtropical grasslands: traditional management vs. legal conservation requirements in primary and secondary grasslands. *Acta Bot. Bras.* 2020; 34(2): 342-51. doi: <https://doi.org/10.1590/0102-33062019abb0306>
13. Ruggia A et al. The application of ecologically intensive principles to the systemic redesign of livestock farms on native grasslands: A case of co-innovation in Rocha, Uruguay. *Agricultural Systems*. 2021 June; 191: 1-13. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103148>
14. Gazzola MD. Semeando a restauração ecológica: Semeadura direta de espécies florestais na transição Pampa – Mata Atlântica [tese]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria Brasil; 2021. 72 f.
15. Hasenack H et al. Mapa de sistemas ecológicos da ecorregião das Savanas Uruguaias em escala 1:500.000. Porto Alegre: UFRGS; 2010.
16. Governo do Estado do Rio Grande do Sul [Homepage na Internet]. Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul [citado em 3 nov. 2022]. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/inicial>
17. Matzenauer R, Radin B, Almeida IR. Atlas Climático: Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura Pecuária e Agronegócio; 2011.
18. Wrege MS et al. Atlas Climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; 2011.
19. Ferreira JP. Enciclopédia dos municípios brasileiros. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 1959.
20. Streck EV et al. Solos do Rio Grande do Sul. 3a. ed. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar; 2018. p. 251.
21. Overbeck GE et al. Fisionomia dos campos. In: Pillar VDP, Lange O. *Os Campos do Sul*. Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos, UFRGS; 2015. p. 31-42.
22. Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação [Homepage da Internet]. Informações Agropecuárias. [citado em 9 nov. 2022]. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/informacoes-agropecuarias>
23. Artigas RC, Del Olmo FD. Muestreo en transecto de formaciones vegetales de fanerófitos y caméfitos (I): Fundamentos metodológicos. *Estudios Geograficos*. 2013; 74(274): 67-88. doi: <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201303>
24. Uehara-Prado M. Relatório final com detalhamento minucioso dos protocolos e desenho amostral validados dos alvos e indicadores do monitoramento. Brasília: PROJETO PNUD BRA/08/023; 2019.
25. Nabinger C, Dall'Agnol M. Guia para reconhecimento de espécies dos campos sulinos. [Internet]. Brasília: IBAMA; 2019. [citado em 10 dez. 2022]. Disponível em: file:///C:/Users/Cliente/Downloads/Guia_de_especies_dos_campos_Sulinos_Ibama.pdf
26. Flora del Cono Sur. Instituto de Botánica Darwinion. [homepage da Internet]. [citado em 1 nov. 2022]. Disponível em: <http://conosur.floraargentina.edu.ar/>
27. Flora e Funga do Brasil. [Homepage da Internet]. Programa Re flora [citado em 1 nov. 2022]. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>
28. Øyvind H. Museu de História Natural. Oslo: Universidade de Oslo; 2019.
29. Magurran AF. Medindo a diversidade biológica. Paraná: Editora UFPR; 2004.
30. Shannon C, Weaver W. The mathematical theory of communication. Champaign: University of Illinois Press; 1949.
31. Simpson EH. Measurement of diversity. *Nature*. 1949 April; 163: 688-88. doi: <https://doi.org/10.1038/163688a0>
32. Pielou EC. An introduction to mathematical ecology. New York: John Wiley; 1969.
33. Rovedder AP. Bioma Pampa: relações solo-vegetação e experiências de restauração. In: Stehmann JR et al. *Anais do 64º Congresso Nacional de Botânica: botânica sempre viva e XXXIII ERBOT Encontro Regional de Botânicos MG, BA e ES*. Belo Horizonte: Sociedade Botânica do Brasil; 2013. p. 46-53.

34. Huerta FL. Las comunidades herbáceas de um area de pastizales naturales de la región basáltica, Uruguay [tese]. Uruguay: Universidad de la República; 2005. 64 f.
35. Freitas EM. Campos de solos arenosos do sudoeste do Rio Grande do Sul: aspectos florísticos e adaptativos [tese]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2010. 171 f.
36. Nabinger C et al. Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In: Pillar VDP et al. Campos Sulinos: conservação e uso sustentável. Brasília: MMA; 2009. p. 175-98.
37. Menezes LS et al. Reference values and drivers of diversity for South Brazilian grassland plant communities. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*. [Internet]. 2022 [cited in 2022 September 26]; 94(1): 1-20. Available from: <https://www.scielo.br/j/aabc/a/Tx8kBfnvSXSkNMJMZHsGYGC/abstract/?lang=en>
38. Altesor A et al. Effect of grazing on community structure and productivity of a Uruguayan grassland. *Plant Ecol*. 2005 July; 179: 83-91. doi: <https://doi.org/10.1007/s11258-004-5800-5>
39. Filho JCRA et al. Padrões de diversidade vegetal em campo nativo com longo histórico de pressões de pastoreio contrastante. In: Filho JCRA. Dinâmica vegetacional de campo nativo com históricos de manejo contrastantes, submetido a diferimento. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2013. p. 26-54.
40. Maraschin GE. Production potential of South America grasslands. In: Gomide JA, Mattos WRS, Silva SCD. International Grassland Congress took place in São Pedro. São Paulo: FEALQ; 2001. p. 5-15.

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo

n.1, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaelectronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886



Contribuição do Parque Estadual da Ilha do Cardoso – Cananéia/SP no alcance de metas dos objetivos de desenvolvimento sustentável

Raissa Razera^{1*}

 <https://orcid.org/0000-0003-2140-1316>

* Contato principal

Edison Rodrigues do Nascimento²

 <https://orcid.org/0000-0003-0207-046X>

Emily Toledo Coutinho²

 <https://orcid.org/0000-0002-6412-4876>

Iolanda Cristina Silveira Duarte³

 <https://orcid.org/0000-0002-9141-1010>

¹ Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/ESALQ, Universidade de São Paulo/USP, Brasil. <raissa.razera@usp.br>.

² Parque Estadual da Ilha do Cardoso/Fundação Florestal, Brasil. <edison.nascimento@fflorestal.sp.gov.br, emilytcoutinho@gmail.com>.

³ Universidade Federal de São Carlos/UFSCar, Campos Sorocaba, Brasil. <iolanda@ufscar.br>.

Recebido em 07/06/2022 – Aceito em 06/02/2024

Como citar:

Razera R, Nascimento ER, Coutinho ET, Duarte ICS. Contribuição do Parque Estadual da Ilha do Cardoso – Cananéia/SP no alcance de metas dos objetivos de desenvolvimento sustentável. *Biodivers. Bras.* [Internet]. 2024; 14(1): 133-151. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i1.2287

Palavras-Chave: PEIC; Agenda 2030; ODS.

RESUMO – Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são pautados em uma agenda mundial adotada durante a Cúpula das Nações Unidas em 2015. A agenda é composta de 17 objetivos e 175 metas a serem atingidos até 2030. O Parque Estadual da Ilha do Cardoso é uma unidade de conservação de proteção integral, que compõe a maior área contínua de Mata Atlântica do Brasil e exerce considerável contribuição para a conservação ambiental brasileira. Nessa unidade residem comunidades tradicionais caiçaras e indígenas que desenvolvem atividades como ecoturismo de base comunitária e pesca artesanal. A hipótese do presente estudo é que o PEIC contribui para o alcance nacional das metas dos ODS, através de suas atividades exercidas. O objetivo desta pesquisa foi analisar as atividades desenvolvidas pelo PEIC e relacioná-las com as metas dos ODS. A análise revelou uma contribuição de 40,6% das metas dos ODS, abrangendo as três dimensões da sustentabilidade: ambiental, social e econômica. Dessa contribuição, as comunidades tradicionais estão relacionadas com 38,6% das metas. O ODS 15 (vida terrestre) foi o único em que o PEIC cumpre todas as metas propostas. A dimensão ambiental foi a de maior número de metas abrangidas. Esses resultados destacam o Parque Estadual da Ilha do Cardoso como um importante ator no avanço das metas globais de sustentabilidade, integrando comunidades locais, preservando a biodiversidade e auxiliando no alcance das metas dos ODS.

Contribution of the Ilha do Cardoso State Park – Cananéia/SP in achieving sustainable development goals targets

Keywords: Ilha do Cardoso State Park; 2030 Agenda; SDG.

ABSTRACT – The Sustainable Development Goals (SDGs) stem from a global agenda adopted during the United Nations Summit in 2015. This agenda comprises 17 objectives and 175 targets to be achieved by 2030. The Ilha do Cardoso State Park (ICSP) is a Strict Nature Reserve, part of the largest continuous Atlantic Forest area in Brazil, and significantly contributes to Brazilian environmental conservation. Within this protected area, traditional Caçara and indigenous communities reside, engaging in activities such as community-based ecotourism and artisanal fishing. This study hypothesized that ICSP contributes to the national achievement of SDG targets through its implemented activities. The research aimed to analyze ICSP's activities and correlate them with SDG targets. The analysis revealed a 40.6% contribution to the SDG targets, spanning all three dimensions of sustainability: environmental, social, and economic. Within this contribution, traditional communities were associated with 38.6% of the targets. Notably, ICSP fulfills all proposed targets under SDG 15 (Life on Land). The environmental dimension encompassed the highest number of achieved targets. These findings underscore the Ilha do Cardoso State Park's role as a significant player in advancing global sustainability objectives, integrating local communities, preserving biodiversity, and aiding in the attainment of SDG targets.

Contribución del Parque Estatal Ilha do Cardoso – Cananéia/SP al logro de las metas de los objetivos de desarrollo sostenible

Palabras clave: Parque Estatal Isla del Cardoso; Agenda 2030; ODS.

RESUMEN – Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se basan en una agenda mundial adoptada durante la Cumbre de las Naciones Unidas en 2015. Esta agenda está compuesta por 17 objetivos y 175 metas que deben alcanzarse para 2030. El Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC) es una Unidad de Conservación (UC) de Protección Integral, que forma parte de la mayor área continua de Mata Atlántica en Brasil y contribuye considerablemente a la conservación ambiental en el país. En esta UC residen comunidades tradicionales caçaras e indígenas que desarrollan actividades como ecoturismo de base comunitaria y pesca artesanal. La hipótesis de este estudio es que el PEIC contribuye al logro de las metas nacionales de los ODS mediante sus actividades. El objetivo de esta investigación fue analizar las actividades desarrolladas por el PEIC y relacionarlas con las metas de los ODS. El análisis reveló una contribución del 40,6% a las metas de los ODS, abarcando las tres dimensiones de la sostenibilidad: ambiental, social y económica. De esta contribución, las comunidades tradicionales están relacionadas con el 38,6% de las metas. El ODS 15 (Vida de Ecosistemas Terrestres) fue el único en el que el PEIC cumplió todas las metas propuestas. La dimensión ambiental fue la que abarcó el mayor número de metas. Estos resultados destacan al Parque Estadual da Ilha do Cardoso como un actor importante en el avance de las metas globales de sostenibilidad, integrando a las comunidades locales, preservando la biodiversidad y ayudando a alcanzar los objetivos de los ODS.

Introdução

Em setembro de 2015, durante a sessão da Assembleia Geral das Nações Unidas, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram proclamados, representando uma agenda global composta por 17 objetivos e 169 metas a serem alcançados até o ano de 2030. Os ODS constituem uma diretriz estratégica abrangente e multissetorial que visa promover o desenvolvimento econômico, social e ambiental de maneira sustentável em todo o mundo[1]. A partir do Marco de Parceria das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável, o Brasil assumiu e passou a contribuir para o alcance de metas juntamente com os demais estados-membros da ONU[2]. Em 2018, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) lançou uma proposta de adequação das metas para a realidade nacional, passando de 169 metas em nível mundial para 175 metas nacionais[3].

O conceito de sustentabilidade que se deseja atingir com os ODS possui um caráter multidimensional, propondo o avanço das dimensões social, econômica, ética, ambiental e jurídica-política, sendo todas as dimensões entrelaçadas e de igual valor[4]. Nesse sentido, o Brasil buscou conjugar a conservação ambiental com a geração de emprego e renda, além de fortalecer e expandir em número e extensão territorial as unidades de conservação (UCs), para o alcance das metas dos ODS[5].

O Brasil possui 2.859 UCs em todo seu território terrestre e marinho[6]. Cada UC desempenha inúmeras atividades que podem estar relacionadas com os ODS da Agenda 2030, sendo a conservação ambiental um ponto chave para o alcance dos ODS[7]. Assim, a análise do quanto as UCs já contribuem para o cumprimento dos ODS se faz essencial, tanto para indicar o nível de contribuição das UC para o alcance das metas em nível nacional, quanto para ressaltar a importância da sua existência[8].

Dentre tantas UCs brasileiras, destaca-se o Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), localizado no litoral Sul do estado de São Paulo, na região central do complexo estuarino-lagunar de Iguape-Cananéia e Paranaguá. Sua abrangência territorial é de, aproximadamente, 13.600 ha, onde é possível encontrar todos os tipos de vegetação de Mata Atlântica costeira[9]. Além disso, integra a Zona Núcleo da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, bem como o Sítio do Patrimônio Natural Mundial reconhecido pela UNESCO, sendo considerada uma área prioritária para conservação ambiental [10].

Além da relevante importância do PEIC para a conservação da biodiversidade, o parque estadual – que se enquadra na categoria do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) como uma UC de proteção integral[11] – possui como particularidade a residência de comunidades tradicionais. Embora, segundo o SNUC, as comunidades tradicionais não devam residir em um parque estadual, a realidade é marcada por uma coexistência complexa[12].

Nesse cenário, sete comunidades caiçaras e três aldeias indígenas encontraram maneiras engenhosas de viver dentro das restrições do parque, equilibrando suas práticas tradicionais de pesca com atividades turísticas. Sua presença e modos de subsistência são intrinsecamente ligados ao turismo sustentável e à pesca, proporcionando um exemplo intrigante de como as comunidades tradicionais podem se adaptar mesmo em ambientes regulamentados pela conservação ambiental[13][14][15].

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi analisar as atividades desenvolvidas no PEIC, tanto no âmbito da gestão da UC, quanto nas ações desenvolvidas em conjunto com as comunidades tradicionais, e relacioná-las com as metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Buscando rejeitar ou aceitar a hipótese de que essa área protegida está contribuindo, em nível local, para o alcance das metas em nível nacional, abrangendo as três dimensões da sustentabilidade: ambiental, social e econômica.

Material e Métodos

Metodologia de diagnóstico das atividades relacionadas com as metas dos ODS

Para alcançar os objetivos desta pesquisa, as etapas de metodologia foram divididas em quatro fases distintas e interligadas: reuniões de discussão, levantamento bibliográfico e documental, reuniões de análise e reflexão e elaboração visual dos resultados. A primeira fase consistiu em reuniões de discussão entre os membros da equipe técnica (formados pela gestão do PEIC e pesquisadores), com o intuito de listar as atividades do parque com as metas estabelecidas pelos ODS (Tabela 1). Durante essas reuniões, foram realizadas reflexões sobre a relação entre o PEIC e cada uma das 175 metas dos ODS, classificando essa relação como direta, indireta, parcial ou não se aplica.

Tabela 1 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável[3].

1	Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares.
2	Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável.
3	Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades.
4	Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos.
5	Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas;
6	Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos.
7	Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos.
8	Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo, e trabalho decente para todos e todas.
9	Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.
10	Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles.
11	Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.
12	Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.
13	Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos.
14	Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.
15	Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.
16	Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis.
17	Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.

Devido à extensa lista das 175 metas dos ODS, utilizamos apenas a citação numérica da meta e uma breve explicação do tema geral que a meta engloba. Todas as metas na íntegra podem ser consultadas na referência[3], documento proposto pelo IPEA, que propõe a adequação das metas, em nível nacional, dos ODS.

Na segunda fase, foi conduzido o levantamento bibliográfico e documental, incluindo materiais acadêmicos, relatórios governamentais e registros do próprio parque. Esse processo visou validar e fundamentar as discussões realizadas durante as reuniões. A terceira fase da metodologia envolveu reflexão sobre as informações coletadas nas reuniões e no levantamento bibliográfico. Nesse estágio, a equipe analisou criticamente as relações entre as atividades do PEIC e as metas dos ODS, identificando padrões e lacunas. Finalmente, na quarta fase, os resultados das análises foram consolidados, apresentados graficamente e discutidos.

Crítérios de análise

Todas as metas foram consideradas em nível regional, ou seja, o quanto o PEIC contribui localmente para que, somadas às ações de todo o país, possam alcançar a meta em nível nacional e, conseqüentemente em nível mundial até 2030.

Considerou-se como relação direta todas as metas que possuíam atividades ou ações que contribuía diretamente com a meta. Já a relação indireta foi atribuída às metas que são contempladas por meio da consequência de outras atividades e ações, seja do parque ou das comunidades tradicionais. A relação “atende parcialmente” foi classificada quando as atividades ou ações abrangiam apenas uma parte da meta, e a classificação “não se aplica” foi atribuída a todas as metas cuja abrangência ultrapassava tanto os objetivos quanto a autoridade e competência do PEIC como uma unidade de conservação.

Análise dos resultados

Contabilizou-se o total de metas que o PEIC atua, a relação de cada meta com as atividades e ações (direta, indireta, atende parcialmente e não

se aplica) bem como a quantidade de metas por ODS. Representaram-se os resultados graficamente utilizando ferramentas do Microsoft Excel[16] e CorelDraw[17].



Figura 1 – Dimensões da sustentabilidade. Fonte: Adaptado, Barbieri e Cajazeira, 2009, p. 70.

Considerando que, para o alcance do desenvolvimento sustentável, deve haver o equilíbrio entre as três dimensões da sustentabilidade: ambiental, social e econômica[18][19][20], conforme ilustrado na Fig. 1, os ODS foram agrupados nessas três “dimensões da sustentabilidade” para uma discussão integrada (Fig. 2). Algumas atividades das comunidades e a conservação *in situ* abrangiam metas dos ODS de todas as dimensões da sustentabilidade e foram discutidas abrangendo todas as dimensões.

As três dimensões da sustentabilidade, ambiental, social e econômica, servem como pilares fundamentais para alcançar um desenvolvimento equitativo e duradouro[18]. A dimensão ambiental foca na preservação e restauração dos ecossistemas, conservação da biodiversidade e uso sustentável dos recursos naturais.

A dimensão social concentra-se na promoção de justiça social, igualdade de oportunidades, inclusão, respeito aos direitos humanos e bem-estar das comunidades. Por fim, a dimensão econômica refere-se à criação de uma economia forte, inovadora e competitiva, que proporcione emprego digno, distribuição equitativa da riqueza e prosperidade a longo prazo[19].

Ao agrupar as metas dos ODS nessas três dimensões, é possível entender melhor como as questões ambientais, sociais e econômicas estão interconectadas. As ações que promovem o desenvolvimento sustentável precisam abordar simultaneamente essas dimensões para serem verdadeiramente eficazes, trabalhando para o benefício do meio ambiente, das comunidades e da economia global.



Figura 2 – Categorização dos ODS em três dimensões da sustentabilidade: ambiental, social e econômica. Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Resultados e Discussão

Das 175 metas dos ODS do Brasil[3] foi constatado que o PEIC contribui com 71 metas, representando 40,6% do total (Fig. 3A). As 104 metas restantes foram classificadas como “não se aplicam e/ou a UC não atende” aos objetivos e atividades desenvolvidas pelo parque. Dentre as 71 metas, 38% delas são relacionadas diretamente às atividades ou ações desenvolvidas pelas comunidades tradicionais e indígena residentes do parque (Fig. 3C). Esses dados sublinham não apenas a integração das comunidades

tradicionais nas estratégias do parque para alcançar as metas dos ODS, mas também a necessidade de reconhecer e valorizar o conhecimento e as práticas dessas comunidades[21].

Das 71 metas realizadas pelo PEIC, constatou-se que 85,9% delas tinham relação direta com as atividades e ações desenvolvidas, 12,7% tinham relação indireta e 1,4% das metas atendiam parcialmente a abrangência da meta (Fig. 3B). Além disso as metas cumpridas foram agrupadas nas três dimensões da sustentabilidade (Fig. 3D).

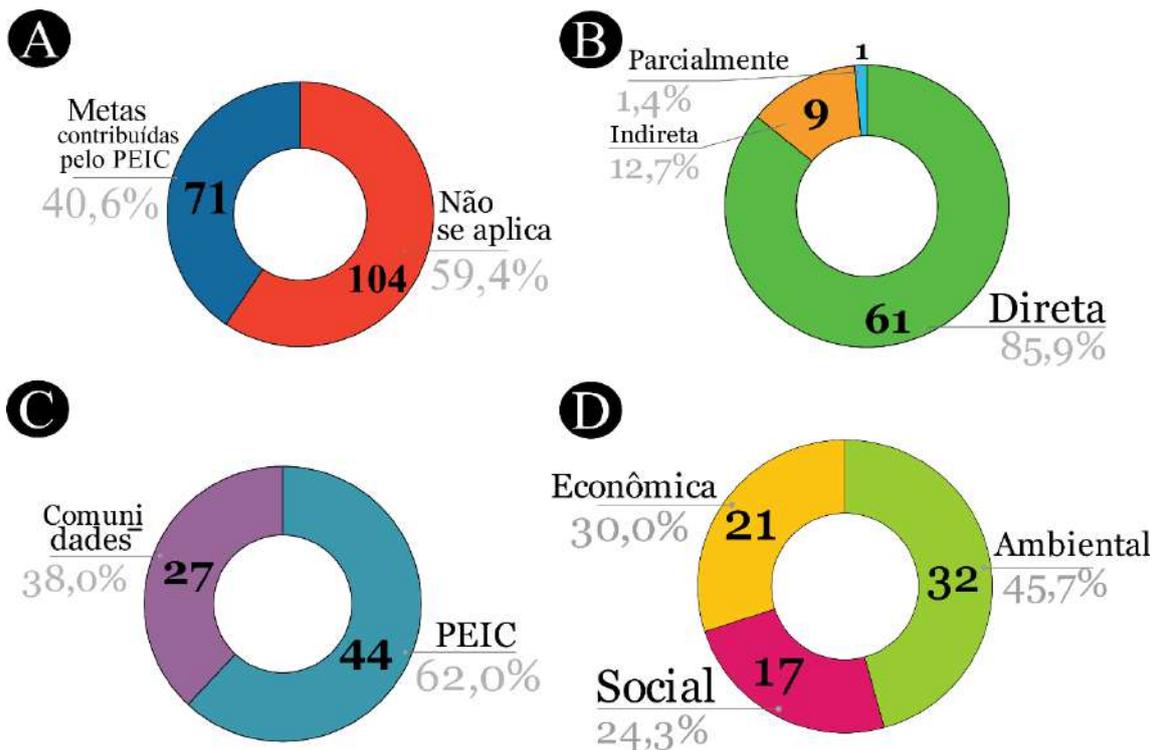


Figura 3 – **A.** Metas contribuídas pelo PEIC e metas que não se aplicam. **B.** Relação das metas contribuídas pelo PEIC (direta, indireta e parcialmente). **C.** Metas contribuídas pelo PEIC subdividida entre os atores protagonistas de cada meta (PEIC e comunidade). **D.** Quantidade de metas relacionadas com cada uma das três dimensões da sustentabilidade: ambiental, social e econômica. (O número no interior do gráfico representa a quantidade de metas em seu valor bruto e do lado de fora em porcentagem). Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Na análise da distribuição das metas cumpridas por ODS (Fig. 4), emerge uma visão do impacto direto das atividades do PEIC. Notavelmente, o ODS 15 (Vida Terrestre) se destaca como o mais representativo, com uma contribuição significativa de 22,5%.

Esse resultado é particularmente relevante, pois ressalta o papel vital do parque na promoção da vida terrestre[22][23], ressaltando, apesar dos conflitos, a eficácia das estratégias de conservação adotadas para proteger a biodiversidade terrestre[24][25].

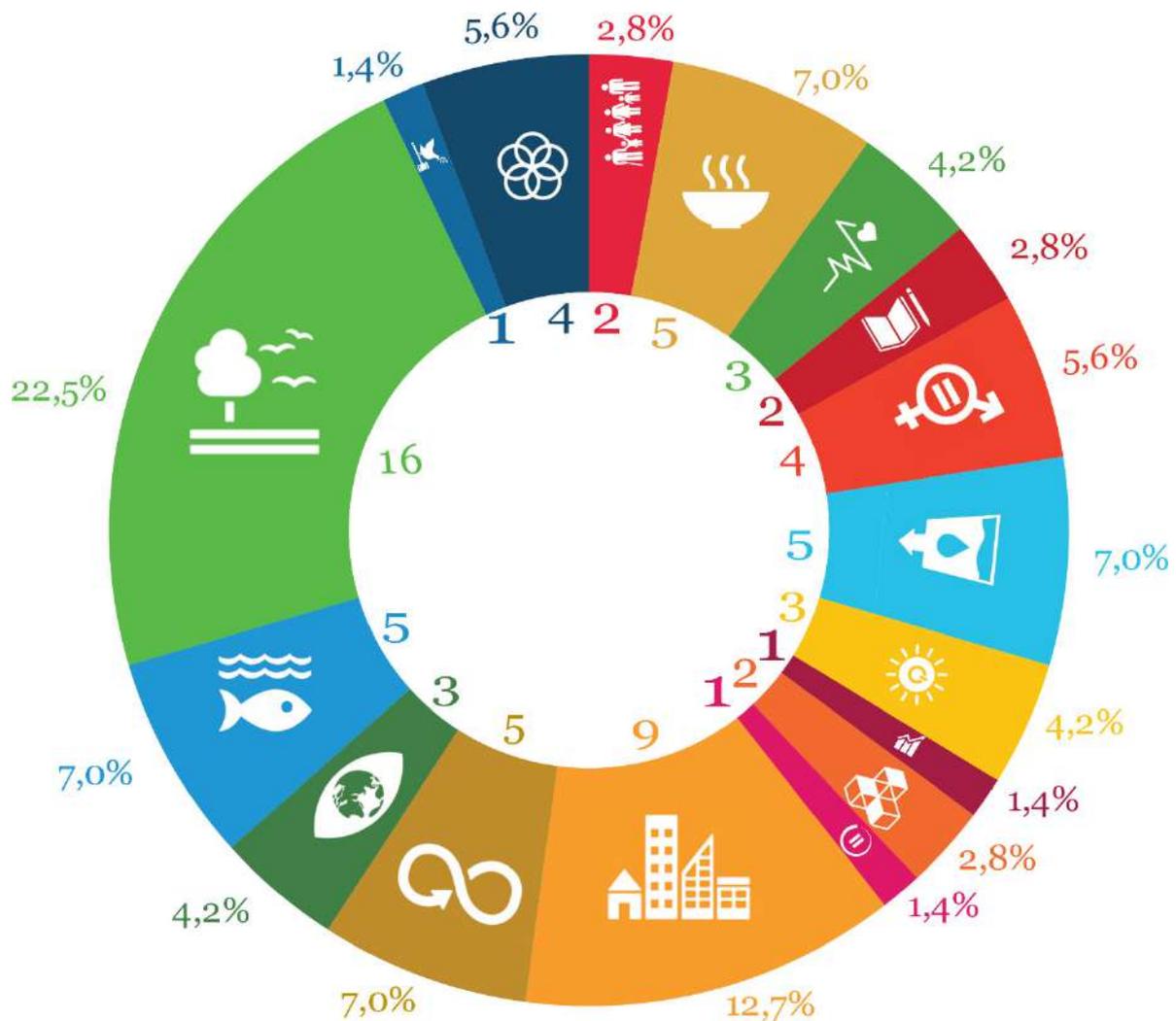


Figura 4 – Quantidade de metas contribuídas pelo PEIC distribuídas em seus respectivos ODS. (Números no interior do gráfico indicam a quantidade de metas em seu valor bruto e no exterior a porcentagem em relação ao total de metas contribuídas). Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Além disso, é interessante observar que o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) também possui uma representatividade substancial, alcançando 12,7%. Esse resultado indica um compromisso do PEIC com o desenvolvimento urbano sustentável. Ao conservar ecossistemas e biodiversidade, o parque não apenas oferece benefícios diretos para a biodiversidade local, mas também contribui indiretamente para o bem-estar das populações urbanas próximas, fornecendo serviços ecossistêmicos essenciais, como regulação climática e purificação da água[26].

A igualdade na representação entre os ODS 1 (Erradicação da Pobreza), ODS 5 (Igualdade

de Gênero), ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e ODS 14 (Vida na Água), cada um contribuindo com 7%, ressalta a abordagem abrangente e multifacetada do parque em relação a questões de erradicação da pobreza, igualdade de gênero, consumo sustentável e conservação marinha. Tal abordagem multifacetada é essencial para abordar os desafios interconectados do desenvolvimento sustentável. Além disso, ao considerar o papel ativo das comunidades tradicionais em alcançar esses resultados, torna-se evidente que o envolvimento e a colaboração com as populações locais são componentes-chave para o sucesso das iniciativas de conservação e desenvolvimento sustentável[13].

Dimensão da sustentabilidade: Ambiental

A dimensão ambiental da sustentabilidade engloba os seguintes ODS: ODS 6 (Água Limpa e Saneamento), ODS 7 (Energia Acessível e Limpa), ODS 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima), ODS 14 (Vida na Água) e ODS 15 (Vida Terrestre) (Tabela 1). Esses ODS compõem 45,7% das metas contribuídas pelo PEIC (Fig. 3D). Essa dimensão representa a maior contribuição do PEIC para o alcance das metas nacionais, sendo fundamental para o principal objetivo dos parques: a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica, a realização de pesquisas científicas, atividades de educação ambiental, recreação em contato com a natureza e turismo ecológico[11].

No que diz respeito ao ODS 6, a UC cumpriu as metas 6.3 (melhorar a qualidade da água), 6.5 (implementar a gestão integrada dos recursos hídricos), 6.6 (proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água) e 6.b (fortalecer a participação das comunidades locais na gestão da água e saneamento) através da proteção e recuperação dos recursos hídricos, conforme estipulado no inciso VIII do Art.4º do SNUC[11]. Além de seguir a lei, segundo a gestão do PEIC, a UC desempenhou um papel ativo e essencial na garantia do acesso à água potável para todos os moradores das comunidades tradicionais. Ademais, implementou com sucesso um sistema de tratamento biológico da água no Núcleo Perequê, proporcionando não apenas água potável, mas água de qualidade para consumo humano.

A UC demonstrou sua relevância ao propor a implantação de um sistema de esgoto por bacia de evapotranspiração na comunidade do Marujá. Esse tipo de iniciativa não apenas atende às necessidades imediatas das comunidades, mas também representa um passo significativo em direção à sustentabilidade ambiental a longo prazo[28]. A implementação de tecnologias sustentáveis não só resolve questões básicas de saneamento, mas também reduz o impacto ambiental, preservando os recursos naturais e protegendo ecossistemas frágeis[28].

O ODS 7 foi contemplado pelo PEIC através das metas 7.1 (garantir o acesso confiável, sustentável e moderno à energia), 7.2 (aumentar substancialmente a participação de energias renováveis) e 7.a (investir em infraestrutura de energia sustentável e acessível). Por se tratar de um objetivo de energias limpas, o parque se destaca no cumprimento das metas, pois no PEIC não há rede convencional de energia elétrica, sendo que tanto as comunidades tradicionais

quanto as estruturas dos núcleos de visitação da UC utilizam sistemas fotovoltaicos para obtenção de energia. A partir do incentivo de instalação de placas fotovoltaicas nas comunidades e no Núcleo Perequê, há a redução da utilização de geradores a diesel. O Núcleo Perequê possui um sistema fotovoltaico com 144 placas solares de 330 Wp e 13 baterias de *lithium*[29]. E, segundo a gestão, em todas as comunidades da Ilha do Cardoso há a forma de energia solar como captação e geração de energia.

No ODS 13 houve a contribuição com as metas 13.1 (fortalecer a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima), 13.2 (integrar medidas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas) e 13.3 (melhorar a educação, sensibilização e capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, impacto e alerta precoce das mudanças climáticas). Sobre essas metas, o monitoramento da erosão e o alerta precoce da subida da maré da gestão para as comunidades e vice-versa aparecem como protagonistas, além das ações de educação ambiental sobre as mudanças climáticas através do programa “Cananéia tem Parque”.

Como o PEIC é uma ilha cercada por mar e rios, naturalmente ações erosivas hídricas e eólicas alteram a paisagem pelas bordas, principalmente as camadas arenosas[30]. O monitoramento ativo não só documenta esses processos, mas também proporciona uma base sólida para entender a dinâmica dessas mudanças, permitindo intervenções eficazes e adaptáveis para preservar não apenas a paisagem, mas também as comunidades que dependem dela[31].

As estratégias implementadas no PEIC resultaram em realizações significativas em várias metas delineadas pelo ODS 14. Em relação à meta 14.1, que busca reduzir a poluição marinha, houve diversas iniciativas das comunidades, institutos de pesquisa e monitores ambientais para recolher os lixos nas regiões das praias do PEIC. Isso sugere uma mudança positiva nos comportamentos das comunidades vizinhas, indicando um progresso tangível na redução da poluição marinha[32].

A meta 14.2, que visa proteger e restaurar ecossistemas marinhos e costeiros, encontra expressão na conservação dos manguezais do PEIC. Os estudos de[33] destacam a vitalidade desses ecossistemas. A Meta 14.5, que aspira conservar pelo menos 10% das zonas costeiras e marinhas, refere-se às áreas de conservação estratégicas estabelecidas, incluindo a área de proteção ambiental marinha Litoral

Sul e as reservas de desenvolvimento sustentável e extrativistas. Essas metas colaboram para a conservação global dos manguezais, reforçando a importância dessas áreas na manutenção da biodiversidade marinha[34].

Finalmente, a meta 14.b, que insta à disponibilização de informações e ao aumento da conscientização sobre a saúde dos oceanos, é apoiada pelas pesquisas científicas conduzidas no PEIC. As descobertas publicadas por [35] e [36] contribuem para a conscientização pública sobre a importância da conservação marinha.

O ODS 15 é o único que o PEIC cumpre com todas as metas propostas. Ao todo são 16 metas contempladas. Por estar intrinsecamente relacionada com a conservação *in situ* e as leis de proteção ambiental sua discussão estará integrada no tópico Atividades desenvolvidas pelo PEIC e comunidades tradicionais que integram todas as dimensões da sustentabilidade.

Dimensão da sustentabilidade: Social

A dimensão social da sustentabilidade abrange os ODS 1 (Erradicação da Pobreza), ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), ODS 3 (Saúde e Bem-Estar), ODS 4 (Educação de Qualidade), ODS 5 (Igualdade de Gênero), ODS 10 (Redução das Desigualdades) e ODS 16 (Paz, Justiça e Instituições Eficazes) (Tabela 1), representando 24,3% das metas contribuídas pelo PEIC (Fig. 3D).

Em relação ao ODS 1, a UC contemplou as metas: 1.4 (garantir acesso igualitário a recursos básicos) e 1.5 (construir resiliência de pessoas em situações vulneráveis, reduzindo sua exposição a eventos extremos e desastres). As atividades que auxiliam na geração de renda tanto para as comunidades tradicionais residentes do PEIC, quanto para a população do entorno e monitores ambientais são: turismo de base comunitária, casas de aluguel/pousadas dentro do PEIC, áreas de camping, aluguel de guarda-sol nas praias, passeios de caiaques e stand-up, serviços de alimentação, pesca artesanal, monitoria ambiental, passeios e traslado náuticos. Em relação especificamente a meta 1.4 que trata de garantir o direito à propriedade e recursos naturais, no PEIC é assegurado o direito a território tradicional e indígena[37].

É notório que as principais fontes de renda da comunidade são relacionadas ao turismo, e nos últimos anos houve um aumento da demanda por

ecoturismo. Segundo dados internos do PEIC, a média anual de visitantes é de aproximadamente 45 mil visitantes, sendo que em 2019 foram recebidos no parque mais de 59 mil visitantes. A ascensão nas visitas sugere uma mudança nas atitudes sociais em relação à natureza, essa mudança de mentalidade, pode ser interpretada como um indicador de que a educação ambiental e as iniciativas de sensibilização estão alcançando seus objetivos, levando a uma maior conscientização sobre a importância da conservação e ainda assim mantendo a capacidade de suporte de visitação das praias do PEIC[38].

No contexto do ODS 2, o PEIC abraça várias metas. A meta 2.1, que visa assegurar o acesso à alimentação, é apoiada pelo compromisso do PEIC em garantir terras seguras e equitativas para as comunidades indígenas e caiçaras. A meta 2.3, que visa aumentar o número de pequenos produtores e promover sistemas de produção sustentáveis, é alcançada através do estímulo à pesca artesanal não exploratória pelas comunidades locais. Além disso, a conservação da diversidade genética, conforme estabelecido nas metas 2.5.1 e 2.5.2, é promovida pelo sistema agrícola de roça indígena nas aldeias localizadas dentro do PEIC.

A preservação das espécies de milho e batata entre os Mbyá é impulsionada pelo valor cultural atribuído a essas plantas, bem como por situarem-se em ambientes naturais ainda preservados, que criam condições favoráveis para o manejo e conservação da biodiversidade agrícola. Os cultivares agrícolas atuam como verdadeiros “bancos de germoplasma *in situ*”, refletindo a sabedoria ancestral da comunidade em preservar e propagar variedades específicas de milho e batata. Esse manejo sustentado não apenas garante a disponibilidade contínua desses alimentos essenciais, mas também preserva a riqueza genética das espécies, promovendo a resiliência frente a desafios ambientais e mudanças climáticas[39].

No âmbito do ODS 3, o PEIC contribui para as metas 3.6, 3.9 e 3.d, relacionando-se diretamente com o bem-estar da população por meio dos efeitos positivos derivados do contato com a natureza preservada[40][41]. Na meta 3.6, que visa reduzir lesões e mortes por acidentes de trânsito, o parque implementou sinalização náutica para proteger os botos, contribuindo para o ordenamento do tráfego aquático nas proximidades da Unidade de Conservação. Em relação à meta 3.9, o parque desempenha um papel crucial na conservação do solo, ar e água, prevenindo a contaminação por poluentes potencialmente letais. A meta 3.d é alcançada por

meio da implementação de protocolos de segurança e saúde, incluindo alertas precoces e a redução de riscos à saúde. Essas medidas são estabelecidas nos protocolos de visitação em Unidades de Conservação e nos protocolos sanitários elaborados pelas comunidades tradicionais, garantindo a prática segura das atividades de turismo de base comunitária. Essas ações integradas evidenciam o compromisso do parque em promover a saúde e o bem-estar da população, além de contribuir para a conservação ambiental.

No ODS 4, o PEIC contribui diretamente para as metas 4.4 e 4.A, que se concentram em melhorar a qualidade da educação e torná-la acessível para todos. Na área educacional, o PEIC abriga uma escola de educação multisseriada até o nono ano do ensino fundamental, situada na comunidade do Marujá. Além disso, em colaboração com a prefeitura de Cananéia, o parque fornece transporte escolar por meio de embarcações para os alunos do ensino médio e de outras comunidades desde 2018, promovendo a acessibilidade educacional.

No entanto, é importante observar que, apesar dessas iniciativas, há a necessidade de redobrar os esforços na área educacional das comunidades locais, conforme discutido por [42]. Para além do transporte escolar, o PEIC também investe na capacitação da comunidade ao oferecer cursos de formação para monitores ambientais, promovendo não apenas a educação formal, mas também o desenvolvimento de habilidades e competências práticas. Essas ações destacam o compromisso contínuo do PEIC em melhorar a educação e torná-la mais inclusiva, equitativa e acessível, alinhando-se assim às metas estabelecidas pelo ODS 4.

O Uso Público voltado para atividades educacionais é a de maior procura pelos visitantes, superando trabalho e lazer para os grupos que pernoitam no PEIC[43]. As atividades educacionais são promovidas através de visitação monitorada para estudo do meio de escolas, instituições e faculdades. Também houve a melhoria das infraestruturas dos Núcleos para acesso à cadeirantes. Há a promoção da pesquisa científica, laboratório com equipamentos e reagentes, além de casa de hospedagem para os pesquisadores. O programa de voluntariado promove a educação por meio da vivência com os modos de vida das comunidades tradicionais caiçaras.

O Programa de Educação Ambiental “Cananéia tem Parque” representa um esforço continuado para criar consciência e conexão com o meio ambiente entre

os alunos da rede municipal de Cananéia. De acordo com a gestão do PEIC, ao longo dos últimos 20 anos, esse programa desempenhou um papel crucial na promoção da compreensão sobre as áreas protegidas de Cananéia. Proporcionando experiências práticas e interativas, como trilhas e atividades diretamente nos atrativos do PEIC, o programa não apenas educa, mas também inspira uma apreciação mais profunda pela natureza.

No contexto do ODS 5, o PEIC desempenha um papel significativo ao contribuir para as metas 5.5, 5.b.1, 5.b.2 e 5.b.3. A meta 5.5 visa garantir a participação plena e efetiva das mulheres, bem como a igualdade de oportunidades para liderança em todos os níveis de tomada de decisão na vida política, econômica e pública. A meta 5.b.1 incentiva o uso de meios tecnológicos, especialmente a Internet, para promover o empoderamento das mulheres. A Meta 5.b.2 se concentra em aumentar a proporção de mulheres em áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática. Por fim, a meta 5.b.3 envolve a adoção e fortalecimento de políticas que promovam a igualdade de gênero e capacitem mulheres e meninas nas áreas de tecnologia da informação e comunicação (TIC).

No PEIC, a igualdade de gênero é uma realidade tangível nas organizações de associações de várias comunidades tradicionais, bem como no conselho consultivo do parque. Nas cadeiras de representação no Conselho Consultivo, duas das três comunidades com cadeira têm mulheres como representantes titulares. Além disso, das 14 cadeiras no conselho, seis são ocupadas por mulheres, representando instituições públicas ou organizações da sociedade civil. Líderes femininas desempenham papéis proeminentes em diversas comunidades tradicionais. Na Enseada da Baleia, o Grupo Mulheres Artesãs da Enseada da Baleia (MAE) fortalece a voz feminina, enquanto na Comunidade do Itacuruçá/Pereirinha, as mulheres ocupam posições de liderança nas atividades de turismo de base comunitária, nos serviços de alimentação e hospedagem[21]. Essas realizações destacam o compromisso do PEIC em promover a igualdade de gênero e capacitar as mulheres em várias esferas, cumprindo assim as metas estabelecidas no ODS 5.

No contexto do ODS 10, o PEIC desempenha um papel essencial ao contribuir para a meta 10.2. Essa meta busca promover a inclusão social, econômica e política de todos, independentemente de sua idade, sexo, deficiência, raça, etnia, origem, religião ou status econômico, especialmente

por meio do empoderamento das comunidades marginalizadas. No PEIC, isso é alcançado por meio do empoderamento da cultura tradicional. O conselho consultivo do parque serve como um espaço inclusivo e de liderança.

Nesse contexto, o ODS 16, centrado na dimensão social, ganha destaque, especialmente na forma da meta 16.7, que advoga pela promoção de tomadas de decisão responsivas, inclusivas, participativas e representativas em todas as esferas sociais. No PEIC, por meio da implementação das reuniões do conselho consultivo, conforme estipulado pela Resolução SIMA N° 74 de 17 de setembro de 2020, se torna um espaço vital para a colaboração entre gestores, comunidades locais e outras partes interessadas. Essas reuniões fornecem um fórum para o intercâmbio de ideias e garantem que as decisões relacionadas à gestão do parque sejam moldadas pela diversidade de perspectivas, necessidades e aspirações das partes envolvidas.

Portanto, ao considerar o PEIC como um estudo de caso, fica evidente que o envolvimento das comunidades tradicionais é uma estratégia essencial para alcançar os ODS e criar um futuro verdadeiramente sustentável.

Dimensão da sustentabilidade: Econômica

A dimensão econômica da sustentabilidade compreende os ODS 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico), ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e ODS 17 (Parcerias e Meios de Implementação) (Tabela 1), representando 30,0% das metas contribuídas pelo PEIC (Fig. 3D).

O ODS 8, foi contemplado pela meta 8.9 (criar políticas eficazes para promover o turismo sustentável que crie empregos e promova a cultura e produtos locais). O PEIC promove o turismo sustentável, incentivando a cultura e os produtos locais, alguns exemplos de atividades de ecoturismo promovidas são: venda de artesanato pelas comunidades tradicionais caiçara e indígena, turismo náutico, restaurante das comunidades com produtos da pesca artesanal, monitoria ambiental com desenvolvimento de roteiros que visam contribuir a educação ambiental dos visitantes. Dessa forma, através do desenvolvimento das atividades de ecoturismo, há geração de renda e oportunidades para a população que reside na UC e em seu entorno[44].

O ODS 9 foi contemplado pelas ações do PEIC relacionadas as metas 9.4 (modernizar infraestruturas e torná-las sustentáveis) e 9.5 (aumentar significativamente a pesquisa e o desenvolvimento). A fim de modernizar as infraestruturas e reabilitar as atividades econômicas para torná-las sustentáveis, foi realizado reforma no Núcleo Perequê, implementando equipamentos, salas e laboratórios para o incentivo de pesquisas científicas[1].

No ODS 11, que tem como objetivo tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, foi abrangido 90% das metas: 11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.5, 11.6, 11.7, 11.a, 11.b. No quesito de comunidades sustentáveis, as comunidades tradicionais residentes na Unidade de Conservação têm acesso a energia, água e esgoto e, segundo a gestão, está buscando novos projetos para um melhor saneamento. Há também a colaboração com a melhoria da segurança náutica, através do credenciamento de embarcações e capacitação de navegação náutica.

Ainda em relação ao ODS 11, a fim de fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo, através do Decreto n° 40.319, de 03/07/1962, a Ilha do Cardoso se tornou uma Área Protegida por lei. Além do seu patrimônio natural, a ilha abriga um patrimônio histórico-cultural, composto pelas comunidades caiçaras que ali residem há mais de dois séculos, a existência de cerca de 27 sambaquis, sendo o mais antigo datado com aproximadamente 8 mil anos A.P.[45][46] e pelo marco de posse da Coroa Portuguesa – Marco do Itacuruçá, datado entre 1501 e 1504, com a chegada dos portugueses ao Brasil[47]. O PEIC apoia a integração econômica, social e ambiental por meio do apoio do desenvolvimento turístico do município de Cananéia, da elaboração do Plano de manejo da Unidade de Conservação, da participação no conselho municipal de turismo e elaboração do Plano Diretor. No que tange os planos para mitigação, adaptação e resiliência a mudanças climáticas há o monitoramento dos processos erosivos realizado com o apoio da equipe técnica da Fundação Florestal, Instituto de Pesquisas Ambientais e do Instituto Geológico[48] e por pesquisadores de diversas Universidades[49][50].

Por fim, o ODS 17 é abrangido pelas metas 17.14, 17.16 e 17.17. A fim de aumentar a coerência das políticas para o desenvolvimento sustentável o PEIC em conjunto com equipe técnica da Fundação Florestal e com o Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA) propuseram a revisão da Portaria Normativa

FF/DE n° 138/2010, indicando ajustes que se adequam melhor à realidade atual das Unidades de Conservação com presença de comunidades tradicionais. Ainda, construiu coletivamente, através de reuniões participativas com atores envolvidos no turismo da Praia do Itacuruçá/Pereirinha, o ordenamento da visitação pública na Praia do Itacuruçá/Pereirinha[51], resultando na Portaria Normativa FF/DE n° 220/2015, prorrogada através da Portaria Normativa FF N° 259/2017.

É importante frizar em relação a esse ODS que o PEIC possui parcerias formais e/ou informais com todos os setores que abrangem a UC, desde setor náutico, comunitário, turístico e pesquisa, através da soma desses conhecimentos que as decisões para o desenvolvimento sustentável são tomadas. As parcerias com a Unidade de Conservação em questão integram parcerias formais e informais entre a prefeitura de Cananéia, AMOAMCA, setor náutico, UNESP, IPEC, associações das comunidades,

voluntários, outras Unidades de Conservação, Polícia Ambiental, entre outros.

Atividades desenvolvidas pelo PEIC e comunidades tradicionais que integram todas as dimensões da sustentabilidade

A principal atuação do PEIC como uma Unidade de Conservação da natureza é justamente a conservação *in situ* das espécies nativas. A conservação *in situ* foi relacionado com 27 metas distribuídas em 8 ODS, abrangendo as três dimensões da sustentabilidade (Fig. 5). Segundo o SNUC, a conservação *in situ* pode ser definida como a conservação de ecossistemas e recuperação de populações viáveis de espécies em seus meios naturais e, no caso de espécies cultivadas, nos meios onde tenham desenvolvido suas propriedades características[11]. Ou seja, é a conservação no próprio local de origem.



Figura 5 – As 27 metas distribuídas em 8 ODS, que integram todas as dimensões da sustentabilidade, relacionadas com a conservação *in situ* do Parque Estadual da Ilha do Cardoso. Fonte: Elaborada pelos autores, 2021.

A conservação *in situ* resulta em diversos benefícios que engloba questões ambientais, sociais e econômicas, por isso abrange todas as dimensões da sustentabilidade. A área territorial do Parque somados com áreas de mangue e mar, mantém uma vasta biodiversidade[25], não só de espécies vegetais[52][53] e animais[23][54], mas também de microrganismos[55][56].

Toda essa biodiversidade sustenta ecossistemas resistentes e resilientes frente as mudanças

ambientais, principalmente por fornecer serviços ecossistêmicos, tais como a proteção de recursos hídricos e pesqueiros, redução do risco de deslizamentos de encostas, a preservação da perda da diversidade biológica, equilíbrio do microclima local e redução das emissões de gases do efeito estufa pela conservação de áreas florestadas do parque[57][58].

Além de conservar a UC também recupera áreas degradadas. Ações como demolição de casas de veranistas, regulação fundiária, fiscalização e restauração dessas áreas são algumas dessas ações[25].



Figura 6 – As 22 metas relacionadas com as comunidades caiçaras e indígena que integram todas as dimensões da sustentabilidade, distribuídas em 4 agrupamentos de atividades desenvolvidas pelas comunidades. Fonte: Elaborada pelos autores, 2021.

Foram 22 metas relacionadas com questões e atividades desenvolvidas pelas comunidades tradicionais residentes do PEIC (Fig. 6). Essas metas foram agrupadas em quatro atividades principais: turismo de base comunitária, pesca artesanal não-exploratória, realocação de comunidades tradicionais e aldeia indígena Guarani Mbya.

O turismo de base comunitária abrange oito metas distribuídas em 6 ODS (Fig. 6). As atividades desenvolvidas pelas comunidades voltadas ao turismo são à hospedagem, serviços alimentícios como restaurantes e quiosques, serviços de transporte

como barcos de passeio e traslado e serviços de lazer como a monitoria ambiental e pesca amadora. Na comunidade do Marujá, por meio de assembleias e monitoramentos foram traçadas estratégias para solucionar os problemas comunitários, alguns resultados positivos do ordenamento foi a estimativa de cálculo da capacidade de suporte, eliminação de focos de lixo, coleta seletiva, melhoria da renda e da autoestima dos moradores da comunidade[59].

A pesca artesanal não-exploratória contempla 7 metas contidas em 4 ODS (Fig. 6). Uma das principais artes de pesca artesanal das comunidades

é o cerco-fixo, uma armadilha fixa construída com bambu ou taquara-mirim e arame, que são instaladas na beira do mangue e serve como uma armadilha para encurralar os peixes, a principal espécie pescada é a Tainha (*Mugi platanus*)[60]. Tal atividade é geradora de renda e faz parte da alimentação das comunidades. A pesca artesanal está atrelada, também, à conservação dos recursos pesqueiros e monitoramento por parte dos pesquisadores. Cabe ainda, ressaltar que já foi constatado que a espécie de Boto Cinza (*Sotalia guianensis*) se beneficia do cerco-fixo para sua atividade de pesca[61].

A realocação de comunidades tradicionais está associada a 5 metas de 3 ODS (Fig. 6) e aconteceu devido ao aumento progressivo de processos erosivos no esporão arenoso de Ararapira, na parte sul da ilha. As comunidades que foram afetadas pelo processo erosivo foram Enseada da Baleia e Vila Rápida. Há registros de hipóteses sobre a gênese da Ilha do Cardoso, processos erosivos e assoreamento do canal Ararapira desde o século XIX[62] e as gestões do PEIC junto com as comunidades realizavam monitoramento desse fenômeno. Porém foi em 2012 que houve a consolidação de um Grupo de Trabalho interinstitucional para monitoramento dos processos erosivos. Em 2016, três intensos eventos de ressaca, erodiram parte dos cordões, acionando dessa forma o estado de alerta e execução do plano de contingência. Em dezembro de 2016 foi indicada uma área para realocação da comunidade da Enseada da Baleia, em comum acordo entre as famílias e os órgãos envolvidos. Quando houve o rompimento do esporão em agosto de 2018, confirmou que a aceitação por parte da comunidade de sair de seu território de origem antes de um desastre inevitável acabou por possibilitar uma realocação planejada e organizada, tal planejamento reflete no ODS 13 (ação contra a mudança global do clima), cujo monitoramento e medidas preventivas para com as comunidades evitou uma possível tragédia[48].

As comunidades tradicionais possuem importante influência no aumento de resiliência do ecossistema e fazem cumprir com os objetivos das áreas protegidas. Além disso, as comunidades tradicionais atuam na gestão participativa do uso público no PEIC[25] e mantêm vivo os conhecimentos das plantas medicinais e dos recursos vegetais da ilha[63]. Essas atividades não apenas ressoam em múltiplos ODS, mas também enfatizam o papel vital das comunidades tradicionais na gestão e preservação dos ecossistemas, contribuindo significativamente para a construção de um futuro mais sustentável.

Conclusão

As atividades realizadas pelo PEIC, em conjunto com as ações das comunidades tradicionais caiçaras e indígenas, estão intrinsecamente ligadas às três dimensões fundamentais dos ODS da Agenda 2030. Dentre as dimensões analisadas, a ambiental emergiu como a mais abrangente, refletindo a preocupação coletiva com a preservação do ecossistema. A participação ativa das comunidades tradicionais, que contribuem significativamente para as metas do PEIC, destaca a grande importância desses grupos para a consecução dos objetivos de conservação e desenvolvimento sustentável.

Essa sinergia entre conservação e comunidades locais não apenas impulsiona o cumprimento das metas nacionais, mas também enfatiza a necessidade de integrar e valorizar o conhecimento tradicional em iniciativas de preservação ambiental. Ao sublinhar a interconexão intrínseca entre a natureza e as comunidades locais, este trabalho serve como um chamado à reflexão para outras UCs no Brasil e em todo o mundo.

Assim, os resultados deste estudo não apenas enriquecem o corpo de conhecimento sobre a importância das UCs brasileiras, mas também incentivam fervorosamente outras áreas protegidas a empreenderem análises semelhantes. Ao fazer isso, não apenas enriqueceremos nosso entendimento sobre a complexidade da sustentabilidade, mas também fortaleceremos os laços entre a conservação da natureza e as comunidades que dependem dela para prosperar. Este estudo é um apelo à ação, um convite para que todos se envolvam ativamente no alcance dos ODS da Agenda 2030 para garantir um futuro, de fato, sustentável.

Referências

1. United Nations. Resolution Adopted by the General Assembly on 25 September 2015. In Sustainable Development Goals (eds. J. Walker, A. Pekmezovic and G. Walker); 2015. [Internet] [acesso em 20 fev 2021] Available from: <https://doi.org/10.1002/9781119541851.app1>
2. Organização das Nações Unidas (ONU). Marco de Parceria das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (2017-2021). Organização das Nações Unidas no Brasil; 2016. [Acesso em 20 Fev 2021]; Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/52529-marco-de-parceria-das-na%C3%A7%C3%B5es-unidas-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel-2017-2021>

3. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Agenda 2030 - ODS - Metas nacionais dos objetivos de desenvolvimento sustentável: Proposta de Adequação. Brasil: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; 2018. [Internet] [acesso em 1º de abril de 2021]. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8636>
4. Gomes MF, Ferreira LJ. Políticas públicas e os objetivos do desenvolvimento sustentável. *Direito e Desenvolvimento*. 2018 Mar; 9(2): 155-178. doi: <https://doi.org/10.25246/direitoedesenvolvimento.v9i2.667>
5. Brasil. 2017. Relatório Nacional Voluntário sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Brasil 2017. Secretaria de Governo da Presidência da República, Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Brasília: Presidência da República. 76 p.
6. Ministério do Meio Ambiente (MMA) [homepage na internet]. Painel Unidades de Conservação Brasileiras. [Acesso em 3 set 2022]. Disponível em: <https://cnuc.mma.gov.br/powerbi>
7. Santos MCO, Campolim MB, Parada IS, Dunker P, Silva E. The triumph of the commons: Working towards the conservation of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in the Cananéia estuary, Brazil. *Lat. Am. J. Aquat. Mamm*. 2010 Dec; 8(1-2): 187-190. doi: <http://dx.doi.org/10.5597/lajam00169>
8. Mendonça Y de SM, Britto MOA. Desenvolvimento sustentável e a proteção da vida terrestre: uma análise da atuação do Brasil no cumprimento das metas para 2020. *Gestão & Sustentabilidade Ambiental*. 2022 Nov; 11(4): 479-95. doi: <https://doi.org/10.59306/rgsa.v11e42022479-495>
9. Conselho estadual do Meio Ambiente (CONSEMA). Plano de Manejo do Parque Estadual Ilha do Cardoso, fase 2. [Internet]. Cananéia: CONSEMA; 2001. [citado em 2021 fev. 2]. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/fundacaoflorestal/2012/01/PlanoManejo-PEIC.pdf>
10. Unesco. Convention concerning the protection of the world cultural and natural heritage. 1999.
11. Brasil. 2011. SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002; Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006. Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas: Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006. Brasília: MMA. 76 p.
12. Risso LC. Participação social em Unidades de Conservação: o caso do Parque Estadual da Ilha do Cardoso (São Paulo, Brasil). *Atelie Geogr*. [Internet]. 2016 Dez [citado 2021 Fev. 21]; 10(3): 109-28. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/atelie/article/view/34672>
13. Cheliz PM, Yamaoka JG, Cubas WG, Gonçalves JL. Usos do relevo, das águas e da pesca na trajetória histórica de comunidades tradicionais caiçaras em territórios normatizados como unidade de conservação (Ilha do Cardoso/SP). *Cad Geogr*. 2022 Fev; 32: 73. doi: <https://doi.org/10.5752/P2318-2962.2022v32n68p73>
14. Schröter B, Sessin-Dilascio K, Jericó-Daminello C, Sattler C. De espectadores impotentes a cogestores adaptativos: uma comunidade no Parque Estadual da Ilha do Cardoso (Cananéia, São Paulo, Brasil). *Rev Bras Gestão Ambient e Sustentabilidade* [Internet]. 2018 Abr [citado 29 Set 2023]; 5(9): 329-47. Disponível em: <http://revista.ecogestaobrasil.net/v5n9/v05n09a22a.html>
15. Zmyslowski CT, Turra A, Campolim MB, Xavier LY. Parcerias público-privadas em unidades de conservação ameaçam o turismo de base comunitária e a sustentabilidade de comunidades tradicionais. *Gestão Sustentabilidade Ambiental*. 2021 Set; 10(3): 293-316. doi: <https://doi.org/10.19177/rgsa.v10e32021293-316>
16. Microsoft Excel. 2021. Microsoft Excel 2021. Computer software.
17. CorelDraw. 2021. CorelDraw 2021. Computer software.
18. Sartori S, Latrônico F, Campos LMS. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura. *Ambiente & Sociedade*. 2014; 17(1): 01-22.
19. Barbieri JC, Cajazeira JER. Responsabilidade social empresarial e empresa sustentável: da teoria à prática. São Paulo: Saraiva; 2009.
20. Elkington J. Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development. *California Management Review*. 1994; 36(2): 90-100. doi: <https://doi.org/10.2307/41165746>
21. Yamaoka JG, Cardoso TM, Denardin VF, Alves AR. A comunidade caiçara da Enseada da Baleia e a sua luta pelo território – Cananéia (SP). *Guaju*. 2019 Jun; 5(1): 138-165. doi: <https://doi.org/10.5380/guaju.v5i1.66211>
22. Chupil H, Monteiro-Filho EL de A. Birds of Parque Estadual Ilha do Cardoso: ecology, conservation and natural history. *Biota Neotrop*. 2022 Jan; 22(1): e20211295. doi: <https://doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2021-1295>
23. Vilela VMFN, Brassaloti RA, Bertoluci, J. Anurofauna da floresta de restinga do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Sudeste do Brasil: composição de espécies e uso de sítios reprodutivos. *Biota Neotropica*. 2021 Mar; 11(1): 83-93. doi: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000100008>

24. Lima Silva J de, Andrade Ferreira P. Um recorte sobre a caracterização física e potencial geológico do parque estadual Ilha do Cardoso - SP. *Revista Geonorte*. [Internet]. 2012 Nov [citado em 2023 out. 14]; 3(6): 1306-19. Disponível em: [//periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2024](http://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2024)
25. Silva JL, Oliveira RC. Os modelos de ordenamento e gestão territorial das unidades de conservação do litoral paulista com foco no Parque Estadual Isla del Cardoso. *Revista Geográfica De América Central*. 2018 Nov; 3(61E): 207-235. doi: <https://doi.org/10.15359/rgac.61-3.11>
26. Moreira PS, Silva GCL da. O papel das unidades de conservação na saúde e compreensão do oceano. *Diálogos socioambientais* [Internet]. 2022 Ago [citado em 2023 out. 5]; 5(14): 19-22. Disponível em: <https://periodicos.ufabc.edu.br/index.php/dialogossocioambientais/article/view/706>
27. Rolim Campos PE, Cavalcante MC, Medeiros LM de. Fossa de bananeira: um legado agroecológico ao saneamento básico. *Revista Brasileira De Agroecologia*. 2020 Out; 15(3): 7. doi: <https://doi.org/10.33240/rba.v15i3.23190>
28. Figueiredo ICS, Barbosa AC, Miyazaki CK, Schneider J, Coasaca RL, Magalhães TM. Bacia de Evapotranspiração (BET): uma forma segura e ecológica de tratar o esgoto de vaso sanitário. *Revista DAE*. 2019 Ago; 67: 115-27. doi: <https://doi.org/10.4322/dae.2019.059>
29. Neris A. 2021. Consolidando liderança nacional, ALDO Solar atinge a marca histórica de geradores vendidos. *Notícias. Aldo Blog*. [Internet]. 2021 Ago [citado 2021 Outubro 22]. Disponível em: <https://www.aldo.com.br/blog/consolidando-lideranca-nacional-aldo-solar-atinge-a-marca-historica-de-geradores-vendidos/>
30. Souza-Júnior VS, et al. Evolução quaternária, distribuição de partículas nos solos e ambientes de sedimentação em manguezais do estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 2007 Ago; 31(4): 753-769. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832007000400016>
31. Greco Yamaoka J, Mendonça Cardoso T, Gini G. Sobrevivendo ao Capitaloceno: o caso da comunidade caiçara da Enseada da Baleia, Cananéia/SP. *dialogossocioambientais* [Internet]. 2021 Set [citado 2023 out. 4]; 4(11): 32-35. Disponível em: <https://periodicos.ufabc.edu.br/index.php/dialogossocioambientais/article/view/555>
32. Bezerra DP, Iared VG. Relations of various social actors with marine debris in the municipality of Cananéia/SP. *Ambiente & Sociedade*. 2019; 22(1): 1-20. doi: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0132r2vu1914td>
33. Lignon MG, Galvani E, Lima NGB. Monitoramento dos Manguezais no Sistema Costeiro Cananéia-Iguape (Estado de São Paulo, Brasil). *Projeto de Pesquisa*. 2019. Processo SMA: 003.838/2010.
34. Lee SY, Jones EBG, Diele K, Castellanos-Galindo GA, Nordhaus I. Biodiversity. In: Rivera-Monroy VH, Lee Shing Yip, Kristensen E, Twilley RR, editors. *Mangrove Ecosyst. A Glob. Biogeogr. Perspect.*, Cham: Springer International Publishing; 2017. P. 55-86. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-62206-4>
35. Santos JF dos. Desafios da conservação da biodiversidade no Brasil. In: *Anais do II Congresso On-line Internacional de Sustentabilidade*. *Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente*. [Internet]. 2021 Set [citado 2023 Set 22]. 2(3): 48. Disponível em: <https://editoraime.com.br/revistas/index.php/rema/article/view/2070>
36. Schlindwein MN, Akaki AT, Laganaro NM. Atividades de observação do comportamento de *Sotalia guianensis* como subsídio para o Turismo Científico no Parque Estadual Ilha do Cardoso – Cananéia/SP. *Revista Brasileira de Ecoturismo*. [Internet]. 2011 Mai [citado 2021 Mai 21]; 4(2): 196-207. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/ecoturismo/article/view/5914>
37. Carvalho MCP, Schmitt A. Relatório Técnico-Científico para identificação de famílias tradicionais presentes no Parque Estadual da Ilha do Cardoso. *Laudo histórico e antropológico*. Diretoria de Assistência Técnica da Fundação Florestal; 2012. Disponível em: https://lcb.fflch.usp.br/sites/lcb.fflch.usp.br/files/upload/paginas/Laudo_Antropologico_PEIC.pdf
38. Campolim MB, Nascimento ER do, Coutinho ET, Faria LC de. Avaliação da capacidade de suporte da visitação na Praia do Itacuruçá/Pereirinha - Parque Estadual da Ilha do Cardoso (SP). *Rev Bras Ecoturismo*. 2022 Mai; 15(2): 127-156. doi: <https://doi.org/10.34024/rbecotur.2022.v15.12929>
39. Queda AP, Oriowaldo F. O sistema agrícola guarani mbyá e seus cultivares de milho: um estudo de caso. *Interciencia*. [Internet]. 2005 Mar [citado 14 Mar 2021]; 30(3): 143-150. Disponível em: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442005000300007&lng=es
40. Alves H da N, Fridich GA, Souza TSP de, López LCS, Lucena RFP de. Exercício físico outdoor e indoor, bem-estar subjetivo e conexão com a Natureza: uma revisão sistemática. *Rev Bras Gestão Ambient e Sustentabilidade*. 2019 Ago; 6(13): 515-29. doi: <https://doi.org/10.21438/rbgas.061319>

41. Silva-Melo MR, Melo GAP, Guedes NMR. Unidades de Conservação: uma reconexão com a natureza, pós-covid-19. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*. 2020 Ago; 15(4): 347-360. doi: <https://doi.org/10.34024/revbea.2020.v15.10859>
42. Nascimento LK et al. Comunidades tradicionais e educação escolar diferenciada no Vale do Ribeira: violações de direitos e conflitos. São José do Rio Preto/SP: Balão Editorial; 2020.
43. Moraes HMT, Lignon MC. Caracterizando os visitantes do Parque Estadual da Ilha do Cardoso/SP: subsídio para o planejamento de atividades turística-educacional em áreas de manguezal. *Revista Brasileira de Ecoturismo*. 2012 Set; 5(3): 648-665. doi: <https://doi.org/10.34024/rbecotur.2012.v5.6146>
44. Orvato PR dos S, Paschoal LRP. Ecoturismo: uma alternativa para a conservação da Mata Atlântica no estado de São Paulo. *Ciência & Tecnologia*. 2023 Mai; 14: 136-47. doi: <https://doi.org/10.52138/citec.v14i1.208>.
45. Afonso MC. Pesquisas arqueológicas no vale do rio Ribeira de Iguape (Sudeste-Sul do Brasil): uma síntese. *Revista del Museo de la Plata*. 2019 Jul; 4(2): 463-480. doi: [10.24215/25456377e085](https://doi.org/10.24215/25456377e085)
46. Calippo F. 2004. Os sambaquis submersos de Cananéia: um estudo de caso de arqueologia subaquática. [Dissertação], Museu de Arqueologia e Etnologia, São Paulo: Universidade de São Paulo; 2004. 135 f.
47. Kotez L. Patrimônio cultural do parque estadual da Ilha do Cardoso, estado de São Paulo. *Rev. Inst. Florest*. 2010 Jun; 22(1): 121-3. doi: <https://doi.org/10.24278/2178-5031.2010221254>
48. Souza CRG, Cheliz PM, Costa RP, Nascimento ER, Piscioti K, Souza, MJ. O processo erosivo na Enseada da Baleia, Parque Estadual Da Ilha Do Cardoso (Cananéia/SP): Exemplo de adaptação a riscos costeiros. In: *Planejando o futuro hoje: ODS 13, Adaptação e Mudanças Climáticas em São Paulo*. São Paulo; 2019. P. 129-134.
49. Cheliz PM, De Oliveira RC. Geomorfologia e estrutura superficial da paisagem de zonas costeiras rochosas: um estudo de caso na Ilha do Cardoso (Litoral Sul de São Paulo). *Rev. Bras. Geog. Fis*. 2021 Dez; 14(6): 3667-94. doi: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.6.p3667-3694>
50. Cheliz P, Oliveira R. Contribuições a compartimentação do relevo da Ilha do Cardoso, com ênfase em fatores morfodinâmicos. *Anais do XII Sinageo*; 24-30 mai 2018; Ceará. P. 1-12.
51. Campolim MB, Do Nascimento ER, Do Nascimento JS. Ordenamento da visitação pública da praia do Itacuruçá/Pereirinha, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Cananéia/Sp. *Anais do Uso Público em Unidades de Conservação*, 3(6): 72-82, 2015.
52. Barros F, Salazar J. *Cinnamodendron ochchonianum*, a new species of Canellaceae from Brazil. *Novon*. [Internet]. 2009 Mar [citado em 2021 fev. 4] 19(1): 11-14, 2009. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/40300872>
53. Tabarelli M, Mantovani W. A riqueza de espécies arbóreas na floresta atlântica de encosta no estado de São Paulo (Brasil). *Brazilian Journal of Botany*. 1999; 22(1): 217-223.
54. Rocha CFD, Bergallo HG, Vera y Conde CF, Bittencourt EB, Santos H de C. Richness, abundance, and mass in snake assemblages from two Atlantic Rainforest sites (Ilha do Cardoso, São Paulo) with differences in environmental productivity. *Biota Neotropica*. 2008 Jul; 8(3): 117-122. doi: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032008000300011>.
55. Jerônimo GH, Jesus AL de, Marano AV, James TY, Souza JI de, Rocha SCO et al. Diversidade de Blastocladiomycota e Chytridiomycota do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Cananéia/SP, Brasil. *Hoehnea*. 2015 Jan; 42: 135-63. doi: <https://doi.org/10.1590/2236-8906-32/2014>
56. Pupin B, Nahas E. Microbial populations and activities of mangrove, restinga and Atlantic Forest soils from Cardoso Island, Brazil. *Journal of applied microbiology*. 2014 Apr; 116(4): 851-864. doi: <https://doi.org/10.1111/jam.12413>
57. Lignani LDB, Fragelli C, Vidal AL. Unidades de conservação da cidade do Rio de Janeiro: serviços ambientais, benefícios econômicos e valores intangíveis. *Revista Tecnologia & Cultura*. [Internet]. 2012 Jul [citado em 2022 out. 14]; 19(1): 17-28. Disponível em: <https://revistas.cefet-rj.br/index.php/jct/article/view/36>
58. Videira JAM. Custo-benefício da conversão de áreas degradadas em unidades de conservação no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Rev. Bras. Gest. Amb. Sustent.*, [Internet]. 2020 Ago [cited 2021 October 19]; 7(16): 887-903. Available from: <http://revista.ecogestaobrasil.net/v7n16/v07n16a28.html>
59. Campolim MB, Parada ILS, Yamaoka JG. Gestão participativa da visitação pública na comunidade do Marujá – Parque Estadual da Ilha do Cardoso. *IF Sér. Reg*. [Internet] 2008 Mai [citado em 2021 fev. 4] 33(1): 39-49. Disponível em: https://smastr16.blob.core.windows.net/iflorestal/RIF/SerieRegistros/IFSR33/IFSR33_39-49.pdf

60. Mendonça JT, Katsuragawa M. Caracterização da pesca artesanal no complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo, Brasil (1995-1996). *Acta Scientiarum*, Maringá. 2008 Mai; 23(2): 535-547. doi: <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v23i0.2713>

61. Monteiro-Filho ELA. Pesca interativa entre o golfinho *Sotalia fluviatilis guianensis* e a comunidade pesqueira da região de Cananéia. *B. Inst. Pesca*, São Paulo. 1995; 22(2): 15-23. Disponível em: https://www.pesca.agricultura.sp.gov.br/B_22_2_15-23.pdf

62. Besnard W. Considerações gerais em torno da região lagunar de Cananéia-Iguape: I. *Bol Do Inst Paul Oceanogr*. 1950; 1: 09-26. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-42391950000100003>.

63. Miranda TM, Hanazaki N, Govone JS, Alves DMM. Existe utilização efetiva dos recursos vegetais conhecidos em comunidades caiçaras da Ilha do Cardoso, estado de São Paulo, Brasil?. *Rodriguésia*. 2011 Jan; 62(1): 153-169. doi: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201162111>

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo

n.1, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886





Mulheres e a gestão de unidades de conservação

Amanda Goedert Duarte¹

 <https://orcid.org/0009-0002-2426-3502>

Graziela Dias Blanco^{1*}

 <https://orcid.org/0000-0003-2458-957X>

* Contato principal

Michel Tadeu R. N. de Omena¹

 <https://orcid.org/0000-0001-9475-2294>

Sofia Zank¹

 <https://orcid.org/0000-0003-0779-423X>

Mônia Laura Faria Fernandes²

 <https://orcid.org/0009-0002-1266-4675>

Natalia Hanazaki¹

 <https://orcid.org/0000-0002-7876-6044>

¹ Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC, Brasil. <amandagoedertd.3@gmail.com., graziblanco@gmail.com, michel.omena@gmail.com, sofiazank@gmail.com, hanazaki@gmail.com>.

² Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Brasil. <monia.fernandes@icmbio.gov.br>.

Recebido em 28/07/2023 – Aceito em 05/03/2024

Como citar:

Goedert Duarte A, Blanco GD, Omena MTRN, Zank S, Faria Fernandes ML, Hanazaki N. Mulheres e a gestão de unidades de conservação. *Biodivers. Bras.* [Internet]. 2024; 14(1): 152-163. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i1.2470

Palavras-chave: Etnoecologia; serviço público ambiental; conservação; feminismo.

RESUMO – A equidade de gênero é um fator central para alcançarmos o desenvolvimento sustentável. Entretanto as mulheres continuam sendo minoria nas áreas de gestão ambiental. Diante dessa situação, propõe-se discutir como está o cenário atual de inserção das mulheres nas áreas de unidades de conservação no Brasil. Para isso, foram realizadas 140 entrevistas através de questionário online, direcionado às gestoras do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. No questionário havia perguntas sobre as relações de gênero no ambiente de trabalho e as suas possíveis implicações na vida profissional, pessoal e para a conservação da biodiversidade. Entre as entrevistadas, 77% citaram já terem sofrido algum tipo de discriminação relacionada ao gênero durante o seu trabalho, e a situação mais vivenciada é a de Mansplaining. A falta de acesso e de espaço para a atuação das mulheres na gestão de unidades de conservação gera assimetrias de gênero. Tais assimetrias podem gerar impactos diretos e negativos na conservação da biodiversidade. Esses resultados indicam que ainda se deve avançar na inserção das mulheres, para termos resultados mais efetivos de conservação.



Women and the management of conservation units

Keywords: Ethnoecology; public environmental service; conservation; feminism.

ABSTRACT – Gender equity is a central factor in achieving sustainable development. Entertaining women continue to be a minority in the areas of environmental management. Given this situation, it is proposed to discuss the current scenario of insertion of women in areas of Conservation Units in Brazil. To this end, 140 interviews were carried out through an online questionnaire, aimed at the managers of the Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation. In which there were questions about gender relations in the workplace and their possible implications for professional and personal life and for biodiversity conservation. Among those interviewed, 77% mentioned having already suffered some type of discrimination related to gender during their work, and the most experienced situation is Mansplaining. The lack of access and space for women to act in the management of conservation units generates gender asymmetries. These asymmetries can generate direct and negative impacts on biodiversity conservation. These results indicate that progress must still be made in the inclusion of women, in order to have more effective conservation results.

Las mujeres y la gestión de las Unidades de Conservación

Palabras clave: Etnoecología; servicio público ambiental; conservación; feminismo.

RESUMEN – La equidad de género es un factor central para lograr el desarrollo sostenible. Las mujeres entretenidas siguen siendo una minoría en las áreas de gestión ambiental. Ante esta situación, se propone discutir el escenario actual de inserción de mujeres en áreas de Unidades de Conservación en Brasil. Para ello, se realizaron 140 entrevistas a través de un cuestionario en línea, dirigido a los directivos del Instituto Chico Mendes para la Conservación de la Biodiversidad. En el que se cuestionaron las relaciones de género en el ámbito laboral y sus posibles implicaciones para la vida profesional y personal y para la conservación de la biodiversidad. Entre los entrevistados, el 77% mencionó haber sufrido ya algún tipo de discriminación relacionada con el género durante su trabajo, y la situación más vivida es el Mansplaining. La falta de acceso y espacio para que las mujeres actúen en la gestión de las unidades de conservación genera asimetrías de género. Estas asimetrías pueden generar impactos directos y negativos en la conservación de la biodiversidad. Estos resultados indican que aún se debe avanzar en la inclusión de las mujeres, para tener resultados de conservación más efectivos.

Introdução

A desigualdade de gênero é uma realidade presente em diversos setores das sociedades eurocêntricas, sendo intensificada em locais onde essa diferença está enraizada nos conceitos e práticas culturais de opressão e com ausência de políticas inclusivas[1]. De acordo com relatórios internacionais, na grande maioria dos países, a equidade de gênero ainda está longe de ser alcançada, e essas assimetrias têm efeitos negativos na economia, direitos humanos, na sustentabilidade e na conservação da biodiversidade de países como, por exemplo, Bolívia, e Equador[2][3].

Nas últimas décadas, o feminismo tem oferecido discussões críticas sobre a forma de organização da nossa sociedade[4]. Trazendo uma nova perspectiva para as pesquisas e também para a prática de conservação, principalmente pelo aumento da presença feminina em diferentes espaços[5]. Dessa forma, pode-se citar algumas mulheres que trouxeram contribuições marcantes para a ciência, como por exemplo, Rachel Carlson (1907-1964) que, através da publicação do livro *Primavera Silenciosa*, inspirou o ambientalismo moderno, e Jane Goodall (1934-presente), cujo trabalho de pesquisa com chimpanzés trouxe uma outra visão da humanidade e da forma de se fazer pesquisa[6]. Contudo, ainda

assim, cabe a reflexão de que muitas mulheres (e homens) da área da conservação possuem poucos modelos femininos para se inspirar, sendo esse um reflexo da estrutura sexista que vem por muitos séculos orientando as sociedades eurocêntricas[7].

No atual cenário, além de as mulheres terem menos espaço nos debates relacionados à conservação da biodiversidade, elas também são as mais afetadas por ambientes pouco conservados, com recursos escassos e com insegurança alimentar[8]. Nesse contexto, acordos e encontros internacionais têm destacado a importância e urgência da equidade de gênero para a conservação e sustentabilidade, como a Convenção sobre Diversidade Biológica de 1992[9]. Mais recentemente, na COP 15 (2022), por meio das metas 22 e 23, que debateram a importância da equidade de gênero na participação em tomadas de decisão relacionadas à biodiversidade, como um ponto central para a conservação e sustentabilidade[10].

Nesse contexto, por mais que acordos e metas nacionais e internacionais tenham incentivado para que as mulheres estejam gradativamente ocupando mais espaços na área de conservação e de tomada de decisão, elas ainda passam por muitos desafios e discriminações que afetam a sua atuação profissional[11]. Situações de assimetria de gênero podem demonstrar o reflexo de uma sociedade opressora, que prioriza e privilegia a figura masculina[12]. As situações são diversas, e podem ir desde violência sexual até agressões físicas e morais, desvalorização do trabalho e ações de desrespeito, gerando diversos impactos negativos na saúde física e psicológica das mulheres[11].

Entre as agressões morais e de desrespeito, as mais vivenciadas pelas mulheres são: *Manterrupting*, que acontece quando um homem interrompe a fala de uma mulher, sem que ela possa concluir sua ideia; *Mansplaining*, que ocorre quando um homem explica algo para a mulher que ela já sabe; *Bropriating*, que acontece quando um homem se apropria da ideia de uma mulher; e *Gaslighting*, em que o homem tortura psicologicamente a mulher, fazendo com que ela duvide da sua própria inteligência e sanidade mental[13]. A identificação e nomeação dessas agressões morais em diferentes espaços vêm sendo discutidas como um importante passo no estabelecimento de relações mais equânimes e de respeito entre os gêneros[13]. Essa situação também se reflete na área da conservação da biodiversidade, assim como nas ciências em geral, em que uma

menor representatividade das mulheres pode ser um entrave para a conservação [14].

O debate sobre igualdade de gênero em espaços que tratam sobre meio ambiente está crescente e as discussões podem levar a reflexões sobre até que ponto essa falta de representatividade pode estar impactando a conservação da biodiversidade, como, por exemplo, nas ações de gestão das unidades de conservação (UCs). Diante dessa situação, tem-se dois objetivos principais: analisar o cenário atual de inserção e atuação das mulheres como profissionais na gestão das unidades de conservação federais brasileiras; e investigar situações de assimetrias e discriminação de gênero relatadas e/ou vivenciadas por gestoras em sua atuação profissional. A partir desses objetivos, pretende-se contextualizar o papel da mulher no serviço público relacionado à gestão das UCs federais brasileiras e analisar, a partir da perspectiva destas, os possíveis reflexos da assimetria de gênero para a conservação da biodiversidade.

Metodologia

Cenário de estudo

O estabelecimento de UCs é uma importante estratégia para a conservação da natureza em âmbito mundial. As UCs são espaços territoriais e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público. Tendo como objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. No Brasil, a responsabilidade pela administração e gestão das UCs federais e de 14 centros de pesquisa e conservação é do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). O ICMBio possui como estrutura administrativa cinco gerências regionais que dividem o território brasileiro, além da sede da instituição em Brasília, DF.

O único público desta pesquisa foram mulheres que trabalham na gestão de UCs federais. Sendo consideradas desde servidoras efetivas, ocupantes de cargos de confiança, até funcionárias terceirizadas, que trabalham nas distintas estruturas administrativas do órgão, chamadas aqui de gestoras ambientais. As servidoras e efetivas/permanentes são as analistas e técnicas ambientais e analistas e técnicas administrativas. Há ainda as servidoras de outros órgãos públicos que ocupam cargos de confiança e

profissionais extra-quadro/não permanentes, como aquelas contratadas especificamente para cargos de chefia ou serviços terceirizados.

Autorizações e questionário

Para a realização do presente trabalho o primeiro passo foi à obtenção das devidas autorizações de acesso ao conhecimento e saberes. Para isso, encaminhamos o projeto e o termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), no período de 08/2021 até 09/2021 (Protocolo de autorização: 49986821.7.0000.0121). Com a obtenção da autorização do Comitê de Ética, encaminhamos o TCLE para cada entrevistada, antes da realização dos questionários e cada uma delas assinou o termo.

Questionário

Os questionários foram elaborados por meio da Plataforma *Google*. Obtivemos os endereços eletrônicos (e-mail) das/os servidoras/es e gestoras/es do ICMBio. Esses contatos foram enviados pelo próprio ICMBio. Com a lista de contatos, realizamos a primeira triagem por gênero, por meio da própria auto identificação das gestoras como mulheres. Encaminhamos os questionários para 600 gestoras através dos e-mails, destes 600, 578 estavam válidos. O questionário ficou ativo de setembro de 2021 até outubro de 2021. Após 15 dias do primeiro envio, reenviamos o questionário para as gestoras e deixamos aberto por 30 dias. Importante destacar que este estudo foi planejado durante o período de isolamento social devido à pandemia da COVID-19 e, por isso, não previa a coleta de dados presencial, seja através de observações etnográficas ou discussões em grupos focais ou outros métodos presenciais.

As perguntas seguiram o modelo proposto por [15], na qual utilizamos perguntas abertas e perguntas fechadas de múltipla escolha (o questionário completo pode ser acessado no Material Suplementar do artigo). As perguntas abertas tinham como principal objetivo compreender sobre as vivências relacionadas à discriminação de gênero das gestoras ambientais no ambiente de trabalho. Algumas das perguntas realizadas foram: *Você já se sentiu discriminada no seu local de trabalho por ser mulher?*; *Você já sofreu Manterrupting, Mansplaining, Bropropriating ou Gaslighting no seu local de trabalho?*;

Você já deixou de realizar alguma atividade no seu trabalho por ser mulher? O que e por quê?; *Você já se sentiu insegura por ser mulher no seu local de trabalho?* *Você já sentiu dificuldade em exercer sua função dentro do órgão ambiental devido ao machismo?* Se sim, você acredita que essas assimetrias poderiam dificultar a gestão da conservação da biodiversidade e por quê?

Ao todo o questionário continha 25 perguntas semi-estruturadas, ou seja, perguntas fechadas de múltipla escolha e abertas. Para a escolha dessas perguntas, utilizamos como base os trabalhos realizados por [9][11][1][12].

Análise de dados

As respostas foram analisadas através de estatística descritiva. No caso das respostas abertas, as informações foram categorizadas através de técnicas de análise de conteúdo e também foi realizada uma análise mais qualitativa das mesmas[15].

Resultados e Discussão

Perfil das gestoras

Das 578 mulheres que atuam como profissionais na gestão de UCs brasileiras, 140 (24,2%) responderam o questionário. Atualmente as UCs do Brasil contam com 1464 profissionais efetivos e mais 3 mil agentes temporários[16]. Nesse cenário, o contato das 578 mulheres representam aproximadamente 13% desses profissionais. Os dados mundiais de representatividade de mulheres no setor ambiental têm demonstrado este mesmo padrão de desequilíbrio na representatividade de gênero. Em 2020, por meio de uma revisão global de 193 países, foi observado que apenas 15% dos cargos de chefia, vinculados ao setor ambiental, eram ocupados por mulheres[17]. Diante do exposto, é possível observar uma grande disparidade na representação de mulheres no setor ambiental, no Brasil e no mundo. Ao mesmo tempo, de acordo com os dados levantados no presente trabalho, foi observado um aumento gradual da representatividade de gestoras mulheres atuando em UCs. De acordo com as respostas, 36,1% das gestoras trabalham entre 11 e 15 anos em/com UCs, 32,9% trabalham até 10 anos, e as demais (31%) atuam a mais de 16 anos. O que indica que nos últimos 15 anos houve um aumento na representatividade de mulheres em UCs.

Em relação aos dados sociodemográficos das profissionais das UCs, a maior parte das mulheres (42,5%) tem idade entre 41 e 51 anos, seguida daquelas que têm entre 26 e 40 anos (38,7%) (Figura 1). São, na sua maioria, casadas ou estão em uma união estável (58,7%), sendo que 34% não tem filhos/as, 47% tem 1 ou 2 filhos/as, e 6% tem 3 ou mais filhos (Figura 1). Entre as mulheres que citaram terem 1 ou mais filhos e que exerceram algum cargo de chefia, todas relataram algum tipo de desafio para conciliar a maternidade com posições de liderança. [18] destacam os seguintes desafios enfrentados por mulheres mães em cargos de liderança na conservação: adaptar horários, reduzir viagens, trabalhar meio período e até mesmo mudar de emprego. Esses dados evidenciam como a criação de filhos ainda recai em grande peso sobre as mulheres, e a falta de debate e inclusão sobre o tema sobrecarrega e dificulta o trabalho das mulheres que são mães.

Em relação aos cargos de chefia, 63% já ocuparam ou ocupam algum cargo de chefia, entretanto, destas, 58,7% não ocupava nenhum cargo de chefia no momento da pesquisa. O tempo

de ocupação de um cargo de chefia para 54% foi de até 10 anos, 9% por mais de 11 anos e 37% nunca ocupou um cargo de chefia (Figura 1). [19] discutiram que a promoção de mulheres para cargos de liderança ocorre em menor frequência em comparação com os homens. Os autores destacam que isso se deve a uma visão preconceituosa de que as mulheres seriam menos aptas para os cargos de liderança[19]. Por mais que as mulheres venham cada vez mais ocupando esses cargos no âmbito da conservação, essas posições ainda trazem muitos desafios às mulheres. Diversos são os desafios enfrentados por mulheres, que limitavam sua liderança no âmbito da conservação, como, por exemplo, desvalorização da competência de liderança dessas mulheres, privação de oportunidades de participação nas tomadas de decisão, assédio, entre outros[19]. Esse mesmo padrão foi observado em uma pesquisa global realizada com profissionais que atuam em diferentes setores ambientais, destacando que as mulheres enfrentam preconceitos em toda a ciência, conservação e pesquisa[20]. Assim, diante do exposto observa-se a dificuldade que as mulheres ainda têm para chegar e se manterem em cargos de chefia dentro do setor ambiental.

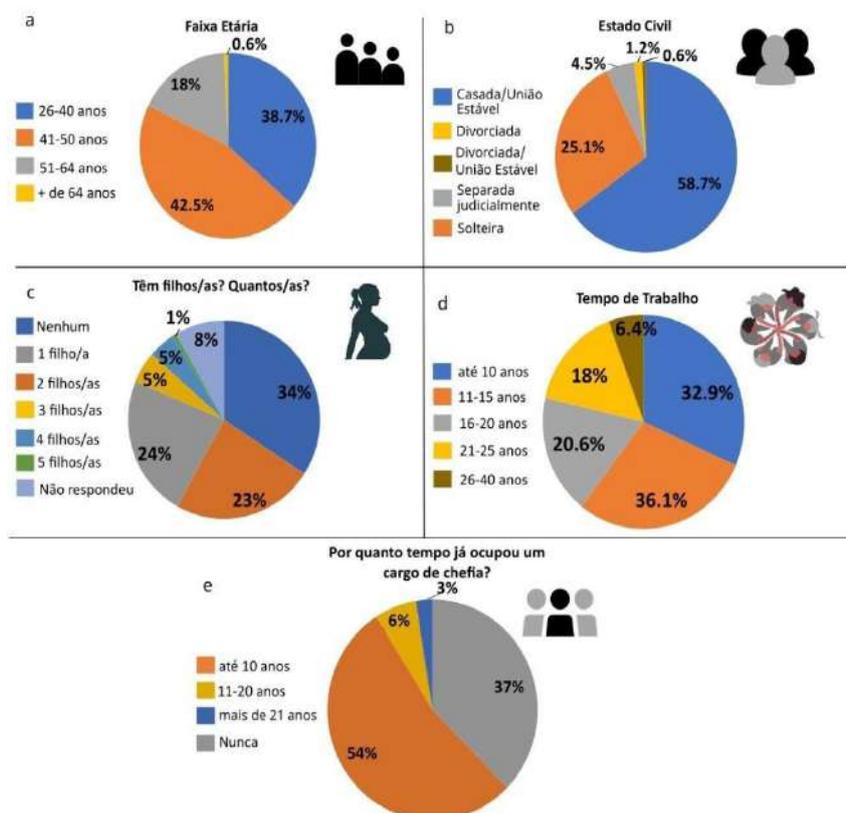


Figura 1 – Perfil etário, civil e histórico de atuação em cargos de chefia das gestoras ambientais. Legenda: (a) resumo da faixa etária das gestoras; (b) estado civil das gestoras; (c) número de filhos/as das gestoras; (d) tempo de trabalho na Instituição; (e) tempo que as gestoras ocuparam algum cargo de chefia. Fonte: Autoras.

Em relação à formação profissional, as gestoras apresentaram uma ampla diversidade de formações (ao todo foram citadas 29 formações diferentes), sendo que a maioria (45,3%) possui graduação em ciências biológicas, 10,7% em engenharia florestal e 5% tem mais de uma graduação. Além disso, 91% têm ou estão desenvolvendo alguma pós-graduação (Figura 2). No Brasil, segundo o IBGE, 12,5% das mulheres com mais de 25 anos de idade possuem nível superior completo comparado à 9,95% dos homens[21]. Na área da pesquisa observou-se um aumento no número de mulheres pesquisadoras da área ambiental, sendo que no período de 2011 a 2015, a proporção de pesquisadores de acordo com o gênero no Brasil era uma das mais equitativas do mundo (49% mulheres e 51% homens)[22]. Mas, essas proporções não refletem na presença de mulheres nas chefias. Em Minas Gerais o quadro de gerentes mulheres nas UCs aumentou nos últimos dez anos, entretanto as mulheres ainda representam apenas 31,1% desses cargos[23]. Ou seja, ainda que as mulheres sejam maioria, tanto na formação como em números totais, esses valores ainda não se

refletem na ocupação de cargos de decisão no setor ambiental.

Aliada a essa situação, ainda que, além das diversas formações, as mulheres apresentassem especializações e pós-graduação, e atuações de mais de 10 anos na área, os valores não mudam (Figura 2). O mesmo foi observado por [24], a qual conclui que apenas 27% dos cargos de liderança em empresas de diversos setores são ocupados por mulheres. Segundo o IBGE[21], 39,1% dos cargos de liderança em empresas ou em órgãos do governo são ocupados por mulheres. Assim como, nos espaços de discussão sobre meio ambiente, que vêm debatendo nas últimas décadas a equidade de gênero, porém as assimetrias ainda perduram[25]. Por exemplo, segundo [26], apesar da melhora no cenário dos últimos anos, as mulheres da ciência do clima ainda não conseguem exercer o seu trabalho de forma plena, precisando se impor e lutar para serem ouvidas. Dessa forma constata-se que não é por falta de conhecimento, experiência ou formação que as mulheres não conseguem alcançar os cargos de chefia no setor ambiental e em tantos outros.

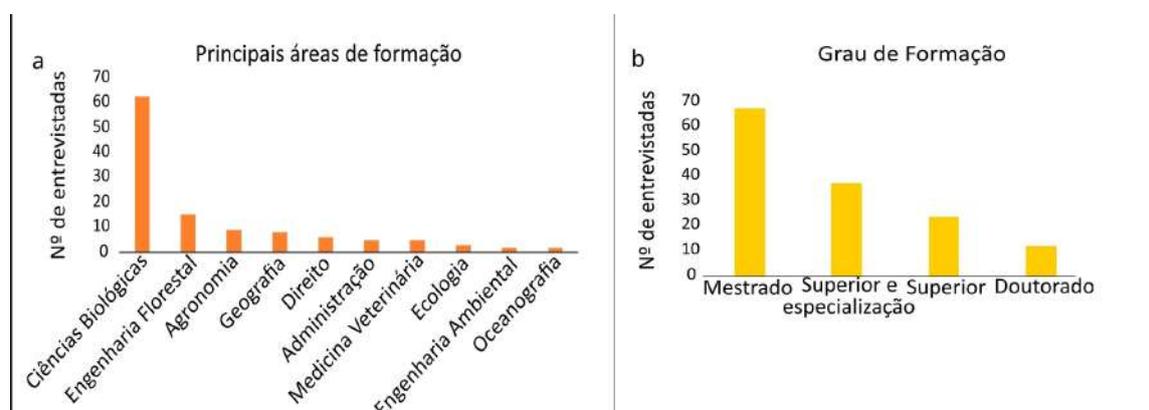


Figura 2 – Perfil da formação profissional e regiões de atuação das gestoras. Legenda: (a) principais áreas de formação profissional das gestoras; e (b) principais área de pós-graduações das gestoras. Fonte: Autoras.

Percepções sobre discriminação de gênero

As gestoras, ao serem questionadas se já haviam passado por alguma forma de discriminação por serem mulheres durante o seu trabalho como gestoras em UCs, 77% afirmaram que sim. O mesmo foi observado por [27], que aponta que a mulher ainda sofre discriminação, de cunho horizontal e vertical, de forma direta e indireta, relativo à sua atuação no mercado de trabalho. Entre as situações de discriminação relatadas pelas gestoras, Mansplaining

foi a situação mais citada (69% das gestoras passaram por essa situação), seguida de Maninterrupting (58,2%), Gaslighting (50,3%) e Bropropriating (46,7%). Essas situações de discriminação também são citadas por [1] no meio acadêmico, neste caso, as mulheres da área de etnobiologia do Brasil citaram sofrer Maninterrupting (37,7%) em maior proporção, seguido de Bropropriating (36,4%), Mansplaining (29,9%) e Gaslighting (22,1%). Diante desses dados e do que vem sendo observado por outros autores da área, que

têm apontado diversas situações de discriminação vivenciada por mulheres no setor ambiental ([28][29][20]) é possível observar um padrão de discriminação se repetindo contra mulheres desse setor.

A maior representação masculina na área científica pode ser um dos motivos que explicam a perpetuação desses preconceitos nessa área. Pois, mesmo com o aumento da inserção de mulheres, o debate sobre equidade de gênero e inclusão ainda não é realizado nestes espaços, e as oportunidades e espaços de fala continuam sendo em sua maioria ofertados para os homens[1]. Importante ressaltar que todas as entrevistadas do presente estudo relataram ter vivenciado duas ou mais dessas situações (Figura 3). Ao serem questionadas a respeito de quem realizava essas situações, 44,6% afirmaram que os seus chefes foram os principais causadores de *Maninterrupting* e *Bropriating*, 26,6% relataram que as situações de *Maninterrupting* e *Mansplaining* ocorreram por pessoas em cargos de direção, mas que não eram seus chefes imediatos e 46% relataram que as situações de *Bropriating* e *Gaslighting* ocorreram principalmente por colegas de trabalho de outras unidades e outros setores da sociedade (prefeitos, vereadores, madeireiros, mineradores, etc). Esses dados alertam o quanto essas situações de discriminação estão impregnadas e presentes no dia-a-dia das gestoras, e sendo realizadas por diferentes representantes do setor ambiental.

O estudo de [30], ao analisar as práticas de *Bropriating*, *Mansplaining* e *Maninterrupting* em uma empresa ambiental estadunidense, constatou que a assimetria de gênero estava presente na corporação. Os homens entrevistados no estudo de [30] relataram não estarem cientes de que estariam interrompendo outras pessoas, enquanto que as mulheres tinham consciência de que estavam sendo interrompidas. Essa situação tem sido associada à naturalização da hierarquia masculina sobre as mulheres, pois os homens tendem a se colocarem em posição de superioridade apenas por serem homens, demonstrando sua crença de que as mulheres são incapazes ou que não vale a pena serem ouvidas[30][28]. Nesse sentido, outro ponto de destaque do presente estudo, é o maior percentual de respostas sobre o *Maninterrupting* estar relacionado aos cargos de chefia, intensificando ainda mais a hierarquia já naturalizada pelos homens. Esse dado, junto com o fato de que a maior parte das mulheres não ocupa ou nunca ocuparam um cargo de chefia, destaca a assimetria no espaço de atuação e de oportunidade para que as mulheres ocupem cargos de liderança.

As gestoras também afirmaram já terem passado por alguma situação de machismo durante o seu trabalho. Entre as entrevistadas, 79,8% relataram terem sofrido assédio sexual, 30,9% relataram que homens não quiseram trabalhar com elas por serem mulheres. Ainda em relação a essa mesma pergunta, 28% relataram que atrasaram ou não conseguiram concluir um trabalho de campo por medo de realizá-lo sozinha ou acompanhada apenas de mulheres, 20,1% relataram que tiveram que mudar o trabalho de campo original por ser mulher, e 25,8% relataram que não passaram por nenhuma dessas situações (Figura 3). O resultado alarmante de assédio sexual sofrido pelas entrevistadas confirma dados nacionais já conhecidos do Tribunal Superior do Trabalho[31]: estima-se que 65% das mulheres já sofreram assédio sexual no ambiente de trabalho. Esse valor refere-se apenas aos casos denunciados, portanto estima-se que esse número seja ainda maior[32]. O trabalho de campo na área da conservação por vezes pode gerar estresse psicológico devido à insegurança das mulheres em realizarem seu trabalho[33]. Tal situação gera uma sobrecarga no trabalho dessas profissionais, aumentando os desafios enfrentados por elas na execução de seus trabalhos.

O medo de irem a campo sozinhas, ou a necessidade de ter um homem acompanhando desestimula as mulheres na realização de seus trabalhos[34]. Boa parte das UCs brasileiras está localizada em locais de difícil acesso ou possui algum tipo de conflito com a população do seu entorno imediato[34], onde as atividades de fiscalização e as que necessitam mobilização social induzem a um tipo de contato direto entre quem está a serviço e o infrator ou comunidade local[35]. Esse tipo de situação também foi citado pelas entrevistadas, e algumas relataram o desânimo em realizar as suas atividades diante dessas situações de perigo ou medo. Aliada a essa situação, a ausência de políticas públicas que garantam direitos e proteção para essas mulheres colocam as gestoras em uma situação de maior vulnerabilidade[35][32].

Outra questão analisada no presente trabalho foi se as já haviam presenciado alguma das situações de discriminação de gênero previamente listadas, 63,3% das gestoras relataram ter participado de situações nas quais homens desmereceram as respostas de mulheres em reuniões. Ainda em relação a essa pergunta, 49,6% relataram terem presenciado situações de agressão psicológica praticada por homens contra mulheres. Também foi citado por 48,9% situações que mulheres desmerecendo

o trabalho ou respostas de outras mulheres em reuniões, 44% relataram situações nas quais homens em cargos de chefia assediaram mulheres de cargos inferiores na equipe e 13,6% disseram nunca terem presenciado nenhuma dessas situações (Figura 3). A falta de uma estrutura de apoio efetivo e legal para as mulheres em seus locais de trabalho dificulta a plena ação dessas mulheres, o que pode ter impactos diretos na conservação da UCs.

Em relação ao apoio e engajamento de outras mulheres, como suporte e força para enfrentar alguma situação de machismo e discriminação de gênero, 43,1% disseram que sim, tiveram apoio de outras mulheres nesses momentos. Entre as entrevistadas 68,3% se consideram feministas, 17,9% disseram que talvez, mas que sabiam pouco sobre o assunto, 12,9% disseram que não e 2,1%

não responderam. Esses dados reforçam o quanto a equidade de gênero precisa ser amplamente discutida em diferentes espaços e de que o sexismo/machismo seja reconhecido como algo real e que ainda estrutura nossas sociedades.

As discussões sobre gênero e feminismo precisam ser fortalecidas tanto nas mulheres, mas também para os homens que precisam rever sua atuação e papel nas relações que estabelecem. Há que se entender que conversar sobre discriminações sofridas por mulheres não é um posicionamento ideológico, e sim, fazem parte da realidade a serem enfrentadas por toda a equipe de trabalho. O objetivo é que por meio de debates e inclusão efetiva, seja proporcionado melhora na qualidade das relações e da relação da equipe com a conservação da natureza.

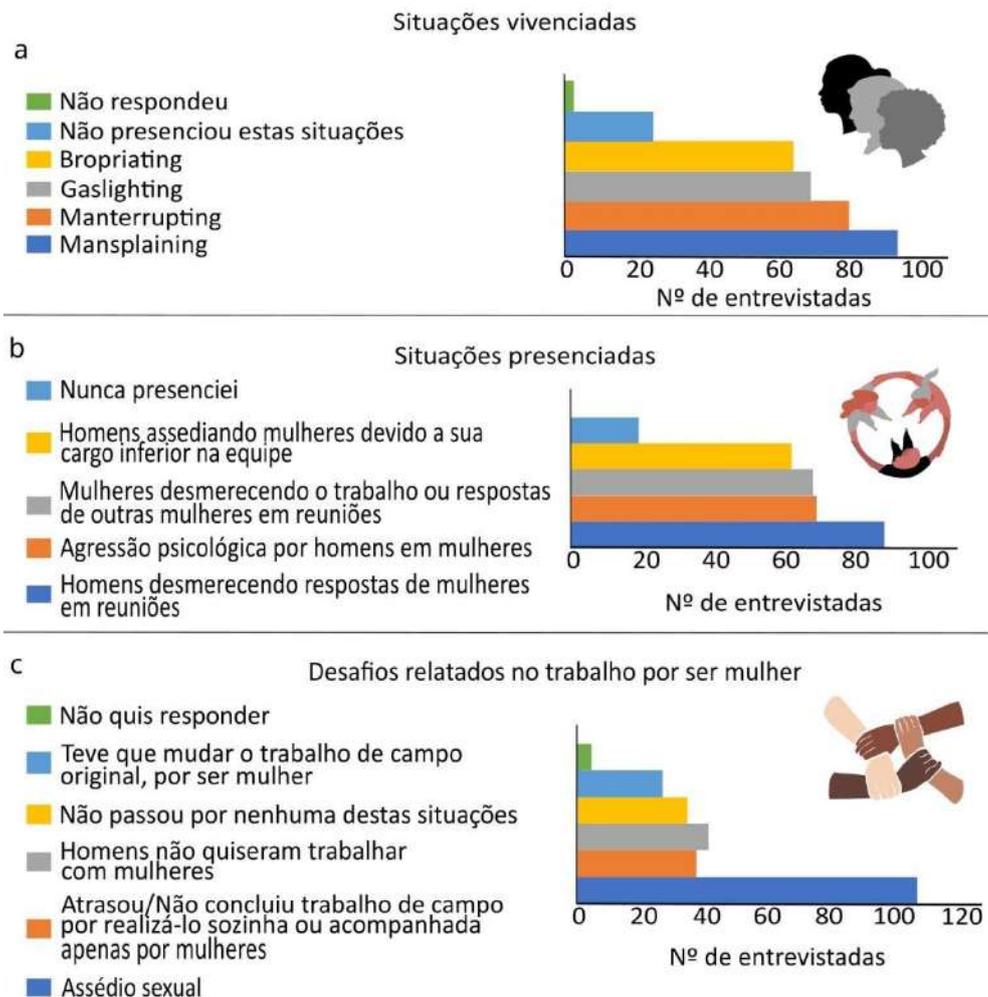


Figura 3 – Situações e desafios vivenciados pelas gestoras. Legenda: (a) situações de assimetria e desigualdade de gênero vivenciadas pelas gestoras no exercício de suas atividades de trabalho nas unidades de conservação; (b) situações de assimetria e desigualdade de gênero presenciadas pelas gestoras com outras mulheres nas unidades de conservação; e (c) desafios enfrentados pelas gestoras por serem mulheres durante o trabalho nas unidades de conservação. Fonte: Autoras.

Percepção da influência das assimetrias de gênero na conservação

Por fim, as gestoras (54,8%) concordaram que essas assimetrias de gênero poderiam impactar diretamente na conservação da biodiversidade, 14,7% disseram que não, 15% disseram que influenciavam em parte e 15% não responderam. Os principais impactos percebidos para a conservação

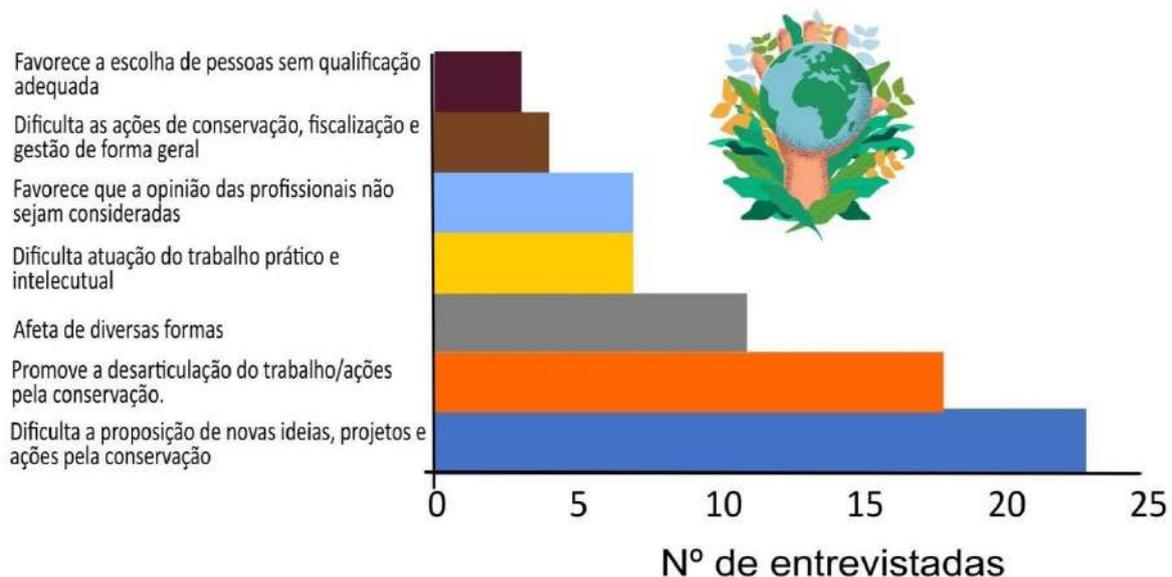


Figura 4 – Impacto da assimetria de gênero na biodiversidade. Impactos da desigualdade de gênero para conservação nas unidades de conservação, pela percepção das gestoras. Fonte: Autoras.

Um exemplo do impacto das assimetrias de gênero na promoção da desarticulação do trabalho/ações pela conservação pode ser observado na fala de uma das gestoras:

“(des) Equilíbrio emocional e (perda de) tempo, muito tempo. Eu frequentemente, perco muito tempo justificando, explicando com detalhes, na tentativa de convencer a equipe a fazer o que eu estou solicitando. Coisa que não acontece com meus colegas de trabalho que são homens. A impressão que eu tenho é que o homem dá uma ordem, e a mulher é sempre um pedido, um favor, que a pessoa que está recebendo a solicitação, precisa ser convencida de que aquilo precisa ser feito daquela forma” (Gestora 33, 26-40 anos).

Os resultados deste estudo demonstram que, ainda que o protagonismo das mulheres na

das UCs devido às assimetrias de gênero foram: dificulta a proposição de novas ideias, projetos e ações pela conservação; promove a desarticulação do trabalho/ações pela conservação e dificulta a atuação do trabalho intelectual (Fig. 4). Assim, diante do exposto observa-se que as assimetrias de gênero e a falta de apoio para as mulheres têm impactos diretos na conservação.

conservação tenha sido destacado em diferentes contextos (por exemplo, [35][36][38]), estamos muito distantes de alcançarmos a equidade proposto pela Convenção sobre Diversidade Biológica ou as metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável[2][3]. Os dados apresentados no presente trabalho demonstram a importância de termos políticas de salvaguardas de gênero nas diferentes instituições que atuam no âmbito da conservação da biodiversidade. É fundamental que as instituições estabeleçam com urgência mecanismos de proteção das mulheres e de outros gêneros e que combatam ações de discriminação e violência de gênero. Além disso, a vivência de situações de discriminação e assimetrias de gênero no trabalho também trazem impactos negativos na vida pessoal dessas mulheres. Alguns exemplos de consequências da assimetria de gênero citadas pelas gestoras foram: estresse, depressão, desmotivação, ansiedade, frustração e baixa

autoestima (Figura 5). Observa-se, dessa forma, que os impactos sofridos por essas mulheres ultrapassam

o trabalho e a conservação e atingem a sua vida de forma geral e profunda.



Figura 5 – Nuvem de palavras dos impactos na vida pessoal das gestoras. Principais palavras citadas pelas entrevistadas quanto aos impactos da assimetria de gênero na sua vida pessoal. Fonte: Autoras.

Ainda que não abordado diretamente no presente trabalho, destacamos que as questões raciais e de gênero devem ser mais bem estudadas. Segundo [39], as mulheres negras possuem menores salários em comparação às mulheres brancas, piores condições de trabalho e lideram a porcentagem de desemprego. E ainda podemos citar [40] que demonstram a exclusão das mulheres travestis e transexuais do mercado de trabalho e na área ambiental. Podemos evidenciar isto através da interseccionalidade, que trata da sobreposição de diferentes sistemas de opressão, que vão para além do gênero e abrange raça, etnia, nacionalidade, status socioeconômico, orientação sexual, idade, entre outros[26]. Além disso, ao discutirmos gênero, não deveríamos apenas falar de mulheres e homens ou de diferença sexual, mas também de identidades que são construídas fora de uma lógica heteronormativa, como a de travestis, transexuais e transgêneros[40]. Porém, esses pontos são limitações do presente estudo, pois não foram levantadas informações sobre raça, etnia, status socioeconômico ou identidade de gênero para que pudéssemos discutir o efeito da interseccionalidade.

Conclusão

O presente trabalho demonstra que as mulheres possuem qualificação e experiência no setor da gestão

de UCs, porém ainda não ocupam cargos de liderança de forma expressiva. Elas vivenciam diversas formas de discriminação e violência, o que dificulta suas ações em prol da conservação da biodiversidade e também traz consequências psicológicas e emocionais, prejudicando o seu desempenho profissional e sua vida pessoal. As mulheres estão gradativamente ocupando espaços de chefia, mas ainda há muito que se debater sobre como discriminações podem ser corrigidas e redirecionadas para um espaço de diálogo e acolhimento dentro do órgão. Além disso, é fundamental que se estabeleçam políticas institucionais que promovam a equidade de gênero e que combatam todas as formas de discriminação e violência, salvaguardando as mulheres que decidem romper com o silêncio e o status quo masculino.

Agradecimentos

Às gestoras do ICMBio que participaram da pesquisa voluntariamente e em especial as servidoras: Ana Luiza C. B. Figueiredo, Marcia Casarin Strapazon e Thais Ferraresi Pereira. E ao CNPq pelo oferecimento da bolsa de produtividade CNPq de NH (304515/2019-1 e 306789/2022-1).

Referências

1. Silva TC, Medeiros PM, Hanazaki N. The role of women in Brazilian ethnobiology: challenges and perspectives. *Journal Ethnobiology Ethnomedicine*, 2019; 15(44).
2. World Economic Forum [Internet]. [acesso em 16 nov 2022]. Disponível em: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GGGR_2021.pdf.
3. Grupo de Trabalho da Sociedade Civil para a Agenda 2030. III Relatório Luz da Sociedade Civil da Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável: Brasil [Internet]. Brasil. 2019. [acesso em 09 mar 2022]. Disponível em: https://brasilhaagenda2030.files.wordpress.com/2019/09/relatorio_luz_portugues_19_final_v2_download.pdf.
4. Federici S. Notas sobre gênero em o Capital de Marx. *Cadernos Cemarx*, 2017; 10: 83-111.
5. Saini A. Inferior: how science got women wrong and the new research that's rewriting the story. Beacon Press, 2017; 224.
6. Lima SSM, Lopes GAC, Pereira GFS. A história da ciência escrita por mulheres: o que os livros não contam sobre as cientistas brasileiras e da região amazônica. *Ciências Humanas*, 2023; 15: 1-42.
7. Byrne M, Broadhurst L, Leishman MC, Belov K. Women in conservation science making a difference. *Pacific Conservation Biology*, 2018; 24(3): 209-214.
8. FAO. Climate Change and Food Security and Nutrition Latin America and the Caribbean [Internet]. [acesso em 02 mai 2022]. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i6311e.pdf>.
9. Albagli S. Convenção sobre Diversidade Biológica: Uma Visão a partir do Brasil. In: Garay, I, Becker BK, (eds.). *Dimensões Humanas da Biodiversidade: O Desafio de Novas relações Sociedade-Natureza no Século XXI*. Petrópolis, 2006; 113-134.
10. COP15. Final text of kunming-montreal global biodiversity framework [Internet]. [acesso em 1 dez 2022]. Disponível em: <https://www.cbd.int/article/cop15-final-text-kunming-montreal-gbf-221222>.
11. Ewig C. Forging women's substantive representation: intersectional interests, Political Parity, and Pensions in Bolivia. *Politics & Gender*, 2018; 14(3): 433-59.
12. Colling AM. Violência contra as mulheres – herança cruel do patriarcado. *Diversidade e Educação*, 2020; 8(5): 171-194.
13. Movimento Mulher 360. MM360 explica os termos gaslighting, mansplaining, maninterrupting e bropropriating [Internet]. 2016. [acesso em 22 jun 2022]. Disponível em: <https://movimentomulher360.com.br/mm360-explica-os-terminos-gaslighting-mansplaining-bropriating-e-maninterrupting/>.
14. Tallis H, Lubchenco J. Working together: a call for inclusive conservation. *Nature*, 2014; 515: 27-28.
15. Silva VA et al. Técnicas para análise de dados etnobiológicos. In: Albuquerque UP et al (org.). *Métodos e técnicas na pesquisa etnobiológica e etnoecológica*. Recife: Nupeea, 2010. p. 189-206.
16. ICMBio. Estrutura e organização do ICMBio [Internet]. 2023. [acesso em 31 out 2023]. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-07/icmbio-e-autorizado-chamar-160-servidores-aprovados-em-concurso#:~:text=Atualmente%2C%20o%20%C3%B3rg%C3%A3o%20conta%20com,%20destaque%20para%20a%20Amaz%C3%B4nia>.
17. UICN (Equador). UICN-Sul / Relatório Anual 2019. Quito: UICN, 2020. [acesso em 20 jun 2021] Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-012-Pt.pdf>.
18. Jones MS, Teel TL, Martinez DE, Solomon J. Conflict and adaptation at the intersection of motherhood and conservation leadership. *Biological Conservation*, 2020; 243: 108487.
19. Jones MS, Solomon J. Challenges and supports for women conservation leaders. *Conservation Science and Practice*, 2019; 1(6): 36.
20. James R, Fisher JRB, Carlos-Grotjahn C, Boylan MS, Dembereldash B, Demissie MZ, Diaz de Villegas C, Gibbs B. Gender bias and inequality holds women back in their conservation careers. *Front Environment Science*, 2023; 10: 1056751.
21. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2014. Estatísticas de gênero: uma análise dos resultados do censo demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE. [acesso em 16 nov 2022]. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=288941>.
22. Elsevier Research Intelligence. Gender in the global research landscape: analysis of research performance through a gender lens across 20 years, 12 geographies, and 27 subject areas [Internet]. 2017. [acesso em 15 dez 2022]. Disponível em: » https://www.elsevier.com/_data/assets/pdf_file/0008/265661/ElsevierGenderReport_final_for-web.pdf.
23. Alves RG, Rezende JLP, Borges LAC, Fontes MAL, Alves LWR. Perfil e percepção dos chefes de unidades de conservação do sistema estadual de áreas protegidas em Minas Gerais. *Sociedade e Natureza*, 2011; 23(2): 345-360.
24. Silveira EF. Disclosure ambiental e mulheres na liderança: uma análise das empresas listadas no novo mercado [Internet]. 2020. [acesso em 16 nov 2022]. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/28915/1/2020_ElisaFerreiraSilveira_tcc.pdf.

25. Barreto, A. A mulher no ensino superior: Distribuição e representatividade. *Cadernos do GEA*, 2014; 3(6): 3-46.
26. Gay-Antaki M, Liverman D. Climate for women in climate science: women scientists and the intergovernmental panel on climate change. *Proceedings of The National Academy of Sciences*, 2018; 115(9): 2060-2065.
27. Lerina MP. Mulheres e mercado de trabalho: discriminação e ações afirmativas. *Organização Internacional Trabalho*, 2019; 81: 58-72.
28. Allen L, Holland KK, Holland H, Salaton T, Moriaso N, Simon S, James N. Expanding staff voice in protected area management effectiveness assessments within Kenya's Maasai Mara National Reserve. *Environmental Management*, 2019; 63: 46-59.
29. Birindelli G, Iannuzzi AP, Savioli M. The impact of women leaders on environmental performance: Evidence on gender diversity in banks. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 2023; 2(4): 1277-1296.
30. Reeves AN. Mansplaining, Manterrupting & Bropropriating: gender bias and the pervasive interruption of women. *Gender Bias and the Pervasive Interruption of Women* [Internet]. [acesso em 25 nov 2022]. Disponível em: <https://research.umich.edu/wp-content/uploads/2021/12/maninterruptions-bropropriation-and-mansplaining-2-yellow-paper-series.pdf>.
31. Assessoria de Comunicação Social TRT-13. Justiça do Trabalho registrou mais de 52 mil casos de assédio moral no Brasil [Internet]. [acesso em 16 nov 2022]. Disponível em: <https://www.trt13.jus.br/informe-se/noticias/em-2021-justica-do-trabalho-registrou-mais-de-52-mil-casos-de-assedio-moral-no-brasil>.
32. Paraíba CM. Tribunal Regional do Trabalho da 13ª Região (PB). Em 2021, Justiça do Trabalho registrou mais de 52 mil casos de assédio moral no Brasil [Internet]. [acesso em 16 nov 2022]. Disponível em: <https://www.trt13.jus.br/informe-se/noticias/em-2021-justica-do-trabalho-registrou-mais-de-52-mil-casos-de-assedio-moral-no-brasil#:~:text=Dados%20do%20Tribunal%20Superior%20do,numerosas%20no%20mundo%20do%20trabalho>.
33. Blanco GD, Zank S, Cantelli D, Silva B, Cunha SMB, Gonçalves MC, Hanazaki N. Aprendizados nas entrelinhas: reflexões e olhares femininos no trabalho etnobiológico. *Ethnoscintia*, 2021; 6(2): 233-248.
34. Lisboa C. Os desafios de ser mulher e trabalhar com conservação em campo [Internet]. 2018. [acesso em 16 nov 2022]. Disponível em: <https://oeco.org.br/reportagens/os-desafios-de-ser-mulher-e-trabalhar-com-conservacao-em-campo/>.
35. Seide MS. Dicionário de linguística da enunciação. In: Flores V, Barbisan LB, Finatto MJB, Teixeira M, (orgs.). *Dicionário de linguística da enunciação*. São Paulo: Contexto, 2009; 55(1): 311-322.
36. Lau JD. Three lessons for gender equity in biodiversity conservation. *Conservation Biology*, Wiley. [S.L.], 15 abr. 2020; 34(6): 1589-1591. <http://dx.doi.org/10.1111/cobi.13487>.
37. Lisboa TK, Lusa MG. Desenvolvimento sustentável com perspectiva de gênero – Brasil, México e Cuba: mulheres protagonistas no meio rural. *Revista Estudos Feministas*, [S.L.], FapUNIFESP (SciELO). dez. 2010; 18(3): 871-887. <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-026x2010000300013>.
38. Maneschy MC, Siqueira D, Álvares MLM. Pescadoras: subordinação de gênero e empoderamento. *Revista Estudos Feministas*, [S.L.], FapUNIFESP (SciELO). dez. 2012; 20(3): 713-737. <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-026x2012000300007>.
39. Lemos PE, Silva C. Discriminação da mulher no mercado trabalho: destacando a mulher negra neste processo. *Revista de Direitos Fundamentais nas Relações do Trabalho, Sociais e Empresariais*, 2019; 5(2): 76-93.
40. Licciardi N, Waitmann G, Oliveira MHM. A discriminação de mulheres travestis e transexuais no mercado de trabalho. *Revista Científica Hermes*, 2015; 14: 201-218.

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo

n.1, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaelectronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886





Caracterização das pescarias artesanais existentes em Fernando de Noronha/PE, Brasil

Gabriela Campos Zeineddine^{1*}

 <https://orcid.org/0000-0001-6410-7091>

* Contato principal

Ana Beatriz Alves Bennemann²

 <https://orcid.org/0000-0001-6941-1869>

Vitor Wasen Quesada³

 <https://orcid.org/0000-0002-3250-4882>

Teodoro Vaske Junior¹

 <https://orcid.org/0000-0003-1573-9185>

Julio Rosa Silva⁴

 <https://orcid.org/0009-0004-5520-266X>

¹ Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho/UNESP, Brasil. <gabriela.zeineddine.brigadista@icmbio.gov.br, teodoro.vaske-junior@unesp.br>.

² Universidade Federal do Rio Grande do Norte/UFRN, Brasil. <ana.bennemann.700@ufrn.edu.br>.

³ Universidade Federal de São Paulo/UNIFESP, Brasil. <vwque1@gmail.com>.

⁴ Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Brasil. <julio-rosa.silva@icmbio.gov.br>.

Recebido em 25/10/2023 – Aceito em 05/04/2024

Como citar:

Zeineddine GC, Bennemann ABA, Quesada VW, Vaske Junior T, Silva JR. Caracterização das pescarias artesanais existentes em Fernando de Noronha/PE, Brasil. *Biodivers. Bras.* [Internet]. 2024; 14(1): 164-185. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i1.2502

Palavras-chave: Ordenamento pesqueiro; pesca artesanal; turismo de pesca.

RESUMO – Este trabalho objetivou descrever as categorias de pesca realizadas em Fernando de Noronha, visando subsidiar o ordenamento pesqueiro, contribuir para a conservação da biodiversidade associada e a valorização da atividade pesqueira tradicional. Os dados foram coletados por meio de entrevistas realizadas no âmbito do monitoramento pesqueiro, e em reuniões de diagnóstico participativo com a comunidade pesqueira e gestores. Para melhor entendimento e caracterização da atividade, durante essas reuniões de diagnóstico, foi construída uma linha do tempo com as principais mudanças relacionadas à pesca artesanal insular. Atualmente existem em média 94 pescadores em Fernando de Noronha, dos quais 35 realizam a pesca nas praias e 59 em barcos. A frota pesqueira é composta por 46 embarcações, porém apenas 19 são exclusivamente de pesca. De acordo com a lei da pesca, a atividade pesqueira local está inserida em quatro categorias de pesca: profissional, de subsistência, amadora e científica. As pescas de subsistência e profissional acontecem em maior frequência, porém a pesca amadora vem crescendo exponencialmente, através do turismo de pesca, uma atividade que faz interface entre a pesca profissional e amadora e, e por ser uma atividade relativamente nova, se encontra em um cenário oportuno para ordenamento. Este trabalho caracterizou os tipos de atividade pesqueira existentes em Fernando de Noronha. De acordo com a percepção das mudanças e aumento da pesca amadora (turismo de pesca), sugere-se que essa atividade seja ordenada de forma particular, com regras específicas que visam à conservação dos recursos naturais explorados, além dos valores culturais e econômicos da comunidade.



Characterization of existing artisanal fisheries in Fernando de Noronha/PE, Brazil

Keywords: Fisheries management; artisanal fishing; fishing tourism.

ABSTRACT – This work aimed to describe the categories of fishing carried out in Fernando de Noronha, which subsidize fishing planning, contribute to the conservation of associated biodiversity and valorization of traditional fishing activity. Data were collected through interviews carried out within the scope of fishing monitoring, and in participatory diagnosis meetings with the fishing community and managers. For a better understanding and characterization of the activity, during these diagnostic meetings, a timeline was constructed with the main changes related to island artisanal fishing. There are currently an average of 94 fishermen in Fernando de Noronha, of which 35 fish from beaches and 59 from boats. The fishing fleet is made up of 46 vessels, but only 19 are exclusively for fishing. According to the fisheries law, local fishing activity falls into four categories of fishing: professional, subsistence, amateur and scientific. Subsistence and professional fishing occur more frequently, however amateur fishing has been growing exponentially, through fishing tourism, an activity that forms an interface between professional and amateur fishing and, as it is a relatively new activity, is in a opportune scenario for ordering. This work characterized the types of fishing activity existing in Fernando de Noronha. According to the perception of changes and increase in amateur fishing (fishing tourism), it is suggested that this activity be organized in a particular way, with specific rules aimed at conserving the explored natural resources, in addition to the cultural and economic values of the community.

Caracterización de las pesquerías artesanales existentes en Fernando De Noronha/PE, Brasil

Palabras clave: Ordenación pesquera; pesca artesanal; turismo pesquero.

RESUMEN – Este trabajo tuvo como objetivo describir las categorías de pesca realizadas en Fernando de Noronha, con el objetivo de subsidiar la planificación pesquera, contribuir para la conservación de la biodiversidad asociada y la valorización de la actividad pesquera tradicional. Los datos fueron recolectados a través de entrevistas realizadas en el ámbito del monitoreo pesquero, y en reuniones de diagnóstico participativo con la comunidad pesquera y gestores. Para una mejor comprensión y caracterización de la actividad, durante estas reuniones de diagnóstico se construyó una línea de tiempo con los principales cambios relacionados con la pesca artesanal insular. Actualmente hay un promedio de 94 pescadores en Fernando de Noronha, de los cuales 35 pescan en playas y 59 en embarcaciones. La flota pesquera está compuesta por 46 embarcaciones, pero sólo 19 se dedican exclusivamente a la pesca. Según la ley de pesca, la actividad pesquera local se divide en cuatro categorías: profesional, de subsistencia, amateur y científica. La pesca de subsistencia y la profesional se dan con mayor frecuencia, sin embargo la pesca amateur ha ido creciendo exponencialmente, a través del turismo pesquero, actividad que constituye una interfaz entre la pesca profesional y la amateur y que, al ser una actividad relativamente nueva, se encuentra en un escenario oportuno para su ordenamiento. Este trabajo caracterizó los tipos de actividad pesquera existentes en Fernando de Noronha. De acuerdo a la percepción de cambios y aumento de la pesca amateur (turismo pesquero), se sugiere organizar esta actividad de manera particular, con reglas específicas encaminadas a conservar los recursos naturales explorados, además de los valores culturales y económicos de la comunidad.

Introdução

A pesca marinha é um desafio particular para a gestão de recursos, sendo cada vez mais abordada pela economia ecológica pelas suas características de gestão comum e tradicional[1]. Classificar as pescarias de pequena e grande escala é uma dificuldade mundial, o que torna um problema grave, uma vez que a diferença de escala dessas atividades afeta o nível de sustentabilidade pesqueira[2]. Segundo a Lei n. 11.959, de 29 de junho de 2009[3], que regula a atividade pesqueira no Brasil, as pescarias brasileiras são classificadas em comerciais (artesanal e industrial), quando o recurso pesqueiro é comercializado, ou não comerciais (científica, amadora e de subsistência), quando não há interesse em comercializar o recurso.

A pesca industrial caracteriza-se por utilizar embarcações de pequeno, médio ou grande porte, e é praticada por pessoa física ou jurídica envolvendo pescadores profissionais empregados ou em parceria de cotas-parte. Já as pescarias artesanais utilizam meios de produção próprios ou com contratos de parceria, e são praticadas diretamente pelo pescador profissional de forma autônoma ou acompanhada com familiares, desembarcado ou com embarcações de pequeno porte e baixa autonomia[3]. A pesca amadora é praticada com finalidade de lazer ou esporte, por pescadores licenciados – licença de pesca amadora (LPA), e com petrechos e cotas de captura previstos na legislação específica, podendo acontecer de forma embarcada, desembarcada ou subaquática[4]. Por fim, a pesca de subsistência é aquela praticada para consumo ou escambo e a científica quando a captura tem finalidade de pesquisa científica[3].

Em Fernando de Noronha, o turismo representa a principal fonte de renda local, porém algumas famílias ainda praticam a pesca como atividade primária ou como complemento da renda familiar[5]. A pesca artesanal do arquipélago de Fernando de Noronha foi descrita anteriormente[6][7][8][9][10][11][5], porém nota-se uma carência de dados sobre sua classificação em relação às categorias pesqueiras supracitadas. A pesca de pequena escala representa pelo menos 50% da produção mundial total[12], ainda assim são necessárias mais informações sobre suas características, dinâmica, classificação e estrutura[13][14].

Estudos vêm demonstrando a importância de realizar gestão pesqueira baseada em conhecimento científico específico da atividade a ser ordenada[15]

[16]. Assim como as características das modalidades podem variar, a pressão pesqueira em cada uma delas também varia, portanto, para que a gestão desses recursos seja efetiva, torna-se necessário considerar as particularidades de cada modalidade. Dessa forma, este trabalho objetivou descrever as modalidades de pesca realizadas em Fernando de Noronha para subsidiar o ordenamento pesqueiro e a atualização do plano de manejo local, contribuindo assim para a conservação dos recursos pesqueiros e da atividade pesqueira tradicional.

Metodologia

Área de estudo

O arquipélago de Fernando de Noronha está localizado a, aproximadamente, 345 km da costa do Nordeste Brasileiro, é composto por 21 ilhas, afloramentos rochosos e ilhotas de origem vulcânica[17]. Pertence ao estado de Pernambuco, sendo Fernando de Noronha a ilha principal e única habitada do arquipélago. Possui cerca de 17 km² de área terrestre e conta com um contorno irregular, com enseadas e praias arenosas, as quais são divididas em “mar de fora” e “mar de dentro” (Figura 1). O “mar de fora” é a face da ilha direcionada ao continente africano, e o “mar de dentro” é a porção noroeste da ilha que está direcionada ao Brasil[18].

O arquipélago abriga inúmeras espécies marinhas e, devido a essa riqueza natural abundante, sua área está totalmente inserida em duas unidades de conservação (UCs). O Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha (PARNAMAR FN) é uma UC de proteção integral e corresponde a 70% da área insular, onde apenas contemplação e pesquisa são permitidas[19]. A Área de Proteção Ambiental de Fernando de Noronha (APA FN) é uma UC de uso sustentável que corresponde a 30% da área terrestre do arquipélago, onde ocorre a atividade pesqueira, moradia, comércio e as demais atividades extrativistas da ilha.

Para ordenar os diferentes tipos de uso dos recursos naturais inseridos na APA FN, o plano de manejo da APA FN estabelece a divisão do território em 10 zonas. A Fig. 1 conta apenas com as duas zonas relacionadas à atividade pesqueira insular. A zona de pesca sustentável (ZPS), que compreende a área marinha passível a ser explorada de forma sustentável pela pesca artesanal e a zona de visitação (ZV), contígua à costa, ordena a atividade de visitação, recreação marinha e pesca de praias[20].

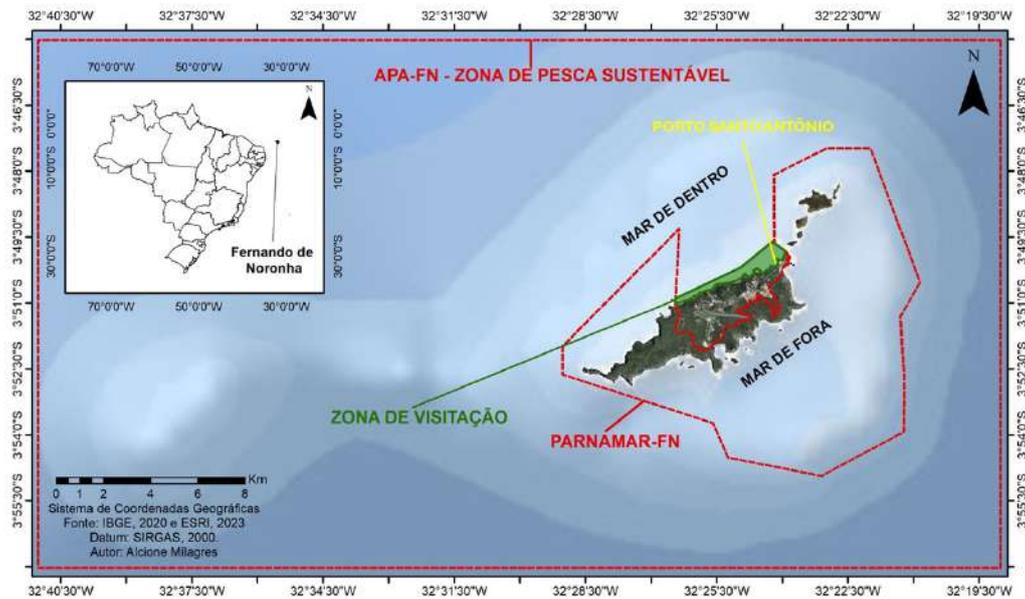


Figura1 – Localização da área de estudo com demarcações das UCs (APA e PARNAMAR), mar de dentro, mar de fora, zoneamento relacionado à pesca artesanal e Porto Santo Antônio.

Coleta e análise de dados

O período de coleta de dados foi de julho de 2022 a novembro de 2023, e foi realizado por meio de entrevistas relacionadas ao monitoramento pesqueiro, embarques para acompanhamento da pesca, marcação dos pontos, e reuniões de diagnóstico participativo realizadas entre o órgão gestor e a comunidade local.

O diagnóstico participativo foi feito em duas reuniões com a comunidade pesqueira e gestores, utilizando a metodologia proposta na apostila de capacitação para o monitoramento participativo da pesca em UCs do Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade do ICMBio – Programa Monitora[21][22]. A metodologia trata da construção conjunta de uma linha do tempo elencando as mudanças da pesca ao longo dos anos e suas características atuais, além de conversas e observações sobre o perfil social e profissional dos pescadores envolvidos. Os dados coletados nas reuniões foram essenciais para descrever o histórico e os padrões das modalidades de pescarias existentes em Fernando de Noronha.

O monitoramento da pesca está inserido no protocolo básico do Programa Monitora[21] ocorre diariamente no Porto Santo Antônio, único porto de Fernando de Noronha (Fig. 1), aonde chegam os pescadores que realizam atividades embarcadas, e nas praias da ilha, onde se encontram os pescadores

que realizam a atividade de forma desembarcada. Esse monitoramento consiste no acompanhamento da atividade (no caso das pescas nas praias) e na coleta de informações sobre a pescaria através do acompanhamento dos desembarques (no caso das pescarias embarcadas) com o auxílio de questionários semiestruturados, aplicados a cada pescador, com questões sobre o clima, condições do mar, características das embarcações (tamanho, composição, potência e tecnologias), petrechos de pesca (tipos de petrecho), produto das capturas (espécies e biomassa de captura), esforço realizado (horas de pesca e número de pescadores), e áreas de pesca (pesqueiros).

Para marcação observação de bordo e marcação dos pesqueiros utilizados, foram realizadas duas saídas embarcadas com o apoio dos pescadores. As saídas consistiram em acompanhamento da pesca ao redor da ilha e marcação dos pontos de pesca com um aparelho de GPS (Global Positioning System) Garmin.

Para identificação e nomenclatura científica dos peixes foram utilizados os trabalhos de[23][24][25]. Todos os dados coletados foram registrados em planilhas do Excel, e foram posteriormente analisados qualitativamente e organizados em categorias para descrição detalhada dos resultados. Os dados dos pesqueiros foram plotados em mapas utilizando o software ArcGis versão 10.5. Todos os procedimentos desta pesquisa foram aprovados pelo ICMBio através da licença Sisbio n° 75500-2.

Resultados e Discussões

Durante o período de monitoramento, foram registrados 59 pescadores embarcados e 35 pescadores de praia e ponta de pedra, incluindo moradores permanentes (comunidade insular tradicional = 75) e moradores temporários (prestadores de serviço na ilha = 19), totalizando 94 pescadores ativos nos anos de 2022/2023.

Nos encontros de diagnóstico participativo da pesca, os pescadores apontaram mudanças da atividade pesqueira insular, posteriores a 1980, como: entre a década de 80 e 90, a pesca artesanal de Fernando de Noronha era realizada por famílias locais, como principal fonte de renda da ilha, e exercida em barcos de ferro com linha de mão, que consistia em fio de seda e um anzol na ponta, e uma caixa de madeira para armazená-la. Segundo pescadores, as iscas utilizadas eram pedaços de peixes como *Cephalopholis fulva* (pirauína), *Sphyrna barracuda* (barracuda) e *Carcharhinus* spp. (tubarões), armazenadas no sal.

De acordo com os pescadores, a partir de 1990 começaram a surgir mais barcos de madeira (barcos de pesca) e os primeiros barcos de fibra (lancha), a isca utilizada passou a ser *Harengula* sp. (sardinha), pescada em redes de cerco com caícos a remo, e armazenadas na Associação Noronhense de Pesca (ANPESCA), que hoje se encontra em reestruturação para voltar à atividade. A partir dos anos 2000, as lanchas de turismo começaram a se estabelecer, junto com campeonatos de pesca, iscas artificiais e novas tecnologias de navegação. Segundo Martins[9], nessa época também houve mudanças no regimento da atividade devido à influência das UCs no modo de vida e pesca tradicional, como proibição de áreas de pesca, armas de captura, redes de cerco, espinhel e captura de tubarões.

No contexto da Lei da Pesca – Lei n. 11.959 de 29 de junho de 2009 – [3], existem quatro categorias de pesca em Fernando de Noronha: pesca profissional, de subsistência, amadora e científica, além do turismo de pesca, uma atividade que mescla a pesca profissional e amadora (Fig. 2).

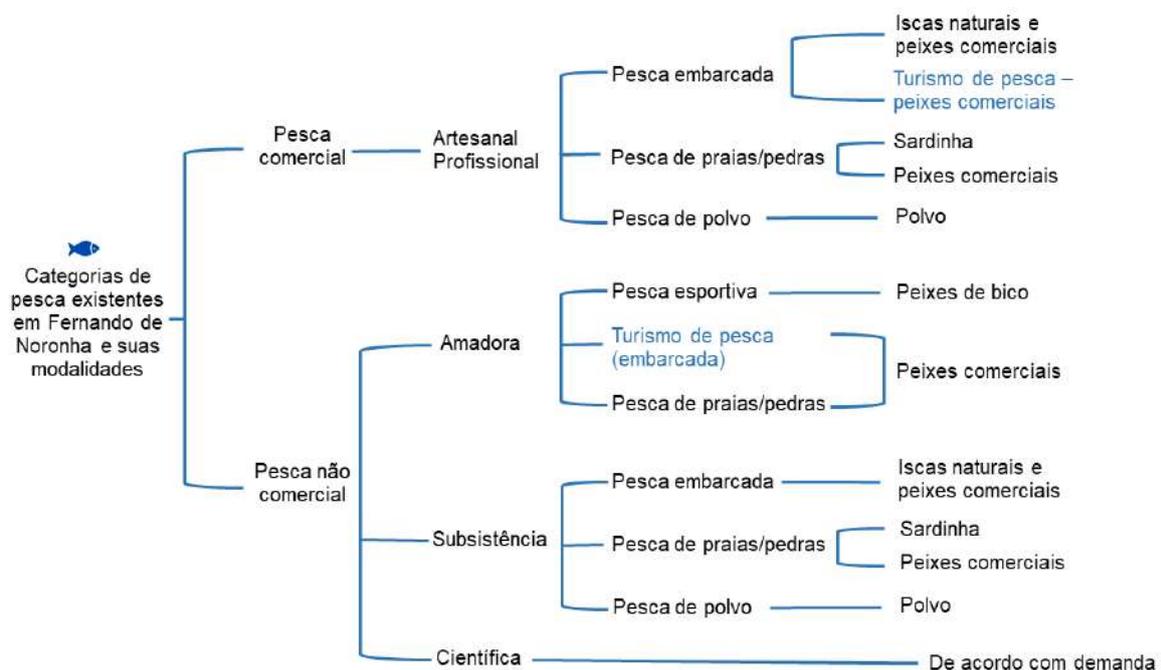


Figura 2 – Esquematização das categorias de pesca existentes em Fernando de Noronha, com as modalidades e o recurso alvo de cada modalidade.

Pesca Artesanal – Profissional

Pesca embarcada

As pescarias artesanais embarcadas ocorridas no arquipélago são desenvolvidas dentro da APA, com finalidade comercial e de subsistência. O destino do pescado é o comércio para bares, restaurantes, moradores ou consumo[10]. Os pescadores possuem cadastro de pescador profissional no sistema do

Registro Geral da Atividade Pesqueira (RGP), como ordena a Portaria MPA nº 127, de 29 de agosto de 2023 [26]. Atualmente existem 70 pescadores profissionais com RGP e 24 em processo de solicitação. As embarcações que realizam atividades com pesca distinguem-se em três tipos: barcos de pesca, lanchas e caícos (Fig. 3). A frota pesqueira é composta por 46 barcos, dos quais 27 desenvolvem atividades de pesca e turismo e 19 são exclusivamente de pesca (Tabela 1).



Figura 3 – Embarcações utilizadas nas pescarias de Fernando de Noronha.

Tabela 1 – Caracterização da frota pesqueira de Fernando de Noronha (caícos e barcos de madeira: pesca profissional e subsistência; Lanchas: pesca profissional e amadora).

	Caícos (n=9)	Barcos de pesca (n=10)	Lanchas (n=27)	Total (n=46)
Comprimento (metros)	Min. 5 Máx. 6.5	Min. 7 Máx. 9	Min. 8 Máx. 11.1	Min. 5 Máx. 11.1
Largura (metros)	Min. 1.6 Máx. 1.9	Min. 2.6 Máx. 3.9	Min. 2 Máx. 5.4	Min. 1.6 Máx. 5.4
Potência do motor (Hp)	Min. 15 Máx. 30	Min. 45 Máx. 120	Min. 50 Máx. 600	Min. 15 Máx. 600
Casaria	Não possui (9)	Possui (9)	Possui (26) Não possui (1)	Possui (35) Não possui (10)
Inscrição Marinha	Possui (6)	Possui (8)	Possui (27)	Possui (41)
Composição do casco	Fibra (8) Madeira/fibra (1)	Madeira/fibra (9)	Fibra (25) Madeira/fibra (2)	Fibra (33) Madeira/fibra (12)
Número de motores	1 Motor (9)	1 Motor (9)	1 Motor (15) 2 Motores (12)	1 Motor (33) 2 Motores (12)
Posição do motor	Popa (9)	Centro (9)	Centro (24) Popa (3)	Centro (33) Popa (12)
Instrumentos de navegação	Não tem (2) Rádio VHF (6) GPS (1)	Sonda (6) Rádio VHF (10) GPS (8)	Sonda (22) Rádio VHF (27) GPS (27) Piloto autom. (6) Rastreador (6)	Não tem (2) Sonda (28) Rádio VHF (42) GPS (35) Piloto autom. (6) Rastreador (6)
Petrechos	Linha de mão e isca-viva (8) Vara, molinete e isca artificial (2)	Linha de mão e isca-viva (9) Vara, molinete e isca artificial (4)	Vara, molinete/carretilha e isca artificial (27)	Linha de mão e isca-viva (17) Vara molinete e isca artificial (34)

As embarcações do tipo “caíco” aumentaram com o decorrer dos anos[9], já os barcos de pesca não obtiveram o mesmo comportamento. De acordo com os pescadores, os caícos são adquiridos por valores mais acessíveis e são construídos na própria ilha, favorecendo os iniciantes ou

pescadores artesanais pouco desenvolvidos, porém os que possuem barco de pesca estão migrando para embarcações do tipo lancha, devido à maior versatilidade para trabalhar com pesca e outras atividades do turismo, como aluguel de barco e passeios náuticos de visitação (Fig. 4).

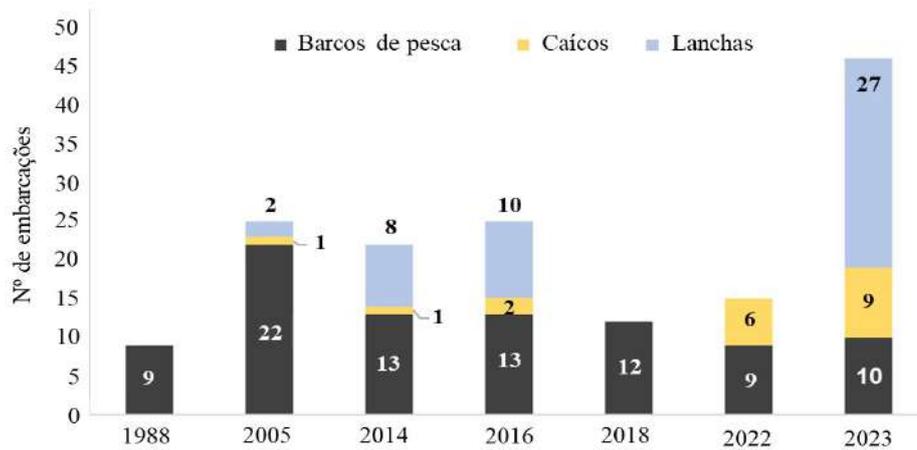


Figura 4 – Evolução temporal da frota pesqueira de Fernando de Noronha[6][7][9][10].

Além do aumento no número de lanchas, houve aumento nos tamanhos, potência de automação e desenvolvimento tecnológico. Em 2016 as embarcações divergiam entre 5 e 11 metros de comprimento, e 240 Hp de potência[7]. Atualmente há embarcações de 11 metros e 2 motores totalizando 600 Hp. Isso permite que as embarcações realizem atividades com maiores esforços de pesca, em termos de tempo e distância. No entanto, a maior autonomia de captura e capacidade interna de armazenamento pode se tornar preocupante para a conservação da

biodiversidade marinha associada à pesca local. Além disso, existem evidências que a rápida expansão do turismo de passeios náuticos pode impactar cardumes e habitats dos peixes recifais, prejudicando o desenvolvimento da atividade pesqueira[27].

A pesca embarcada utiliza pontos de pesca conhecidos (Fig. 5), que consistem em rochas, lajes ou cabeços, e representam o local de alimentação e passagem de inúmeras espécies marinhas e grande produtividade pesqueira[28].

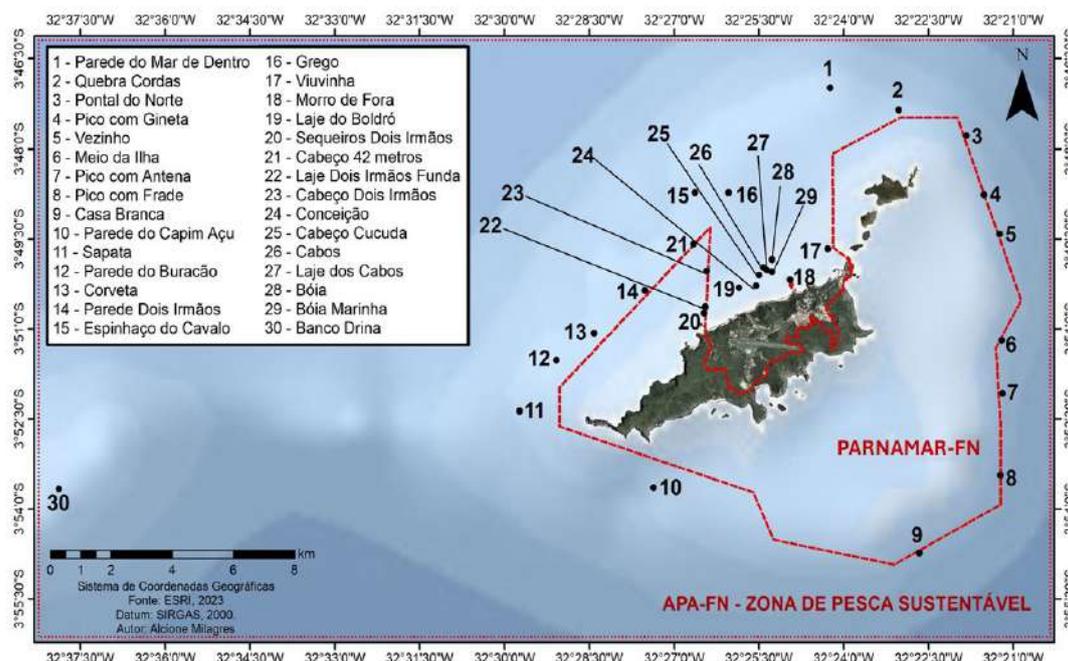


Figura 5 – Pontos de pesca embarcada (profissional, subsistência e amadora) de Fernando de Noronha.

Os caícos utilizam pesqueiros mais próximos à ilha (mar de dentro, pontos 16 a 29) por serem mais abrigados de ondas e possíveis de acessar as paredes próximas da ilha. As paredes são onde se situa o fim da plataforma continental (platô da ilha), ali a profundidade cai abruptamente e é exatamente nesse declive que os peixes costumam se alimentar[28]. Os barcos de pesca e lanchas costumam utilizar os

pesqueiros mais distantes (mar de fora, pontos 1 a 16 e 30 a 33), com profundidades mais elevadas, também nas paredes (Tabela 2). As duas maiores embarcações (9 e 11 metros) utilizam pesqueiros mais distantes da ilha como o Banco Sueste (4° 15' 38.8"S 33° 14' 28.7"W), localizado a 93 km da ilha e Banco Leste (3° 45' 08.2"S 33° 12' 47.5"W), a 70 km.

Tabela 2 – Profundidade dos pesqueiros utilizados para a pesca embarcada de Fernando de Noronha.

Pesqueiro	Profundidade (m)		
1.Paredes do mar de dentro	80	17.Viuvinha	15
2.Quebra Cordas	100	18.Morro de fora	15
3.Pontal do norte	80	19.Laje do boldró	20
4.Pico com gineta	76	20.Sequeiros dois irmãos	25
5.Vezinho	78	21.Cabeço 42 metros	50
6.Meio da ilha	88	22.Laje dois irmãos funda	40
7.Pico com antena	89	23.Cabeço dois irmãos	50
8.Pico com frade	80	24.Conceição	25
9.Casa branca	80	25.Cabeço cucuda	30
10.Parede do capim-açú	80	26.Cabos	25
11.Sapata	75	27.Laje dos cabos	26
12.Parede do buracão	75	28.Boia	30
13.Corveta	70	29.Boia da marinha	15
14.Parede dois irmãos	80	30.Banco drina (raso)	55
15.Espinhaço do cavalo	80	31.Bando leste (raso)	70
16.Grego	55	32.Banco sueste (raso)	35

Os bancos Leste e Sueste localizam-se entre Fernando de Noronha (Banco Leste a 78,86 km e Noronha e Banco Sueste a 93,34 km) e Atol das Rocas, e atuam como ligação da biodiversidade entre as duas ilhas. Essa região é considerada um *hotspot* (ponto crítico) em Noronha, devido à alta taxa de endemismo e biodiversidade, desempenha um papel fundamental para conservação marinha do Brasil[29]. Porém, encontra-se fora da APA, o que dificulta o manejo da área e a conservação de sua biodiversidade associada.

Os barcos de pesca e caícos utilizam linha de mão (Fig. 6) e iscas naturais vivas ou mortas (na ausência de isca viva). As iscas naturais utilizadas pelos pescadores de Noronha são a *Harengula* sp.

(sardinha), o *Decapterus macarellus* (garapau), e pedaços de alguns peixes como a *Haemulon chrysargyreum* (xira)[10].

A sardinha é pescada com tarrafa de rufo, que consiste em uma rede circular com malha de 12 mm de nós opostos, 2 m de altura e aproximadamente 10-15 m de roda. Possui uma linha presa em seu centro e chumbos em toda sua circunferência, que fazem a rede fechar quando a linha é puxada. Quando lançada, a tarrafa se abre sobre a água e afunda se fechando, capturando os peixes que estavam no seu raio de ação[30]. Após a obtenção das iscas, o pescador as armazena vivas em viveiros adaptados nas embarcações e segue para o pesqueiro na busca das espécies-alvo (Tabela 3).

Tabela 3 – Espécies alvo das pescarias de Fernando de Noronha em ordem de preferência (diferenças entre embarcada e desembarcada)

Nome científico	Nome comum	Pesca embarcada			Pesca de praia
		Corrico	Caída	Ancorada	
<i>Acanthocybium solandri</i>	Cavala-empinge	X	X	X	
<i>Thunnus albacares</i>	Albacora- laje/amarela	X	X	X	
<i>Thunnus atlanticus</i>	Albacora- Cachorrinha	X	X	X	
<i>Coryphaena hippurus</i>	Dourado	X	X	X	
<i>Sphyraena barracuda</i>	Barracuda	X	X	X	X
<i>Elagatis bipinnulata</i>	Anchova	X	X	X	
<i>Caranx lugubris</i>	Xaréu-preto	X	X	X	X
<i>Alectis ciliaris</i>	Galo-do-alto		X	X	X
<i>Lutjanus jocu</i>	Dentão		X	X	X
<i>Cephalopholis fulva</i>	Piraúna		X	X	X
<i>Paranthias furcifer</i>	Boquinha		X	X	
<i>Dermatolepis inermis</i>	Gostosa		X	X	
<i>Caranx crysos</i>	Xixarro	X	X	X	X
<i>Istiophorus platypterus</i>	Agulhão-vela	X	X	X	
<i>Katsuwonus pelamis</i>	Bonito-listrado	X	X	X	
<i>Canthidermis sufflamen</i>	Cangulo-bode		X	X	X
<i>Caranx bartholomaei</i>	Guarajuba	X	X	X	X
<i>Caranx latus</i>	Xaréu-branco	X	X	X	X
<i>Anisotremus surinamensis</i>	Cabo-veio				X
<i>Brachygenys chrysargyrea</i>	Xira				X
<i>Balistes vetula</i>	Cangulo-bandeira		X	X	
<i>Seriola spp.</i>	Arabaiana	X	X	X	X
<i>Haemulon parra</i>	Cambuba		X	X	
<i>Malacanthus plumieri</i>	Pirá		X	X	

O petrecho “linha de mão” é composto por uma cumbuca, que pode ser de madeira ou cano de PVC (policloreto de vinila), com espuma ou madeira dentro (para não afundar), linha (nylon de 0,50 a 1,20 mm de espessura) e anzol (tipo simples com argola ou pata). Para proteger os dedos e auxiliar na aderência da linha, os pescadores utilizam borracha de câmaras de ar de pneu de bicicleta. (Fig. 6).

As embarcações utilizam três técnicas de movimentação: caída, corrico ou ancorado. Na técnica da caída, o pescador ao chegar no pesqueiro desliga o motor e joga a linha de pesca com a sardinha

viva ao mar, o barco segue derivando em função das correntes marinhas superficiais até atingir distância do pesqueiro e diminuir a produtividade, então o pescador recolhe a linha, liga o motor, retorna ao pesqueiro e lança a linha novamente[11].

Na caída também é utilizada vara com molinete e isca artificial do tipo *Jumping Jig*[31] (Fig. 6). O pescador solta a linha até o *jig* bater no fundo do mar, e iça fazendo movimentos pendulares (para cima e para baixo) com a ponta da vara, para que a isca se movimente como um peixe nadando até a superfície, sendo uma técnica de pesca vertical. A modalidade

do jig é recente e representa uma alternativa de isca para os períodos de mar agitado, em que não é possível obter isca viva, porém indica mudanças

na pesca artesanal tradicional da ilha[9]. Quando a embarcação fica ancorada, os pescadores pescam da mesma forma da caída, porém com o barco ancorado.

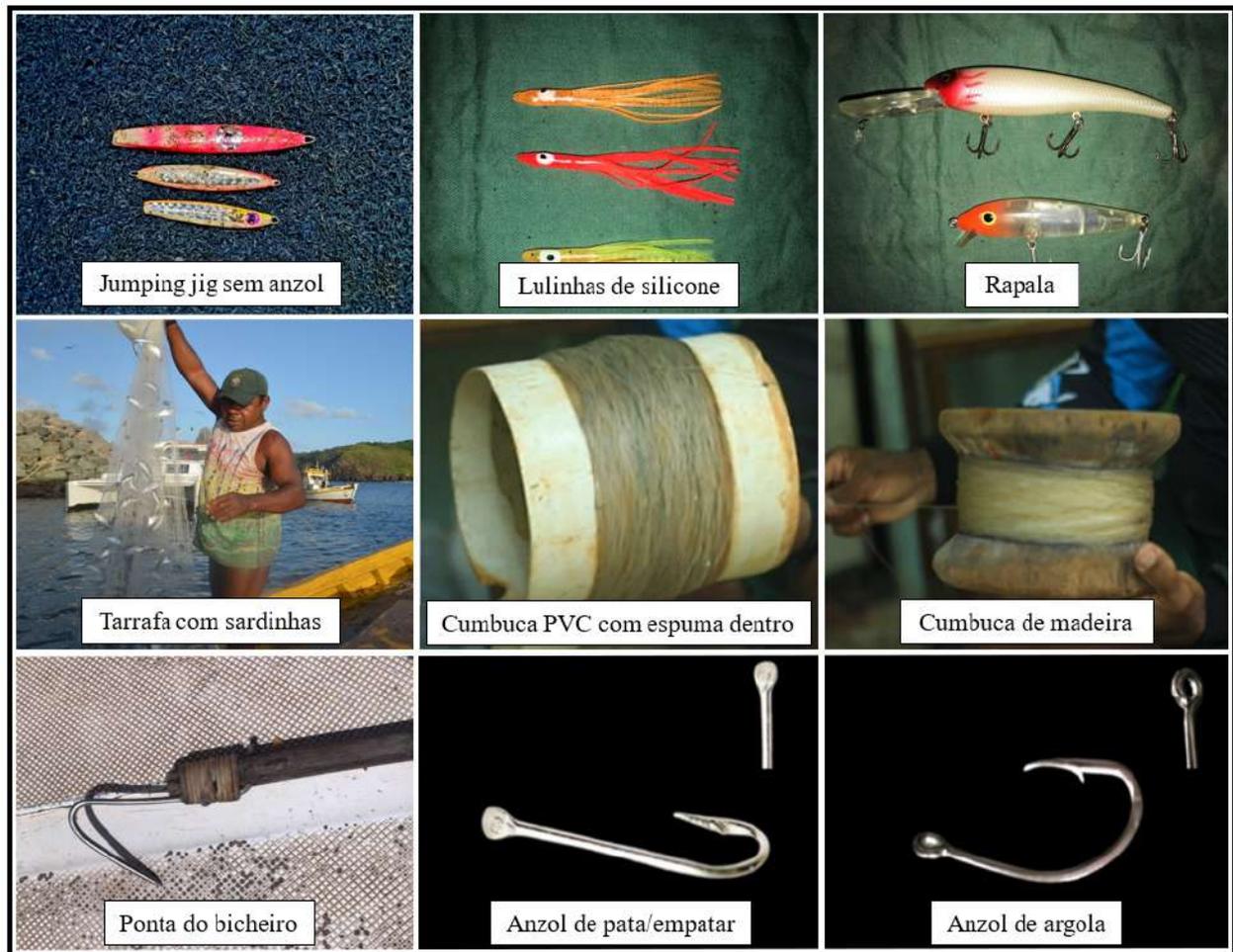


Figura 6 – Petrechos de pesca utilizados na pesca embarcada profissional, amadora e de subsistência em Fernando de Noronha. Fotos: Bruna Roveri.

A técnica do corrico é desenvolvida com o barco em movimento numa velocidade constante, onde as linhas são rebocadas com as iscas artificiais do tipo rapala, lulas de silicone e pedaços de peixe[32]. O corrico acontece também com linha de mão, sardinha e iscas artificiais[5][11]. Para retirar o peixe do mar, os pescadores utilizam um pedaço de madeira com aço em formato de gancho na ponta conhecido como “bicheiro” (Figura 06).

A legislação incidente para a pesca profissional de Fernando de Noronha é o plano de manejo da APA[20], que ordena a atividade dentro da UC, a Lei da Pesca[3], que ordena a modalidade, a Portaria SAP/MAPA n° 265[33], qual configura a regularização dos

pescadores profissionais, e as Normas da Autoridade Marítima para Embarcações Empregadas em Navegação de Mar Aberto - NORMAN-01/DPC[34].

Baseado nas observações de bordo realizadas, a atividade ocorre dentro do regramento local no que diz respeito às artes de pesca, métodos de captura e licença de pescadores, porém ainda há questões a serem trabalhadas em relação aos limites do PARNAMAR. As embarcações pescam dentro dos limites da APA, mas nos momentos de “caída” os barcos acabam derivando para o interior do PARNAMAR, podendo acontecer alguns exemplares até o pescador perceber e retornar para o ponto inicial.

Para fins legislativos[3], embarcações de pesca são autorizadas para tal atividade e registradas perante as autoridades competentes. As embarcações de Noronha possuem um Título de Inscrição de Embarcação (TIE) requerido pela Marinha do Brasil [34], que registra a embarcação para atividades de pesca ou turismo, porém, segundo resultados do monitoramento, não existe um controle vigente no cadastramento e autorizações das embarcações. É necessário o cadastramento das embarcações de

pesca, regulamentação das autorizações e licenças para tais atividades.

Pesca desembarcada (praias)

Os pescadores desembarcados também são registrados com a licença da pesca profissional[3], e tanto na APA quanto na zona de visitação (ZV) são permitidas atividades de pesca, que ocorrem normalmente em bancos de areia ou pontas de pedra (Fig. 7).

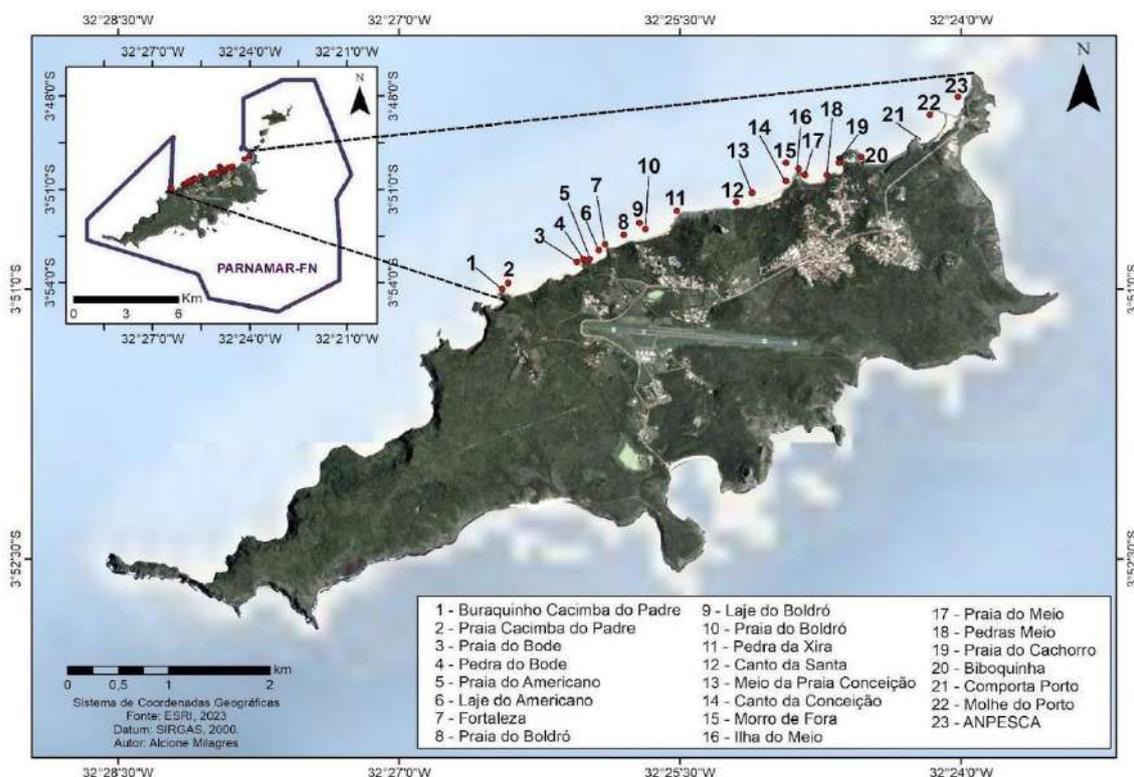


Figura 7 – Pontos de pesca desembarcada (profissional, subsistência e amadora) de Fernando de Noronha.

Assim como as pescarias embarcadas, a pesca de praia utiliza a sardinha viva ou morta como isca natural, e a captura ocorre na areia das praias, com tarrafa. Os pescadores chegam na praia em torno de 5h30 da manhã ou 16h30 da tarde, observam a mancha do cardume de sardinha, a atividade de alimentação das aves (“comidinha”) e lançam a tarrafa no cardume. As sardinhas capturadas ficam armazenadas em baldes com água (Fig. 7) enquanto

o pescador desenvolve a pescaria de espécies alvo de consumo ou comércio[9].

As pescarias de peixes maiores (espécies alvo) são realizadas com a cumbuca de linha de mão e anzol simples, como ocorre nos barcos. Apenas dois pescadores tradicionais utilizam vara, molinete e sardinha para pescar nas praias (Fig. 8). Os pescadores depositam os peixes pescados na areia e os limpam no mesmo local.



Figura 8 – Petrechos de pesca utilizados na pesca desembarcada profissional, de subsistência e amadora em Fernando de Noronha. Fotos: Bruna Roveri e Tunan Thome.

Vale destacar que as composições das capturas variam de acordo com o local (praias ou barco) (Tabela 3). A pesca embarcada tem como alvo os

peixes pelágicos de pequeno e grande porte como a barracuda, xaréu, cavala, albacoras e dourados[35], já a pesca de praia direciona o esforço para

guarajubas, dentão, piraúnas e xixarros, por compor o recurso disponível no local[5]. O comércio dos peixes também é influenciado pela diferença das capturas. Restaurantes optam por peixes maiores e mais fáceis de serem manuseados (grandes pelágicos), ou porções de peixes pequenos para servir inteiro no prato, como a sardinha[17].

- Termo de compromisso – pesca de sardinha

No período de grandes ondulações “*swell*”, (novembro a abril) a atividade pesqueira é prejudicada, pois torna-se impossível aproximar-se das praias para capturar a isca natural[11]. Antes da criação do Parque Nacional os pescadores alternavam a captura de iscas entre as praias do mar de fora e baías mais abrigadas, localidades que hoje se encontram inseridas no PARNAMAR onde não pode ocorrer a pesca, o que causou revolta. E, portanto, existe um conflito de pesca desde a criação do PARNAMAR (1988)[36].

Em 2021 foi assinado um acordo entre os pescadores tradicionais de Noronha e o ICMBio para autorização da captura de sardinha no PARNAMAR nos períodos de *swell*. O termo de compromisso consiste em um instrumento de gestão, firmado entre o órgão gestor e as populações tradicionais em UCs, para regular as condições de permanência dessas populações onde sua presença ou uso de recursos naturais não sejam admitidos ou previstos[37][38][39].

Atualmente 53 pescadores tradicionais assinaram o termo e são autorizados a capturar sardinha, apenas para a finalidade de isca-viva, nas praias da Caieiras e Leão (PARNAMAR), no período de *swell*, das 5h30 às 7h da manhã, com acompanhamento de um fiscal do ICMBio para monitoramento da atividade. A pesca de sardinha acontece com tarrafa, com cotas de até 5 kg por pessoa e embarcações de até 9 m de comprimento.

Segundo avaliação dos pescadores tradicionais, o termo de compromisso se mostrou uma ferramenta importante para a comunidade local, pois assegura seu direito tradicional, porém as praias e horários estabelecidos pelo termo não foram eficazes logística e financeiramente. Sugere-se que a avaliação feita pelos pescadores seja relevada, bem como o termo seja alterado de acordo com as possibilidades e facilidades de ambas as partes.

Pesca de subsistência

Pesca embarcada

A pesca de subsistência embarcada não difere da pesca profissional, o que determina o destino do pescado (se é comércio ou consumo) é a quantidade e qualidade do peixe capturado. Por vezes o pescador pesca apenas um exemplar, todavia é um peixe grande e de valor comercial, então serve para comércio, já no caso de um peixe menor e sem valor comercial, o pescador não vende, apenas consome.

Pesca desembarcada (praias)

A pesca de subsistência ou profissional ocorre da mesma forma na praia, assim como nos barcos, o comércio dos peixes depende da qualidade e quantidade de sua produção. A pesca de praia é subsídio alimentar para aproximadamente 50 famílias de Noronha, configurando um cenário de subsistência local e manutenção do saber tradicional[40]. O crescimento desordenado de atividades turísticas pode atingir a comunidade pesqueira atrelada às áreas de sobreposição de atividades (pesca e visitação)[41]. É possível considerar o aumento de atividades turísticas (mergulho, passeios de barco, visitação em praias) e habitabilidade na ilha (tratamento de água e esgoto) como pontos preocupantes para o desenvolvimento da atividade pesqueira de praia e conservação da biodiversidade local.

Pesca de polvo

A pesca de polvo tem como alvo a espécie *Octopus insularis*[42] e acontece em todas as praias da APA (Fig. 9). Essa atividade é restrita apenas a moradores permanentes da ilha de Fernando de Noronha (com mais de 10 anos de moradia), com cadastramento prévio e específico[20]. O último cadastramento de pescadores de polvo foi realizado em 2022, e seguiu os critérios definidos pelo plano de manejo local, instrumento do regimento dessa atividade. Atualmente existem 115 moradores autorizados, dos quais 36 são também pescadores profissionais autorizados a comercializar o pescado, e 79 são pescadores de subsistência, os quais não podem comercializar os exemplares capturados.

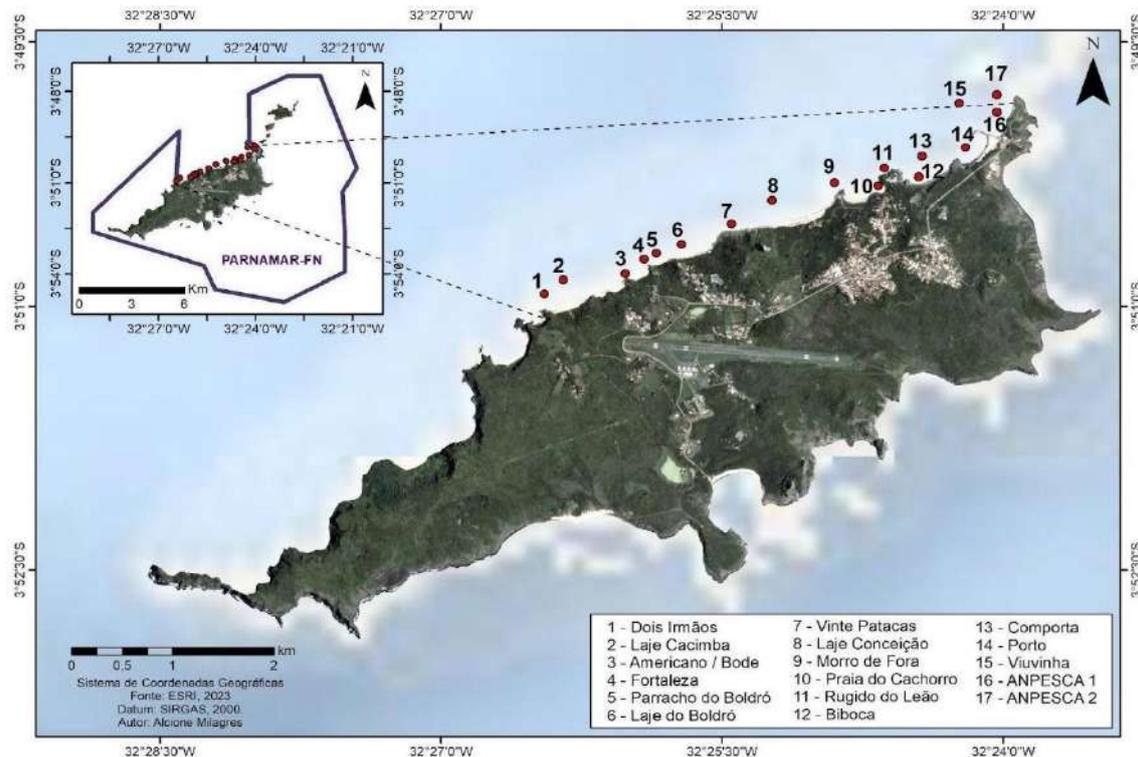


Figura 9 – Pontos de pesca do polvo *Octopus insularis* no Arquipélago de Fernando de Noronha.

A captura acontece através de mergulhos em ambientes com dois metros (ou mais) de profundidade, com o auxílio de máscara, snorkel, nadadeira, um bicheiro para capturar o polvo dentro das tocas e uma fieira para armazenamento dos indivíduos já capturados. O pescador faz flutuação com snorkel e observa a composição do fundo, caso encontre uma toca ou o polvo, mergulha, enfia o bicheiro dentro da toca e puxa o polvo, matando o animal em sequência (com furos na cabeça). Os polvos capturados ficam presos na fieira enquanto o pescador segue a pescaria (Fig. 10).

Apesar de essa atividade existir no interior da APA FN desde 1988, sua regulamentação só foi instaurada como parte do plano de manejo em 2005 (MMA/IBAMA, 2005), e atualizada em 2017[20], com base em dados biológicos de pesquisas realizadas pelo Projeto Polvos de Fernando de Noronha[42][43]. Nessa regulamentação consta que o peso mínimo de

captura é 500g (maior que a palma de uma mão), o exemplar só pode ser capturado em ambientes acima de 2 m de profundidade e não é permitido o uso de produtos químicos para sua captura.

O estabelecimento de normas de ordenamento com base em parâmetros biológicos e ecológicos das espécies a serem exploradas garantem programas de manejo de longa duração, eficácia na gestão para conservação da espécie e continuidade da atividade pesqueira tradicional[44]. Considerando que os polvos da espécie *Octopus insularis* são animais semélparos, que tem o período de vida menor que um ano, que possuem desovas planctônicas, que é uma espécie adaptada a ambientes quentes, rasos e salgados, e que podem expandir sua distribuição e aumentar sua população com a elevação da temperatura do mar, esta atividade pesqueira não é considerada como um ponto preocupante para a gestão pesqueira atual[45][46].

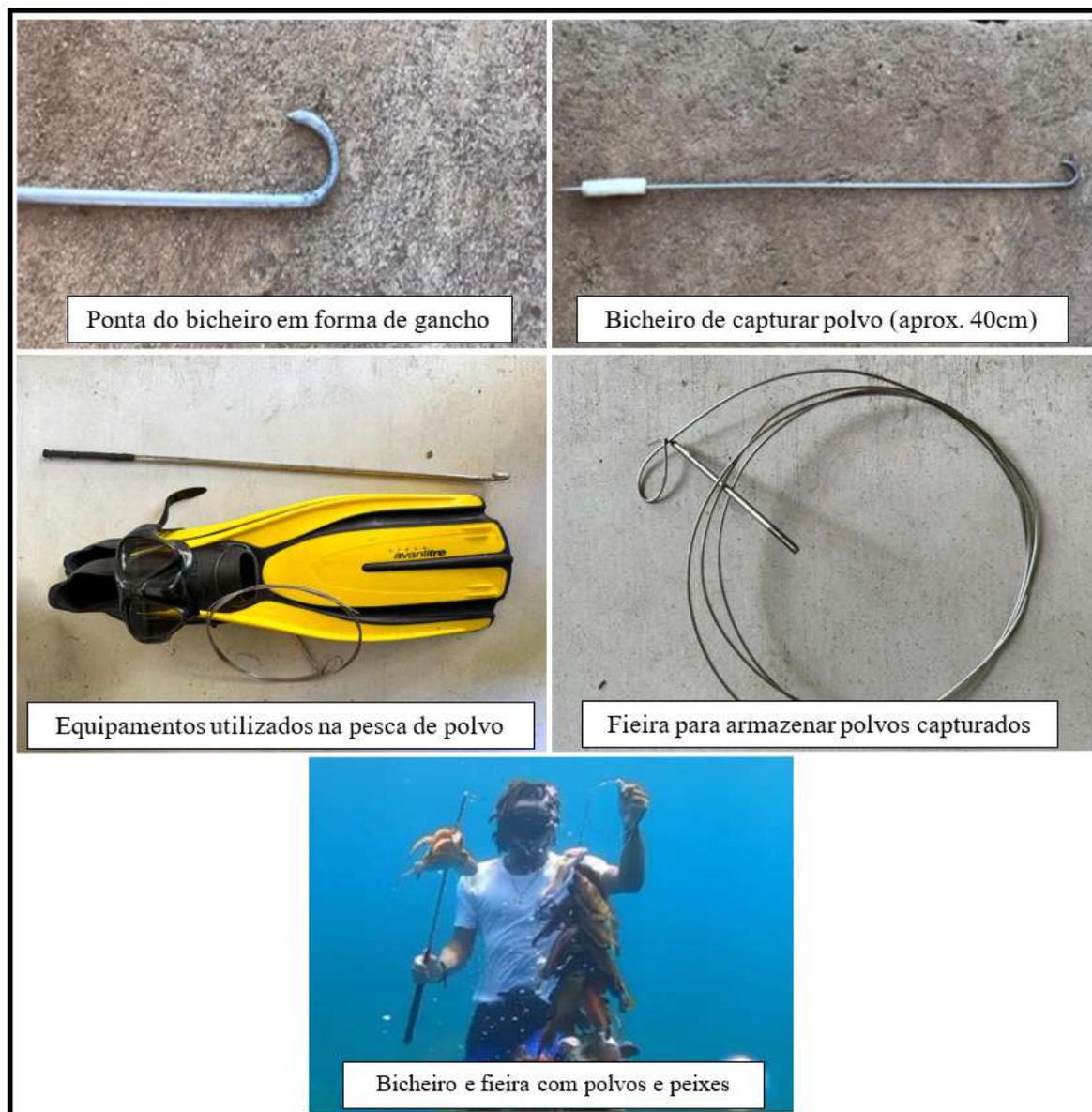


Figura 10 – Petrechos de pesca utilizados para captura de polvos (profissional e subsistência) em Fernando de Noronha. Fotos: Almir Ferreira e Vitor Quesada.

Pesca científica

Em Fernando de Noronha existe pesca científica de acordo com as demandas de pesquisa e são autorizadas ou ordenadas pelo ICMBio, conforme regramento específico para cada pesquisa[47].

Pesca amadora

Pesca desembarcada

Conforme observado através do monitoramento, a pesca amadora de praia é desenvolvida

com varas e molinetes ou carretilhas simples, anzol de argola ou pata e iscas naturais ou artificiais do tipo rapala (Fig. 8). A maioria dos pescadores amadores utilizam a isca do pescador tradicional que já lançou a tarrafa capturando sardinhas, ou utilizam pedaços de peixes que não possuem valor comercial como a xira.

Em Noronha os pescadores amadores pescam em parceria com os pescadores tradicionais locais, os pontos de pesca (Fig. 6) e as espécies alvo da pescaria são as mesmas das atividades comerciais ou de subsistência (Tabela 3), porém o destino da pescaria se dá unicamente ao consumo e, de acordo

com a lei da pesca, o pescador só pode adquirir a cota definida de 15 kg com o adicional de um exemplar em ambientes marinhos[48].

O ordenamento da pesca de praias acontece de acordo com o plano de manejo da APA[20], instruções normativas e portarias que regulamentam a atividade em âmbito nacional[4][48], porém durante o monitoramento da pesca de praias, não foi observado fiscalização ativa nas praias e, por vezes, os pescadores amadores descumprem regras por não as conhecer.

Pesca embarcada

As pescarias amadoras embarcadas de Fernando de Noronha classificam-se em duas modalidades: a pesca esportiva (campeonatos de pesca e solte) e o turismo de pesca.

- Pesca esportiva

Pescarias esportivas podem utilizar iscas naturais (vivas ou mortas), iscas artificiais como o *jig head* (anzol com cabeça de chumbo e camarão de silicone) que em movimento simula o nado de pequenos camarões e atrai peixes, o *jumping jig*, o Plug (iscas duras feitas em plástico imitando pequenos peixes em fuga), e a *soft bait*, que são iscas moles de silicone ou borracha[31]. A atividade esportiva em Noronha utiliza todas as iscas citadas anteriormente, com varas e molinetes e carretilhas manuais ou elétricas, o que agrega valor econômico à atividade[9].

Atualmente apenas três barcos realizam pesca esportiva em Fernando de Noronha, os quais são lanchas grandes, que também desenvolvem turismo de pesca e pesca profissional (Figura 03). De acordo com o plano de manejo da APA, atividades de pesca esportiva são classificadas como eventos náuticos e campeonatos, e devem possuir autorização prévia para ocorrer[20], porém os pontos de torneios de pesca oceânica esportiva atuais são Banco Leste e Banco Sueste, que não se encontram inseridos nas UCs. O último torneio ocorreu em fevereiro de 2023 de forma online, onde o pescador envia fotos com os tempos e tamanhos dos peixes capturados para a classificação no ranking de recordes.

- Turismo de pesca

O monitoramento embarcado evidenciou que o turismo de pesca ocorre, na maioria das vezes, em

lanchas e consiste em um contrato de saída de pesca, conta com guia (pescador profissional), petrechos de pesca, bebida e lanche inclusos, algumas embarcações oferecem ainda material para a prática de *snorkeling*, para que atividades de recreação sejam realizadas nos momentos de parada. O passeio geralmente ocorre no início da manhã ao início da tarde, ou início da tarde ao fim do dia.

A rota da pesca é definida de acordo com o nível de experiência dos contratantes, porém utilizam os mesmos pontos da pesca embarcada (profissional e de subsistência) (Fig. 4). Para visitantes experientes, as pescarias podem ser realizadas em pesqueiros mais distantes como o Banco Drina, Sueste ou Leste, quando há visitantes pouco experientes a bordo, a atividade abrange apenas os pontos mais próximos da ilha.

A tripulação é composta por pescadores profissionais locais e os turistas, que nem sempre possuem experiência com pescarias, porém todos realizam a atividade de pesca. Nesse tipo de pescaria, os visitantes contam com embarcações confortáveis e equipadas. Instrumentos de navegação são utilizados, como a sonda, que revela o fundo do mar e a presença de cardumes[9]. A técnica e os petrechos utilizados no turismo de pesca são corrico com vara e carretilha ou caída com vara e *jig*, sempre com iscas artificiais de alta performance (Fig. 11). Os peixes são armazenados em compartimentos da própria embarcação, algumas embarcações levam caixas com gelo[7].

Ao final da pescaria, as embarcações oferecem um churrasco de peixe a bordo com parada para mergulho. O visitante pode escolher um exemplar, para levar consigo (como nas pescarias amadoras), todavia o restante fica com o pescador proprietário do barco e destina-se ao comércio, como nas pescarias profissionais.

O turismo de pesca em Noronha insere-se em duas modalidades pesqueiras: a pesca profissional, visto que o pescador profissional contratado destina os peixes capturados ao comércio, e a pesca amadora, desenvolvida pelo contratante. Tal cenário exige atenção devido à crescente demanda das embarcações e a carência de informações sobre os possíveis impactos consequentes da atividade[40]. Há estudos que relatam a interferência da pesca amadora na constância da pesca artesanal, no volume da produção pesqueira, na economia local e na manutenção dos estoques pesqueiros alvo da atividade[49].

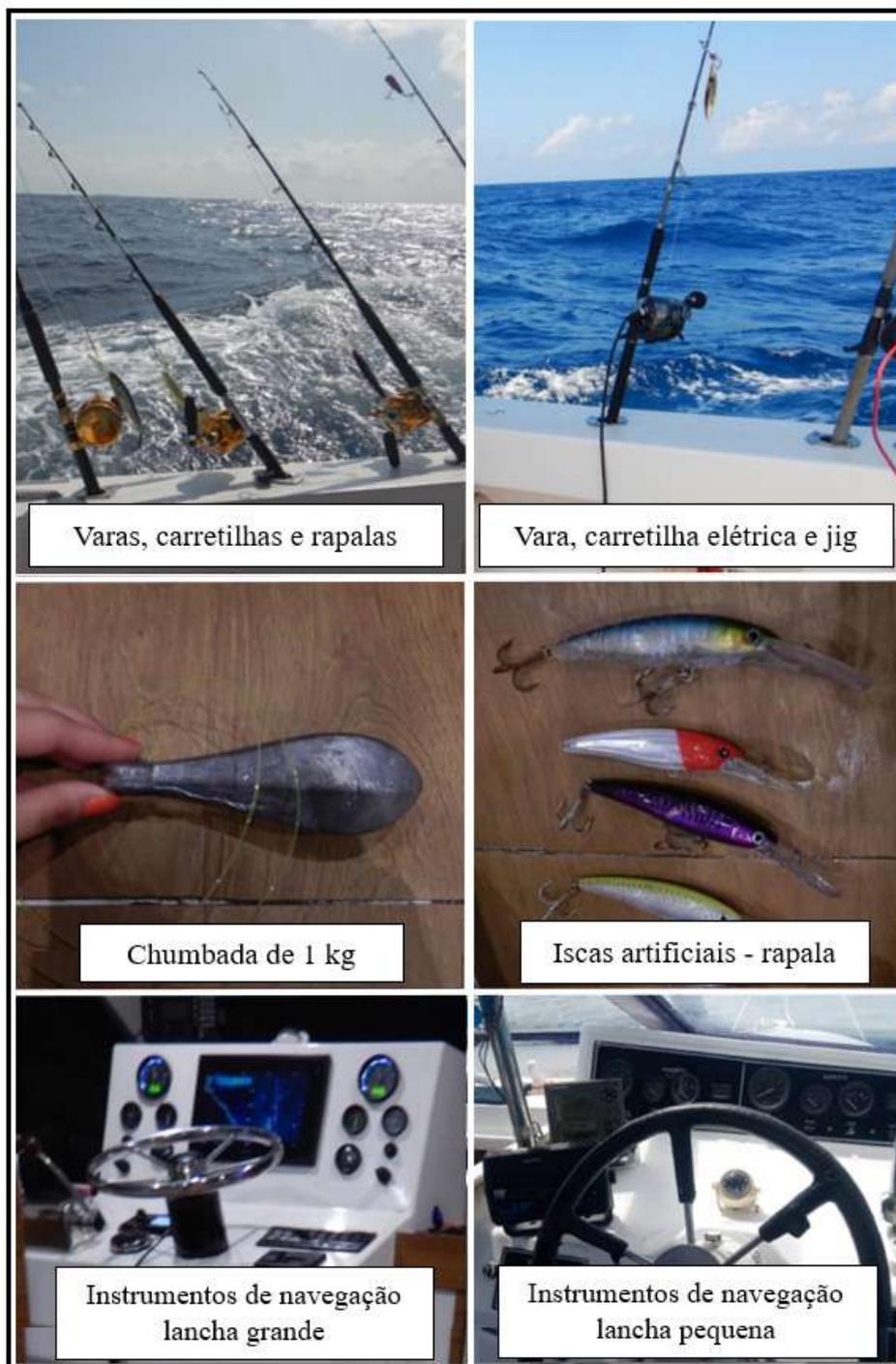


Figura 11 – Petrechos de pesca utilizados no turismo de pesca e pesca esportiva em Fernando de Noronha.

A legislação vigente para pesca amadora no Brasil consiste na Instrução normativa, MAP nº5 de 2012[4], que regulariza a inscrição de pescadores amadores e embarcações para a atividade, na Portaria SAP/MAPA nº616 de 2022[48], a qual estabelece medidas de ordenamento e monitoramento para

o exercício da pesca amadora em todo o território nacional e no Plano de Manejo da APA, que regulariza a atividade pesqueira artesanal dentro das UCs[20].

As atividades relacionadas à pesca amadora ou esportiva podem ter finalidade econômica, mas a comercialização do recurso pesqueiro por ela

capturado é vedada[3][4][48]. No plano de manejo, a atividade não é reconhecida de forma específica, porém encontra-se de acordo com a regulamentação das normas da pesca artesanal profissional (área permitida e petrechos) e do turismo (área permitida).

Para regularizar esta atividade, é necessário o aporte de informações a respeito das autorizações das embarcações, bem como a licença de pesca dos pescadores profissionais e amadores. No caso das embarcações, recomenda-se um cadastramento junto aos órgãos competentes (ICMBio, Administração e Marinha do Brasil) e a inscrição correta das embarcações na categoria de “pesca”, para que o destino do pescado seja realmente objetivado ao comércio[3][4][48]. Para os pescadores profissionais é premente que obtenham seu devido registro (RGP) e os turistas envolvidos na pesca, a licença de pesca amadora (LPA).

Ademais, sugere-se que esta modalidade de pesca seja considerada como turismo para acompanhamento da pesca artesanal profissional, não mais como “pesca esportiva”, e inserida no *trade* turístico de Noronha juntamente com o regramento específico para tal. A implementação de turismo de pesca com base comunitária e práticas sustentáveis de captura também podem ser considerados para a valorização da atividade pesqueira tradicional.

Conclusões

Foram apresentadas as especificidades das quatro categorias de pesca existentes em Fernando de Noronha, com a finalidade de subsidiar seus reconhecimentos para correta e atual revisão do plano de manejo da APA FN, planejamento do uso sustentável de espécies marinhas e dos serviços ecossistêmicos em UCs federais.

Considerando o aumento do turismo em Fernando de Noronha, as modificações de integração na atividade pesqueira tradicional insular, a valorização da modalidade de pesca amadora no âmbito mundial, e a dificuldade de categorizar o turismo de pesca na legislação nacional vigente, é importante que o órgão gestor regularize esta atividade de forma particular. Recomenda-se que essa regularização seja feita com regras específicas para a conservação dos recursos, bem como da manutenção da cultura e economia local.

Para melhor ordenamento, sugere-se que o turismo de pesca seja considerado uma atividade de

pesca profissional, visto que o destino do pescado é o comércio. O turismo de pesca pode se tornar um caminho para a valorização da pesca artesanal realizada pela comunidade de Fernando de Noronha, desde que haja incentivos direcionados ao seu desenvolvimento através dos modos tradicionais de pesca.

Para que o plano de manejo seja efetivo na conservação da pesca e biodiversidade associada, é necessário o controle das atividades pesqueiras além da boa comunicação com a comunidade local, e para que isso aconteça, é recomendado esclarecer com os pescadores as regras atuais, definir limitações e possibilidades de consonância entre as atividades comerciais e recreacionais nas áreas marinhas protegidas (pesca e turismo recreativo), e explicitar as responsabilidades dos pares para sustentabilidade da atividade pesqueira local.

Referências

1. Begossi A, May PH, Lopes PF, Oliveira LE, Da Vinha V, Silvano RA. Compensation for environmental services from artisanal fisheries in SE Brazil: Policy and technical strategies. *Ecological Economics*. 2011; 71: 25-32. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.09.008>
2. Carvalho N, Edwards JG, Isidro E. Defining scale in fisheries: Small versus large-scale fishing operations in the Azores. *Fisheries Research*. 2011; 109(3): 360-369. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2011.03.006>
3. Presidência da República (Brasil). Lei Federal nº 11.959, de 29 de junho de 2009. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca. *Diário Oficial da União*. 29 jun. 2009. [Citado em 2024 abril 20]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/11959.htm
4. Instrução Normativa Nº 5, de 13 de junho de 2012 (Brasil). Dispõe sobre os procedimentos administrativos para a inscrição de pessoas físicas e jurídicas no Registro Geral da Atividade Pesqueira nas categorias de Pescador Amador, Organizador de Competição de Pesca Amadora e de Embarcações utilizadas na pesca amadora, no âmbito do MPA. *Diário Oficial da União*. 15 jun. 2012. [Citado em 2024 abril 20]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/mpa/legislacao/legislacao-geral-da-pesca/instrucao-normativa-mpa-no-5-de-13-06-2012.pdf/view>
5. Zeineddine GC, Barrella W, Rotundo MM, Ramires M. A pesca de iscas-vivas no Arquipélago de Fernando de Noronha (PE/Brasil). *Scientia plena*. 2022; 18(1): 1-18. doi: <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2022.018001>

6. Lessa R, Sales L, Coimbra MR, Guedes D, Vaske-Junior T. Análise dos desembarques da pesca de Fernando de Noronha (Brasil). *Arq. Ciên. Mar.* 1998; 31: 47-56. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/1101/1/1998_art_ressa.pdf
7. Dominguez PSA, Zeineddine GC, Rotundo MM, Barrella W, Ramires M. A pesca artesanal no arquipélago de Fernando de Noronha (PE). *Bol. Inst. Pesca, São Paulo.* 2016; 42: 241-251. Doi: <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2016v42n1p241>
8. Costa T. Análise comportamental e distribuição da atividade pesqueira no Arquipélago de Fernando de Noronha (Nordeste, BR) baseada em dados de GPS. [Dissertação]. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2019.
9. Martins M. As unidades de conservação do arquipélago de Fernando de Noronha e suas influências sobre a pesca local [Tese de mestrado]. Fortaleza: Instituto do Mar, Universidade Federal do Ceará; 2022.
10. Zeineddine GC, Quesada V, Ramires M, Martins R, Mourato B. A pesca de caíco e o conhecimento ecológico local dos pescadores artesanais do arquipélago de Fernando de Noronha/PE, Brasil. *Gaia Scientia.* 2021; 15(1):173-192. doi: <https://doi.org/10.22478/ufpb.1981-1268.2021v15n1.58349>
11. Zeineddine GC, Barrella W, Rotundo M, Ramires M. Fernando de Noronha (state of Pernambuco) fishermen's local ecological knowledge regarding the fish species used as bait. *Brazilian Journal of Environmental Sciences (RBCIAMB).* 2022; 57(2): 230-238. doi: <https://doi.org/10.5327/Z217694781142>
12. Zeller D, Harper S, Zylich K, Pauly D. Synthesis of underreported small-scale fisheries catch in Pacific Island waters. *Coral Reefs.* 2015; 34: 25-39. doi: <https://doi.org/10.1007/s00338-014-1219-1>
13. Defeo O, Castilla JC. More than one bag for the world fishery crisis and keys for co-management successes in selected artisanal Latin American shellfisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries.* 2005; 15: 265-283. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11160-005-4865-0>
14. Chuenpagdee R et al. Bottom-up, global estimates of small-scale marine fisheries catches. *Fisheries Centre Research Reports.* 2006; 14(8): 1-31. Available from: https://www.researchgate.net/publication/278001184_Bottom-up_global_estimates_of_small-scale_marine_fisheries_catches
15. Quito L, Mendonça JT, Lanza MDCT, Vianna LP, Dos Santos MJ, Jankowsky M. Desafios na gestão pesqueira compartilhada: conflitos com a pesca de emalhe na APAs marinhas de São Paulo. Challenges to shared fisheries management: conflicts with gillnetting in São Paulo marine APAs. *Brazilian Journal of Development.* 2022; 8(4): 106-117. Doi: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n4-414>
16. Renck V, Ludwig D, De Jesus SI, Dos Santos VC, Conceição FDA, Araújo NA, El-Hani CN. Conhecimento Pesqueiro e o Defeso: Preenchendo uma Lacuna Necessária. *Ethnobiology and Conservation.* 2023; 12. doi: <https://doi.org/10.15451/ec2023-02-12.04-1-8>
17. Lopes PFM, Mendes L, Fonseca V, Villasante S. Tourism as a driver of conflicts and changes in fisheries value chains in marine protected areas. *J. Environ Manage.* 2017; 20(1): 123-34. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.05.080>
18. Mohr LV, Castro JWA, Costa PMS. Ilhas oceânicas Brasileiras: da pesquisa ao manejo II. 1.ed. Brasília: MMA, SBF; 2006.
19. IBAMA 1988. Plano de manejo do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha. Brasília: IBAMA. [citado em 2024 abril 04] Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br>
20. ICMBIO 2017. Plano de manejo da área de proteção ambiental de Fernando de Noronha – Rocas – São Pedro e São Paulo. Brasília: ICMBio. [citado em 2024 abril 20]. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br>
21. Ribeiro KT, Masuda LSM, Miyashita LK. Estratégia integrada de monitoramento marinho costeiro: Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade do ICMBio (MONITORA) – subprograma Marinho e Costeiro. 1 ed. Brasília: ICMBio; 150p.
22. Cronemberger C, Ribeiro KT, Acosta RK, Andrade DFC, Marini-Filho OJ, Masuda LSM, Tófoli CF. Participação social no Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade leva a múltiplos resultados socioambientais. *Citizen Science: Theory and Practice.* 2023; 8(32): 1-15. doi: <https://doi.org/10.5334/cstp.5822023>
23. Araújo TF. Da gíngua à sardinha: Etnoictiologia e sistemática molecular de pequenos peixes de valor cultural da costa brasileira. [Dissertação de Mestrado]. Natal/RN: Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2020. 78 f.
24. Eschmayer WN. Catalog of Fishes. [internet] 2018 [citado em 2023 agosto 08]. Disponível em: <https://www.calacademy.org/scientists/projects/eschmeyers-catalog-of-fishes>
25. Carvalho-Filho, A. Fishes of the Brazilian coast. São Paulo: Literare books; 2023.
26. Portaria SAP/MAPA nº 127, de 29 de agosto de 2023 (Brasil). Estabelece as normas, os critérios e os procedimentos administrativos para inscrição de pessoas físicas no Registro Geral da Atividade Pesqueira, na categoria de Pescador e Pescadora Profissional, e para a concessão da Licença de Pescador e Pescadora Profissional. *Diário Oficial da União.* 30 de junho de 2021. [citado em 2024 abril 20]. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mpa-n-127-de-29-de-agosto-de-2023-506365296>

27. Silva FRC, Grechi DC, Carneiro CP. O turismo e o desenvolvimento regional na fronteira Brasil-Paraguai. *Conhecer: debate entre o público e o privado*. 2022; 12(29): 95-113. doi: <https://doi.org/10.32335/2238-0426.2022.12.29.8335>
28. Ramalho C. Mestria da pesca: cultura de um ofício. *Etnográfica*. 2020; 24(2): 315-337. doi: <https://doi.org/10.4000/etnografica.7730>
29. Rocha LA. Patterns of distribution and processes of speciation in Brazilian reef fishes. *Journal of Biogeography*. 2003; 30(8): 1161-1171. doi: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2699.2003.00900>
30. David GS, Castro Campanha PMG, Maruyama LS, Carvalho ED. Artes de pesca artesanal nos reservatórios de Barra Bonita e Bariri: monitoramento pesqueiro na Bacia do Médio Rio Tietê. *Boletim do Instituto de Pesca*. 2016; 42(1): 29-49. doi: <http://dx.doi.org/10.20950/1678.2305.2016v42n1p29>
31. Ferreira, LRP, Adami FACP, Barrella W, Rotundo MM, Ramires M. Contribuições do conhecimento ecológico local para o ordenamento da pesca esportiva e conservação de robalos na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Barra do Una, Peruíbe/SP. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*. 2021; 58(1): 947-969. doi: <https://doi.org/10.5380/dma.v58i0.77339>
32. Aguirre HM. Perfil da prática de pesca esportiva no Brasil. 2018. [tese]. Uruguaiana: Universidade Federal do Pampa; 2018. 121 f.
33. Portaria SAP/MAPA nº 265, de 29 de junho de 2021 (Brasil). Estabelece as normas, os critérios e os procedimentos administrativos para inscrição de pessoas físicas no Registro Geral da Atividade Pesqueira, na categoria de Pescador e Pescadora Profissional, e para a concessão da Licença de Pescador e Pescadora Profissional. *Diário Oficial da União*. 30 de junho de 2021. [citado em 2024 abril 05]. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2021/P_sap_mapa_265
34. Marinha do Brasil. 2019. Normas da Autoridade Marítima para Embarcações Empregadas em Navegação de Mar Aberto - Norman-01/DPC Mod8. Rio de Janeiro: Marinha do Brasil. [citado em 2024 abril 15]. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br>
35. Martins KMAB. Ecologia trófica de peixes pelágicos no arquipélago de Fernando de Noronha, Atlântico Equatorial, Brasil. [Dissertação de mestrado]. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2020. 56 f.
36. Bennemann AB. Conflitos de pesca em áreas marinhas protegidas: revisão sistemática global e delimitação de estoques da sardinha-cascuda (*Harengula* sp.). [Dissertação de Mestrado]. Natal/RN: Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2022. 98 f.
37. Presidência da República (Brasil). Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC. *Diário Oficial da União*. 19 jul. 2000. [citado em 2024 abril 05]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm
38. Decreto Federal nº 4.340, de 22 de agosto de 2002 (Brasil). Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC. *Diário Oficial da União*. 23 ago. 2022 [citado em 2024 abril 03]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4340.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%204.340%2C%20DE%2022,inciso%20IV%2C%20e%20o%20art
39. Instrução Normativa Nº 26, de 04 de julho de 2012 (Brasil). Estabelece diretrizes e regulamenta os procedimentos para a elaboração de termos de compromisso entre o Instituto Chico Mendes e populações tradicionais. *Diário Oficial da União*. 06 jul. 2012 [citado em 2024 abril 01]. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/legislacao/instrucoes-normativas/arquivos/dcom_instrucao_normativa_26_2012.pdf
40. Martins FM, Garcez D. Resistência e resiliência dos pescadores do arquipélago de Fernando de Noronha (PE) frente às modificações jurídicas, socioambientais e econômicas. In: Garcez D, Botero J. *Conhecimento local e o manejo de recursos pesqueiros de uso comum: experiências nos litorais do Maranhão, Ceará e Pernambuco*. Fortaleza: Imprensa Universitária; 2022. p. 215-245.
41. Silva RRCC, Maussa RL. Desafios da manutenção da prática tradicional de pesca na comunidade da Praia Grande em Niterói/RJ. *Diversitas Journal*. 2021; 6(2): 2716-2741. doi: <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v6i2-1722>
42. Leite TS, Haimovici M, Lins JE. Uma proposta de manejo para a pesca do polvo *Octopus insularis* Leite e Haimovici, 2008 (Mollusca: Cephalopoda) no Arquipélago de Fernando de Noronha, Brasil. *Arq. Ciên. Mar, Fortaleza*. 2008; 41(1): 81-89.
43. Leite TS, Haimovici M, Mather J, Oliveira JL. Habitat, distribution, and abundance of the commercial octopus (*Octopus insularis*) in a tropical oceanic island, Brazil: Information for management of an artisanal fishery inside a marine protected area. *Fisheries research*. 2009; 98(3): 85-91. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2009.04.001>
44. Salm RV, Clarck JR, Siirila E. *Marine and Coastal Protected Areas, A guide for planners and Managers*. UK: IUCN; 2004.

45. Amado E, Marcell LR, Souza-Basto. Diferentes habilidades para regular a hidratação tecidual mediante desafio osmótico in vitro, nos cefalópodes *Octopus vulgaris* e *O. insularis*. *Comportamento e fisiologia marinha e de água doce*. 2015; 48 (3): 205-211.
46. Batista BB, Matthews-Cascon H, Marinho RA, Kikuchi E, Haimovici M. The growth and population dynamics of *Octopus insularis* targeted by a pot longline fishery in north-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*; 2021; 101(6): 935-946. doi: <https://doi.org/10.1017/S0025315421000898>
47. Portaria 748 de 19 de setembro de 2022 (Brasil). Normatiza o uso e a gestão do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade. *Diário Oficial da União*, 22 de setembro de 2022. [citado em 2024 abril 17]. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/legislacao/portaria/748-2022.html>
48. Portaria SAP/MAPA nº 616, de 8 de março de 2022 (Brasil). Estabelece medidas de ordenamento e monitoramento para o exercício da pesca amadora ou esportiva em todo o território nacional. *Diário Oficial da União*. 09 març. 2022. [citado em 2024 abril 20]. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2022/P_sap_mapa_616_2022_estabelece_medidas_ordenamento_monitoramento_pesca_amadora_esportiva_territorio_nacional.pdf
49. Hyder K, Radford Z, Prellezo R et al. Research for PECH Committee – Marine recreational and semi-subsistence fishing – its value and its impact on fish stocks. *European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies*; 2017; 1(1): 100-136. ISBN 978-92-846-1604-6.

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo

n.1, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886



Caracterização biométrica local e regional do guaiamum, *Cardisoma guanhum* Latreille, 1828

Gilberto Nicacio^{1*}

 <https://orcid.org/0000-0003-0225-3899>

* Contato principal

Gilberto Gonçalves Rodrigues¹

 <https://orcid.org/0000-0002-4262-2903>

¹ Universidade Federal de Pernambuco/UFPE, Brasil. <gilnicacio@gmail.com, gilbertorodrigues.ufpe@gmail.com>.

Recebido em 09/12/2022 – Aceito em 17/11/2023

Como citar:

Nicacio G, Rodrigues GG. Caracterização biométrica local e regional do guaiamum, *Cardisoma guanhum* Latreille, 1828. Biodivers. Bras. [Internet]. 2024; 14(1): 186-194. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i1.2361

Palavras-chave: Apicum; Crustacea; manguezais; pesca artesanal.

RESUMO – O presente estudo avaliou mensalmente a variação biométrica do guaiamum *Cardisoma guanhum* na Reserva Extrativista Acaú-Goiana entre os meses de janeiro 2019 a outubro de 2020. Considerando a legislação brasileira para proteção da espécie, os espécimes fêmeas e machos foram capturados e liberados *in situ* após a realização da biometria dos espécimes. As capturas foram realizadas mensalmente em dia de lua nova ou lua cheia, durante a baixa-mar, em horário diurno. Os espécimes foram capturados por pescadores utilizando armadilhas com iscas (ratoeiras) instaladas no início das manhãs. Um total de 303 espécimes machos e 180 fêmeas foram capturados para biometria e posteriormente liberados *in situ*. A média da largura de carapaça para fêmeas (56,70 mm) e machos (55,50 mm) não apresentou diferença significativa. Entre os anos de 2019 e 2020, foram observados os valores mínimo de 38,62 mm e máximo de 72,64 mm de largura de carapaça. Considerando os dados observados na literatura, os valores da largura de carapaça para a primeira maturidade sexual variaram de 35 mm e 62 mm. Dessa forma, o valor mínimo de 70 mm considerado pela legislação brasileira para captura está acima dos tamanhos das médias regionais observados no Brasil e em outras regiões de ocorrência da espécie, como na costa norte da América do Sul e no Caribe.

Local and regional biometric characterization of the guaiamum, *Cardisoma guanhum* Latreille, 1828

Keywords: Salt marsh; Crustacea; mangroves; artisanal fisheries.

ABSTRACT – The present study evaluated the biometric variation of the guaiamum *Cardisoma guanhum* monthly in the Extractive Reserve Acaú-Goiana between the months of January 2019 to October 2020. Considering the Brazilian legislation for the protection of the species, female and male specimens were captured and released *in situ* after performing the biometrics of the specimens. The captures were made monthly on a new moon or full moon day, during low tide, in daytime. Specimens were captured by fishermen using bait traps (rat

traps) set early in the morning. A total of 303 male and 180 female specimens were captured for biometry and later released *in situ*. The mean carapace width for females (56.70 mm) and males (55.50 mm) showed no significant difference. Between the years 2019 and 2020 the minimum value of 38.62 mm and the maximum of 72.64 mm carapace width were observed. Considering the data observed in the literature, the values of carapace width for the first sexual maturity ranged from 35 mm and 62 mm. Thus, the minimum value of 70 mm considered by the Brazilian legislation for capture is above the regional average sizes observed in Brasil and in other regions of occurrence of the species, such as the northern coast of South America and the Caribbean.

Caracterización biométrica local y regional del guayamoum, *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828

Palabras clave: Planície hipersalina; Crustacea; manglares; pesca artesanal.

RESUMEN – El presente estudio evaluó mensualmente la variación biométrica del guayamín *Cardisoma guanhumi* en la Reserva Extractiva Acaú-Goiana entre los meses de enero de 2019 a octubre de 2020. Teniendo en cuenta la legislación brasileña para la protección de la especie, los ejemplares hembras y machos fueron capturados y liberados *in situ* tras realizar la biometría de los ejemplares. Las capturas se realizaban mensualmente en un día de luna nueva o luna llena, durante la marea baja, de día. Los especímenes fueron capturados por pescadores con trampas de cebo (ratoneras) colocadas a primera hora de la mañana. Un total de 303 ejemplares machos y 180 hembras fueron capturados para su biometría y posteriormente liberados *in situ*. La anchura media del caparazón de las hembras (56,70 mm) y los machos (55,50 mm) no mostró diferencias significativas. Entre los años 2019 y 2020 se observó el valor mínimo de 38,62 mm y el máximo de 72,64 mm de anchura del caparazón. Considerando los datos observados en la literatura, los valores de la anchura del caparazón para la primera madurez sexual oscilaron entre 35 mm y 62 mm. Así, el valor mínimo de 70 mm considerado por la legislación brasileña para la captura está por encima de las tallas medias regionales observadas en Brasil y en otras regiones de ocurrencia de la especie, como la costa norte de América del Sur y el Caribe.

Introdução

Cardisoma guanhumi (Latreille, 1828), popularmente conhecida como guaiamum ou caranguejo azul, é um crustáceo terrestre da Ordem Decapoda, Família Gecarcinidae, com distribuição ao longo do Atlântico Leste, ocorrendo desde a costa Sul dos Estados Unidos, na Florida, até o Sul do Brasil[1]. Possui hábitos noturnos e vive em tocas profundas em áreas planas de elevada salinidade, os apicuns, localizados em regiões com vegetação rasa adjacentes ao manguezal. A espécie destaca-se nessa parte desse ecossistema por sua biomassa e densidade populacional[2]. O guaiamum é apreciado por seu tamanho e valor econômico, sendo considerado um notável recurso pesqueiro que movimenta a economia de comunidades tradicionais da zona costeira do Brasil[3][4]. Apesar de ser uma importante fonte

de recurso alimentar e econômico, os estoques da espécie se encontram ameaçados em várias regiões de ocorrência incluindo a costa brasileira.

Nas duas últimas décadas, planos de ação nacionais e instrumentos de conservação foram elaborados para proteger a espécie em território brasileiro. Em 2004, *Cardisoma guanhumi* foi incluída na lista de espécies ameaçadas de sobre-exploração, com o objetivo integrar os planos de gestão para a recuperação dos estoques e da sustentabilidade da sua pesca[5]. Dez anos depois, a espécie foi categorizada como criticamente em perigo (CR), uma das categorias mais altas de ameaça, ficando protegida de modo integral, incluindo, entre outras medidas, a proibição de captura, transporte, armazenamento, guarda, manejo, beneficiamento e comercialização[6]. Em 2018, foram definidas as regras para o uso sustentável e para a recuperação

dos estoques da espécie a partir oficialização de um plano nacional de recuperação para declarar a espécie como passível de uso, enquanto estivesse em vigor a classificação oficial como espécie ameaçada de extinção em âmbito nacional[7].

A partir de 2022, *C. guanhum*i foi reavaliada e passou da categoria CR para uma categoria de menor ameaça, sendo considerada atualmente como vulnerável (VU) na nova lista de espécies ameaçadas de extinção no Brasil[8]. Essas mudanças de categorias de ameaça de extinção apontam para as consequências das fortes pressões antrópicas da sobre-exploração e da significativa degradação de seus *habitat* ao longo da costa brasileira[3][9]. Nos últimos anos, a redução de *habitat*, a captura e a ampla comercialização indivíduos juvenis têm sido objetos de pesquisa para fomentar o monitoramento da estrutura populacional desse recurso pesqueiro em contextos locais e regionais[4][10].

Em geral, as populações de *C. guanhum*i atingem a maturidade sexual em aproximadamente a partir de 1,5 anos[11]. Nesse período, pressões antrópicas sobre as dinâmica das população têm efeito através da pressão seletiva na captura de machos maiores (juvenis e adultos), que se tornam indisponíveis para reprodução na população. O declínio populacional e no tamanho dos espécimes de *C. guanhum*i tem sido associado à pesca predatória e à destruição dos seus *habitat*[12][13]. Assim, indicadores de superexploração dessa espécie podem estar relacionados às diferenças de tamanho médio de largura da carapaça nas populações em diferentes regiões.

Nesse cenário, regulamentações para captura de *C. guanhum*i foram estabelecidas limitando a quantidade e o tamanho mínimo de captura, com o intuito de diminuir a pressão pesqueira sobre as populações e garantir que as populações atinjam o tamanho mínimo de maturação sexual. Visando à manutenção das dinâmicas reprodutivas, a legislação atual prevê proteção integral dos indivíduos fêmeas sendo sua pesca proibida, prevendo também o tamanho mínimo de sete centímetros de largura da carapaça para captura de representantes machos[7][9][10].

O objetivo do estudo foi avaliar os indicadores biométricos do tamanho de maturação sexual de *C. guanhum*i na Reserva Extrativista Acaú-Goiana comparados aos registros da literatura científica dos indicadores de outras populações da espécie.

Material e Métodos

Avaliação *in situ*

Espécimes foram coletados para análise de variação biométrica de *Cardisoma guanhum*i na Reserva Extrativista Acaú-Goiana entre os meses de janeiro 2019 a outubro de 2020. A área de estudo fica nos municípios de Goiana (em Pernambuco) e Caaporã (na Paraíba), Nordeste do Brasil (Fig. 1). O presente estudo foi executado sob a autorização do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Sisbio nº 63618-3).

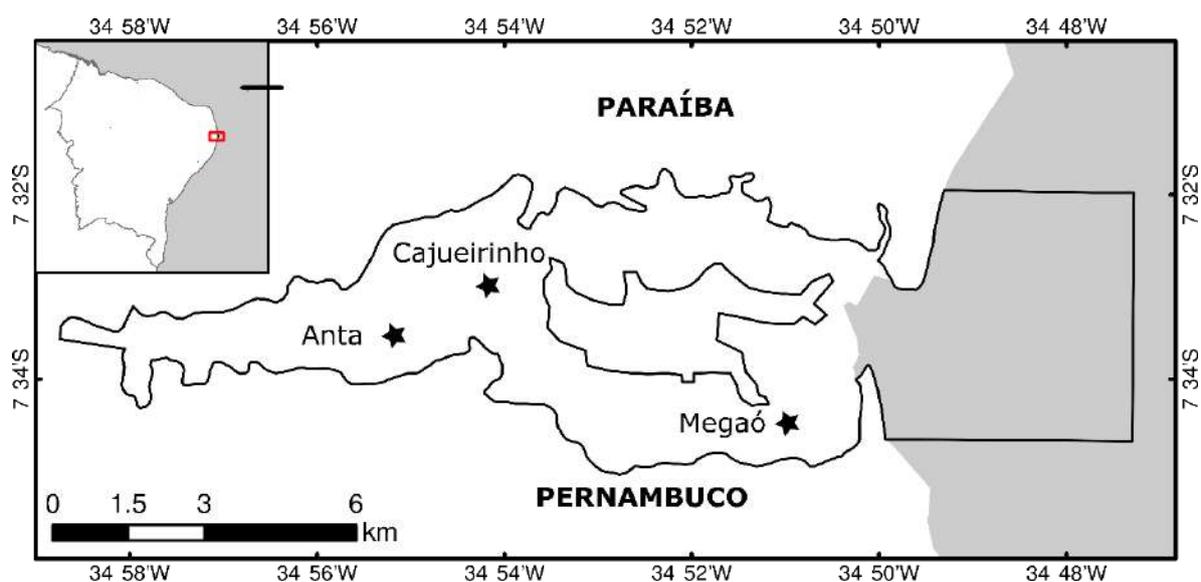


Figura 1 – Área de estudo e as localidades de captura (Anta, Cajueirinho e Megaó) do guaiamum, *Cardisoma guanhum*i, na Reserva Extrativista Acaú-Goiana, entre os municípios de Goiana em Pernambuco e Caaporã na Paraíba, Brasil.

Considerando as regras de uso da espécie na Portaria Interministerial nº 38, de 26 de julho de 2018, espécimes machos e fêmeas foram capturados e liberados *in situ* após obtenção de medidas de biometria dos indivíduos (Fig. 2, 3). As capturas

foram realizadas mensalmente em dia de lua nova ou lua cheia, durante a baixa-mar, em horário diurno. Os espécimes foram capturados por pescadores utilizando armadilhas com iscas (ratoeiras).



Figura 2 – Espécime macho de *Cardisoma guanhumi*.

O esforço de captura foi padronizado com a instalação de 50 ratoeiras por dia de captura que foram instaladas no início e recolhidas ao final das manhãs. Esse horário considerado para o esforço amostral foi aplicado devido ao hábito da espécie em apresentar maior atividade fora das galerias ao amanhecer e no crepúsculo e podem ser observados nas áreas de apicum.

Análise de dados

Para detectar variação nas medições de biometria (largura da carapaça e peso total) de

machos e fêmeas, foi aplicada estatística descritiva para avaliação de mudanças anuais nos tamanhos dos espécimes. Aplicou-se o teste-t de Student para a análise da variação nos dados de biometria entre os sexos, e para análise da variação sazonal nos dados de biometria entre os períodos anuais de maior e menor intensidade de chuvas na região. O teste de Shapiro Wilk foi aplicado para testar a normalidade dos dados entre as localidades. Segundo o resultado do teste, os dados entre localidades não apresentam distribuição gaussiana. Dessa forma, o teste H de Kruskal-Wallis (seguido de teste *post-hoc* de Dunn) para análise da variação nos dados de biometria entre os locais.



Figura 3 – Espécime fêmea de *Cardisoma guanhumii*.

Análise da revisão da literatura

Os dados de bibliografia relacionados à espécie *Cardisoma guanhumii* foram levantados no mês de outubro de 2020 nas bases de dados do SCOPUS, Web of Science, Scielo e Google Acadêmico, que reúnem a maioria dos estudos sobre a espécie publicados como artigos científicos em revistas científicas. Dados de biometria de espécimes foram extraídos desses artigos e foram organizados para comparação entre as localidades da área de ocorrência da espécie no oceano Atlântico Ocidental, a partir da Flórida (EUA) até o Sul do Brasil (Tabela 4).

Resultados e Discussão

Foram coletados 483 espécimes de *Cardisoma guanhumii* em três localidades da Reserva Extrativista Acaú-Goiana, sendo 180 fêmeas e 303 machos. Observaram-se diferenças significativas entre as médias dos espécimes das localidades em Megaó e

Anta quando comparadas apenas com Cajueirinho (*Kruskal-Wallis H*: 103,2; $p < 0,001$), que apresentou a menor média de largura de carapaça (Tabela 1). A localidade de Cajueirinho é uma área de fácil acesso para a captura *C. guanhumii*, o que pode estar relacionado à maior frequência de esforço de capturas e à baixa frequência de espécimes maiores que 5 cm nessa área.

Não foram observadas diferenças significativas entre as médias da largura da carapaça entre os sexos (Tabela 2). Fêmeas ovígeras não foram encontradas durante os anos de amostragem.

As variações anuais (Tabela 3) na largura da carapaça de *C. guanhumii* aqui observadas foram similarmente constatadas em estudos anteriores [11] [14]. Os valores médios de largura de carapaça estiveram próximos aos obtidos em outras regiões do litoral nordeste do Brasil, como São José da Coroa Grande [11] e Ilha de Itamaracá [15] no litoral de Pernambuco, além de áreas restritas de pesca no Rio Grande do Norte [14] e sul da Bahia [16].

Tabela 1 – Estatística descritiva dos dados da largura da carapaça (milímetros) entre as localidades de captura de *Cardisoma guanhum*.

Localidade	N	Média	EP Média	DesvPad	Mín.	Mediana	Máx.	teste <i>post-hoc</i> de Dunn
Megaó	71,00	55,71	0,62	5,30	38,62	56,53	65,00	$p = 0,534$
Cajueirinho	210,00	47,42	0,62	9,04	30,00	46,50	70,00	$p < 0,001$
Anta	202,00	55,94	0,32	4,55	47,00	55,00	72,64	$p = 0,534$

Tabela 2 – Variação das médias da largura da carapaça (milímetros) entre os sexos de *Cardisoma guanhum*.

Sexo	N	Média	DesvPad	EP Média	IC 95%	Teste-t	GL	p
Fêmea	180	56,70	4,35	0,32	0,36; 2,04	2,80	408	0,005
Macho	303	55,50	4,85	0,28				

Quando comparada às medidas regionais, é notada uma evidente homogeneidade no tamanho da largura carapaça em *C. guanhum* ao longo da região Nordeste, sendo esses valores mais próximos entre si e contrastantes com aqueles observados na região Sudeste, principalmente no litoral do Rio de Janeiro. Essa característica de tamanho destaca a variação na largura de carapaça desse crustáceo como resultado de um gradiente ambiental de distribuição da espécie[17]. A diferença regional na largura da

carapaça entre indivíduos das regiões Nordeste e Sudeste pode estar relacionada com fatores como a latitude, que explica as variações no tamanho entre essas regiões[17]. Apesar dessa distribuição agregada de tamanhos da largura de carapaça, estudos sobre o fluxo gênico ao longo da costa brasileira não observaram evidências que sugerem isolamento dessas populações, o que aponta para a uma dependência de gradientes latitudinais influenciados pela disponibilidade de *habitat*[17][18].

Tabela 3 – Estatística descritiva dos dados da largura da carapaça (milímetros) de *Cardisoma guanhum* na Reserva Extrativista Acaú-Goiana entre os anos de captura.

Ano	Sex	N	Média	EP Média	DesvPad	Mínimo	Mediana	Máximo
2019	F	31	54.984	0.619	3.446	49.000	55.000	63.000
	M	178	54.728	0.372	4.963	38.620	55.000	72.640
2020	F	149	57.057	0.364	4.445	48.000	57.000	70.000
	M	125	56.606	0.401	4.481	47.000	57.000	69.000

Em trechos do norte do Golfo do México e Caribe colombiano, as médias da largura da carapaça se mostraram maiores (114 mm) do que as aqui observadas[19][20]. Essas regiões são caracterizadas por pressões seletivas similares às experimentadas por populações da costa do Brasil. Falcão et al. [21] observaram uma alta resiliência de *C. guanhum* às

pressões antrópicas na costa brasileira indicando as respostas para as diferenças regionais na distribuição das espécies. Portanto, o menor tamanho de largura de carapaça evidenciado nos espécimes aqui amostrados pode ser resultante da variação regional observada ao longo da costa brasileira.

Tabela 4 – Largura da carapaça (em milímetros) do tamanho da primeira maturidade sexual (MS) das populações de *Cardisoma guanhum* na costa do Atlântico registradas na literatura.

Sexo	MS	País	Região	Ano	Referência
M	52.00	Venezuela	Falcón	1974	Taissoun NE. El Cangrejo de tierra <i>Cardisoma guanhum</i> (Latreille) en Venezuela. Universidad del Zulia. Maracaibo, Cent Investig Biológicas. 1974;
F	52.00	Venezuela	Falcón	1974	Taissoun NE. El Cangrejo de tierra <i>Cardisoma guanhum</i> (Latreille) en Venezuela. Universidad del Zulia. Maracaibo, Cent Investig Biológicas. 1974;
M	51.00	Brasil	Rio de Janeiro	2002	Silva R da, Oshiro LMY. Aspectos da reprodução do caranguejo guaiamum, <i>Cardisoma guanhum</i> Latreille (Crustácea, Decapoda, Gecarcinidae) da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. Rev Bras Zool. 2002;
F	53.00	Brasil	Rio de Janeiro	2002	Silva R da, Oshiro LMY. Aspectos da reprodução do caranguejo guaiamum, <i>Cardisoma guanhum</i> Latreille (Crustácea, Decapoda, Gecarcinidae) da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. Rev Bras Zool. 2002;
ND	35.00	Brasil	Bahia	2009	Botelho ERO, Santos MCF SJ. Aspectos populacionais do goiamum, <i>Cardisoma guanhum</i> Latreille, 1825, do estuário do rio Una Pernambuco - Brasil. Bol Técnico-Científico do CEPENE. 2001;9:123-46.
M	50.00	Brasil	São Paulo	2009	Gil, Lourenço Soubhia. (2009). Aspectos biológicos do caranguejo <i>Cardisoma guanhum</i> – (LATREILLE, 1825) (Decapoda, Brachyura, Gecarcinidae) no núcleo de Picinguaba do Parque Estadual da Serra do Mar, litoral do Estado de São Paulo, Brasil. Dissertação (mestrado). Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento. São Paulo.
F	50.00	Brasil	São Paulo	2009	Gil, Lourenço Soubhia. (2009). Aspectos biológicos do caranguejo <i>Cardisoma guanhum</i> – (LATREILLE, 1825) (Decapoda, Brachyura, Gecarcinidae) no núcleo de Picinguaba do Parque Estadual da Serra do Mar, litoral do Estado de São Paulo, Brasil. Dissertação (mestrado). Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento. São Paulo.
M	58.80	Brasil	Ceará	2012	Shinozaki-Mendes RA, Silva JR, Hazin FH. Development of male reproductive system of the blue land crab <i>Cardisoma guanhum</i> Latreille, 1828 (Decapoda: Gecarcinidae). Acta Zool 2012;93(4):390-399.
M	58.70	Brasil	Ceará	2013	Shinozaki-Mendes RA, Silva JRF, Santander-Neto J, Hazin FHV. Reproductive biology of the land crab <i>Cardisoma guanhum</i> (Decapoda: Gecarcinidae) in north-eastern Brasil. J Mar Biol Assoc U K 2013;93(3):761-768.
F	62.20	Brasil	Ceará	2013	Shinozaki-Mendes RA, Silva JRF, Santander-Neto J, Hazin FHV. Reproductive biology of the land crab <i>Cardisoma guanhum</i> (Decapoda: Gecarcinidae) in north-eastern Brasil. J Mar Biol Assoc U K 2013;93(3):761-768.
M	60.00	Brasil	Pernambuco	2013	Silva, Cylene Câmara da. (2013). Dinâmica populacional do guaiamum, <i>Cardisoma guanhum</i> Latreille, 1828 (Crustacea: Decapoda: Gecarcinidae) em duas áreas de manguezal no Estado do Rio Grande do Norte com diferentes pressões de captura. Universidade Federal de Pernambuco. Recife.
F	60.00	Brasil	Pernambuco	2013	Silva, Cylene Câmara da. (2013). Dinâmica populacional do guaiamum, <i>Cardisoma guanhum</i> Latreille, 1828 (Crustacea: Decapoda: Gecarcinidae) em duas áreas de manguezal no Estado do Rio Grande do Norte com diferentes pressões de captura. Universidade Federal de Pernambuco. Recife.
F	60.00	Brasil	Rio Grande do Norte	2014	Silva CC, Schwamborn R, Oliveira JEL. Population biology and color patterns of the blue land crab, <i>Cardisoma guanhum</i> (Latreille 1828) (Crustacea: Gecarcinidae) in the Northeastern Brasil. Braz J Biol 2014;74(4):949-958.

* F: fêmeas; M: machos; ND: não disponível.

Conclusão

A variação anual na largura de carapaça observada, menor que 6 cm, na Reserva Extrativista Acaú-Goiana no contexto local para o estado de Pernambuco está abaixo dos valores médios observados para o contexto regional de ocorrência de *Cardisoma guanhumi* no Nordeste do Brasil. Considerando os dados observados na literatura, os valores da largura de carapaça para a primeira maturidade sexual variaram de 35 mm e 62 mm. No entanto, esse tamanho médio corresponde ao tamanho da primeira maturidade sexual das populações de *C. guanhumi* já observados na costa do Atlântico. Esse indicador biométrico tem sido significativamente relacionado às variações ambientais onde as populações são encontradas. Dessa forma, o valor mínimo de 70 mm considerado pela legislação brasileira para captura está acima dos tamanhos das médias regionais observados no Brasil e em outras regiões de ocorrência da espécie, como na costa norte da América do Sul e no Caribe.

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) pela licença de coletas para estudar a área da Reserva Extrativista Acaú-Goiana. Somos também gratos à Associação de Marisqueiras de Acaú. Nós agradecemos aos pescadores e pescadoras das comunidades pesqueiras da Reserva Extrativista Acaú-Goiana por compartilharem os seus conhecimentos e pela assistência nas expedições.

Referências

- Herreid CF, Gifford CA. The burrow *habitat* of the land crab, *Cardisoma guanhumi* (Latreille). *Ecology*. 1963; 44: 773-775. doi: 10.2307/1933027
- Burggren WW, McMahon BR. Biology of the land crabs. Burggren WW, McMahon BR, (eds.). Cambridge University Press; 1988.
- Firmo AMS, Tognella MMP, Silva SR, Barboza RRRD, Alves RRN. Capture and commercialization of blue land crabs (“guaiamum”) *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1825) along the coast of Bahia State, Brazil: An ethnoecological approach. *J Ethnobiol Ethnomed*. 2012; 8. doi: 10.1186/1746-4269-8-12
- Pereira Júnior RL, Santana RF de, Brito RA de, Rodrigues GG. Do manguezal à panela: Aspectos bioecológicos da cadeia produtiva do Guaiamum (*Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825). *Journal of Environmental Analysis and Progress*. 2019; doi: 10.24221/jeap.4.4.2019.2735.280-289
- Instrução Normativa MMA nº 5, de 21 de maio de 2004 (Brasil). Reconhece como espécies ameaçadas de extinção e espécies sobreexplotadas ou ameaçadas de sobreexplotação, os invertebrados aquáticos e peixes, constantes dos Anexos a esta Instrução Normativa. [Internet]. Diário Oficial da União. 2004 maio 21. [citado em 2023 out. 08]. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&force=1&legislacao=111035>
- Brasil. Portaria MMA nº 445, de 17 de dezembro de 2014 (Brasil). Reconhece como espécies de peixes e invertebrados aquáticos da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da “Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção - Peixes e Invertebrados Aquáticos”. [Internet]. Diário Oficial da União. 2017 dez 17. [citado em 2023 out. 08]. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&force=1&legislacao=134521>
- Brasil. Portaria Interministerial Nº 38, de 26 de Julho de 2018 (Brasil). Define regras para o uso sustentável e para a recuperação dos estoques da espécie *Cardisoma guanhumi* (guaiamum, goiamú, caranguejo-azul, caranguejo-do-mato). Diário Oficial da União. 2018 jul. 27. [citado em 2023 out. 08]. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-interministerial-n-38-de-26-de-julho-de-2018-34380577>
- Portaria MMA Nº 148, de 7 de junho de 2022 (Brasil). Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. [Internet]. Diário Oficial da União. 2022 jun. 22. [citado em 2023 out. 08]. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022-406272733>
- Pinheiro MAA, Santana W, Rodrigues ES, Ivo CTC, Santos LCM, Torres RA et al. Avaliação dos caranguejos gecarcinídeos (Decapoda: Gecarcinidae). Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010 – 2014: 167-81.
- Dias-Neto J. Proposta de Plano Nacional de Gestão para o uso sustentável do Caranguejo-Uçá do Guaiamum e do Siri-Azul. Brasília: Ibama; 2011.
- Botelho ERO, Santos MCFSJ. Aspectos populacionais do goiamum, *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825, do estuário do rio Una Pernambuco, Brasil. *Boletim Técnico-Científico do CEPENE*. 2001; 9: 123-146.



12. Amaral ACZ, Jablonski S. Conservation of marine and coastal biodiversity in Brazil. *Conservation Biology*. 2005; 19: 625-631. doi: 10.1111/j.1523-1739.2005.00692.x
13. Govender Y, Sabat AM, Cuevas E. Effects of land-use/land-cover changes on land crab, *Cardisoma guanhumi*, abundance in Puerto Rico. *J Trop Ecol*. 2008; 24: 417-423. doi: 10.1017/S0266467408005130
14. Silva CC, Schwamborn R, Oliveira JEL. Population biology and color patterns of the blue land crab, *Cardisoma guanhumi* (Latreille 1828) (Crustacea: Gecarcinidae) in the Northeastern Brazil | *Biologia populacional e padrões de coloração do caranguejo terrestre, Cardisoma guanhumi* (Latreille 1828). *Brazilian Journal of Biology*. 2014; 74: 949-958. doi: 10.1590/1519-6984.01913
15. Costa DFM, Schwamborn R. Biologia populacional e ecologia trófica de *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825 em um manguezal de acesso restrito em Itamaracá, Pernambuco, Brasil. *Tropical Oceanography*. 2016; doi: 10.5914/tropocean.v44i2.8037
16. Silva R da, Oshiro LMY. Aspectos da reprodução do caranguejo guaiamum, *Cardisoma guanhumi* Latreille (Crustácea, Decapoda, Gecarcinidae) da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Rev Bras Zool*. 2002; 19: 71-78. doi: 10.1590/S0101-81752002000600007
17. Santos LCM, Boos H, Sano EE, de Freitas DM, Pinheiro MAA. Management and conservation of the land crab *Cardisoma guanhumi* (Crustacea: Gecarcinidae) based on environmental and fishery factors: a case study in Brazil. *Wetl Ecol Manag*. 2022; 30: 389-403. doi: 10.1007/s11273-022-09868-2
18. Oliveira-Neto JF, Pie MR, Chammas MA, Ostrensky A, Boeger WA. Phylogeography of the blue land crab, *Cardisoma guanhumi* (Decapoda: Gecarcinidae) along the Brazilian coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 2008; 88: 1417-1423. doi: 10.1017/S0025315408001999
19. Hernández-Maldonado A, Campos NHC. Estado actual de la población adulta del cangrejo semiterrestre *Cardisoma Guanhumi* (Latreille) en la isla de San Andrés. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*. [Internet]. 2015 June [cited 2024 April 01]; 44: 1 85-198. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-97612015000100009
20. Cardona L, Campos NH, Rolong EH. Growth parameters of *Cardisoma guanhumi* in the department of Magdalena, Colombia | *Parámetros de crecimiento de Cardisoma guanhumi* en el departamento del Magdalena, Colombia. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*. 2019; 48: 27-41. doi: 10.25268/bimc.invemar.2019.48.1.755
21. Falcão CBR, Pinheiro MAA, Torres RA, Adam ML. Spatial-temporal genome damaging in the blue crab *Cardisoma guanhumi* as ecological indicators for monitoring tropical estuaries. *Mar Pollut Bull*. 2020; 156. doi: 10.1016/j.marpolbul.2020.111232

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo

n.1, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaelectronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886



Ameaças e especificidade de ações dos Planos de Ação Nacional para Conservação da Fauna no Brasil

Fernanda Silva de Barros^{1,2}

 <https://orcid.org/>

Enrico Bernard^{1*}

 <https://orcid.org/0000-0002-2304-1978>

* Contato principal

¹ Universidade Federal de Pernambuco/UFPE, Laboratório de Ciência Aplicada à Conservação da Biodiversidade, Departamento de Zoologia. Brasil. <fernandabio16@gmail.com, enricob2@gmail.com>.

² Universidade Federal de Pernambuco/UFPE, Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal. Brasil. <fernandabio16@gmail.com>.

Recebido em 29/07/2022 – Aceito em 18/04/2024

Como citar:

Barros FS, Bernard E. Ameaças e especificidade de ações dos Planos de Ação Nacional para Conservação da Fauna no Brasil. *Biodivers. Bras.* [Internet]. 2024; 14(1): 195-216. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i1.2306

Palavras-chave: Ações de conservação; estratégias de conservação; espécies ameaçadas; política ambiental; planos de ação nacional para espécies.

RESUMO – O aumento das ameaças à biodiversidade e de extinções de espécies está diretamente associado às atividades antrópicas. O enfrentamento desse problema requer a priorização de ações conservacionistas e os Planos de Ação Nacional para Conservação da Fauna são documentos que sintetizam essas ações. Aqui utilizamos planos de ação nacional (PANs) disponíveis para o Brasil para: 1) categorizar os *drivers* de ameaças diretas que recaem sobre as espécies de vertebrados contempladas; 2) analisar padrões de frequência de *drivers* dentre e entre grupos taxonômicos, e categorias de ameaça; 3) analisar a especificidade das ações elaboradas nos PANs; e 4) analisar a influência do tempo decorrido entre a espécie ser asinalada como ameaçada, a publicação de um PAN que a contemple, e uma eventual mudança de status de ameaça. Identificamos que o agronegócio e a superexploração de espécies são os *drivers* que impactam o maior número de mamíferos, aves, répteis e anfíbios. Encontramos nas matrizes de planejamento e nas matrizes de monitoria do primeiro ano de cada PAN um total de 3.747 ações, das quais 30% eram específicas para ameaças identificadas, porém tendenciosas para o *driver* superexploração. Um grupo de 14 espécies apresentou melhora no status de conservação ao longo do período de listagem de espécies ameaçadas no Brasil, e de implementação dos PANs (1989 – 2020). Eventuais melhoras no status de ameaça podem ser comprometidas pela baixa especificidade das ações propostas nos planos de ação, pelo longo tempo para implementação dessas ações, ou pelos obstáculos que impedem o início e a conclusão das ações.

Threats and specificity of actions of National Action Plans for Fauna Conservation in Brazil

Keywords: Conservation actions; conservation strategies; endangered species; environmental policies, species national action plans.

ABSTRACT – The increase in threats to biodiversity and species extinctions is directly associated with human activities. Facing this problem requires prioritizing conservation actions and the National Action Plans for the Conservation of Fauna (PANs) are documents that summarize these actions. Here we use PANs available for Brazil to: 1) categorize the drivers of direct threats on the vertebrate species

contemplated; 2) analyze driver frequency patterns within and between taxonomic groups and threat categories; 3) analyze the specificity of actions elaborated in the PANs; and 4) analyze the influence of the time frame between the species being identified as threatened, the publication of a PAN that contemplates it and an eventual change of threat status. We identified that agribusiness and species overexploitation are the drivers that impact the largest number of mammals, birds, reptiles, and amphibians. We found a total of 3,747 actions in the planning matrices and in the monitoring matrices of the first year of each PAN, and 30% of them were specific to identified threats, but biased towards the overexploitation driver. A group of 14 species showed an improvement in conservation status over the period of listing threatened species in Brazil and the implementation of the PANs (1989 – 2020). Possible improvements in the threat status can be compromised by the low specificity of the actions proposed in the PANs, by the long time taken to implement these actions, or by the obstacles that prevent the beginning and conclusion of the actions.

Amenazas y especificidad de las acciones de los Planes de Acción Nacionales para la Conservación de la Fauna en Brasil

Palavras-clave: Acciones de conservación; estrategias de conservación; especie en peligro; Política de medio ambiente; planes nacionales de acción de especies.

RESUMEN – El aumento de las amenazas a la biodiversidad y la extinción de especies está directamente asociado a las actividades humanas. Enfrentar este problema requiere priorizar acciones de conservación y los Planes Nacionales de Acción para la Conservación de la Fauna (PAN) son documentos que resumen estas acciones. Aquí usamos los PAN disponibles para Brasil para: 1) categorizar los impulsores de las amenazas directas que afectan a las especies de vertebrados cubiertas; 2) analizar los patrones de frecuencia de los impulsores dentro y entre los grupos taxonómicos y las categorías de amenazas; 3) analizar la especificidad de las acciones elaboradas en los PAN; y 4) analizar la influencia del tiempo transcurrido entre la identificación de la especie como amenazada, la publicación de un PAN que la contemple y un eventual cambio de estado de amenaza. Identificamos que la agroindustria y la sobreexplotación de especies son los impulsores que impactan a la mayor cantidad de mamíferos, aves, reptiles y anfibios. Encontramos en las matrices de planificación y en las matrices de seguimiento del primer año de cada PAN, un total de 3.747 acciones, donde el 30% fueron específicas a las amenazas identificadas, pero sesgadas hacia el driver de sobreexplotación. Un grupo de 14 especies mostró una mejora en el estado de conservación durante el período de listado de especies amenazadas en Brasil y la implementación de los PAN (1989 – 2020). Cualquier mejora en el estado de amenaza puede verse comprometida por la baja especificidad de las acciones propuestas en los PANs, por el largo tiempo necesario para implementar estas acciones, o por los obstáculos que impiden el inicio y conclusión de las acciones.

Introdução

Pesquisadores estimam que espécies do planeta estão desaparecendo a uma taxa 100 a 10.000 vezes mais rápida do que seria naturalmente esperado, e essas extinções atuais são impulsionadas pela atividade humana[1][2][3][4]. Se quisermos então frear e reverter esse processo, esse cenário exige um enfrentamento do problema. Existem diversas abordagens, ferramentas e atores para auxiliar no combate às altas taxas de perda e destruição da

biodiversidade. Dados e conhecimentos específicos sobre as espécies, seus *habitat* e ameaças são úteis e necessários para a tomada de decisões para a conservação e para a geração de políticas públicas[5]. A avaliação de risco de extinção de espécies, expressa através das Listas Vermelhas de Espécies Ameaçadas de Extinção, pode alimentar o planejamento para a conservação e, a partir da discussão de quais ameaças afetam os táxons e seus ambientes naturais, estratégias para atuar na proteção, manutenção, recuperação, e incremento de populações e seus *habitats* podem ser construídas[6][7][8][9].

Uma vez que as Listas Vermelhas identificam aquelas espécies sob risco de extinção, um próximo passo seria a elaboração de estratégias e ações para a reversão desse risco. É nesse contexto que estão inseridos os planos de ação nacional para conservação de espécies (daqui em diante PANs). Os PANs são documentos úteis pois reúnem informações sobre ameaças que recaem sobre as espécies, bem como objetivos e ações estratégicas para a mudança no estado de conservação de uma espécie-alvo[5]. Os PANs são parte das Estratégias e Planos de Ações Nacionais para Biodiversidade (National Biodiversity Strategies and Action Plans /NBSAPs) e, não por acaso, instrumentos para a implementação dos objetivos da Convenção sobre a Diversidade Biológica[5][10]. Os PANs são ferramentas importantes, reconhecidas e elaboradas por governos e entidades em diversos países para implementação de metas e ações de conservação para proteger, incrementar e restaurar fauna, flora e ambientes impactados[8][11][12][13]. Embora heterogêneos quanto sua efetividade, estudos avaliam os PANs como ferramentas úteis para conservação de espécies ameaçadas[6][9][14][15][16][17][18][19][20][21][22][23].

O Brasil é um país recordista em biodiversidade, mas também experimenta níveis alarmantes de perda e degradação de *habitat*. Além de uma Lista Vermelha oficial (<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022-406272733>), o país também adota os PANs como ferramenta de conservação[24]. O Brasil possui 71 PANs já publicados para diferentes grupos biológicos e em diferentes estágios de vigências[24]. No país, a adoção dos PANs é embasada, por exemplo, por compromissos assumidos pelo Brasil na Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) – Decreto n. 2519/1998, por procedimentos para a avaliação do estado de conservação das espécies (Instrução Normativa ICMBio n. 34/2013), pela criação do Programa Pró-espécies (Portaria MMA n. 43/2014), e pela Instrução Normativa ICMBio n. 21/2018[8], que disciplina a elaboração dos PANs. Análises sobre o funcionamento geral[16] e sobre a efetividade e eficiência dos PANs no Brasil[19] apontam que quando se adota a estratégia de apenas uma única espécie-alvo, a eficácia do PAN é influenciada positivamente. Entretanto, devido ao tamanho territorial, à diversidade biológica do Brasil e ao elevado número de espécies ameaçadas (mais de 1.300), uma estratégia espécie-específica não é possível de ser adota em larga escala.

De maneira geral, os PANs para espécies no Brasil têm sido considerados eficientes na planificação das ações, mas não na mudança do panorama da conservação[16]. Essas análises não revelaram mudanças significativas na redução das ameaças que recaem sob as espécies ou alteração efetiva no status de conservação[16], mas apontaram que as pesquisas são a maior parte das recomendações de ações dos PANs e também as ações mais executadas. O déficit de recursos financeiros é apontado como o maior empecilho para implementação das ações conservacionistas no país[16].

Considerando que o Brasil está entre os recordistas de perda de *habitat* (www.mapbiomas.org), e considerando que há, ao mesmo tempo, uma urgência de ação, mas também uma diminuição brutal dos recursos financeiros e técnicos para a proteção das espécies brasileiras[25], mais do que nunca as ações de conservação pensadas e planejadas precisam ser significativamente efetivas. Aqui nos propusemos especificamente a: 1) através de uma classificação de *drivers*, categorizar as ameaças diretas que recaem sobre as espécies de mamíferos, aves, répteis e anfíbios contempladas pelos PANs brasileiros; 2) analisar padrões de frequência de *drivers* dentre e entre grupos taxonômicos e categorias de ameaça; 3) analisar a especificidade das ações estabelecidas pelos PANs em relação aos *drivers* de ameaças relatados para os táxons contemplados; e 4) analisar o tempo decorrido desde a avaliação de risco de extinção e planejamento para conservação, a presença de ações de conservação e a situação do status de ameaça de cada espécie.

Materiais e Métodos

Usamos como base de dados 71 PANs publicados pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), sendo 48 em atividade e 23 com seus ciclos finalizados até o ano de 2020[24] (Material Suplementar 1). Consideramos para essa análise apenas PANs que contemplavam espécies de vertebrados, exceto os peixes, o que correspondia a 61 PANs (41 ativos e 20 finalizados), que juntos cobriam um conjunto de 575 espécies de mamíferos, aves, répteis e anfíbios, todas classificadas como criticamente ameaçadas (CR), em perigo (EN), vulneráveis (VU), quase ameaçadas (NT), e dados insuficientes (DD) (Material Suplementar 1).

Na lista de espécies (Material Suplementar 1) foram mantidos os nomes dos táxons na forma que estavam citados nos PANs. Possíveis conflitos taxonômicos na lista de táxons foram revisados em bancos de dados, tendo como base fevereiro de 2021. Para Mamíferos, acessamos o *Mammal Diversity Database 1.31* (<https://www.mammaldiversity.org/taxa.html>); para Aves, o *Avibase: The Worlds Birds Database* (<https://avibase.bsc-eoc.org/>); para Anfíbios, o *Amphibian Species of the World 6.1* (https://amphibiansoftheworld.amnh.org/amphib/basic_search?basic_query=scinax+alcatraz&stree=&stree_id=); e para Répteis, o *The Reptile Database* (<http://www.reptile-database.org/>). Com essa filtragem, o número de espécies analisando passou de 575 para 568 táxons.

Drivers e subdrivers de ameaças diretas

Acessamos dados das ameaças documentadas para as espécies CR, EN, VU, NT e DD através das fichas de avaliação de risco das espécies ameaçadas de extinção disponibilizadas pelo ICMBio, correspondentes aos dois últimos ciclos de avaliação que

foram base para a elaboração da Lista Vermelha de 2014[26], e, portanto, anteriores à mais recente lista disponibilizada em julho de 2022.

Agrupamos as espécies de acordo com seu grupo animal (mamíferos, aves, répteis e anfíbios), em ameaçadas (CR, EN, VU), em quase ameaçadas (NT), e em dados insuficientes (DD) (Material Suplementar 2). Posteriormente, categorizamos as ameaças com base na classificação de *drivers* de ameaças diretas da União Internacional para Conservação da Natureza (CMP Unified Classification of Direct Threats, CMP 3.2)[27], que apresenta 12 *drivers* de ameaças, 40 *subdrivers*, e níveis específicos da ameaça para cada *subdriver* (Tabela 1). Utilizamos o sistema binário, onde: (1) indica que a espécie tem o registro do *driver/subdriver/nível* específico como ameaça; e (0) indica que a espécie não tem o *driver/subdriver/nível* específico como ameaça (Material Suplementar 2).

Algumas descrições de ameaças para as espécies não se encaixaram nos *drivers* e seus demais níveis na CMP. Assim, adaptamos o *driver* “outras ameaças” para “causas desconhecidas”, dividindo-o em cinco *subdrivers* (Tabela 1, Material Suplementar 2).

Tabela 1 – Classificação de *drivers* e *subdrivers* de ameaças adotada pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN). Adaptado de [28] e [27]. Classificação abreviada foi utilizada na nomenclatura dos gráficos e ao decorrer do texto. **Driver* adaptado para melhor alocar um conjunto de fatores identificados que estão levando ao declínio das espécies.

Classificação de ameaças da IUCN	Classificação abreviada
1. Desenvolvimento residencial & comercial	Desenvolvimento urbano
1.1 Habitação e Áreas Urbanas	Habitação
1.2 Áreas comerciais e industriais	Industrial
1.3 Áreas de turismo e lazer	Turismo
2. Agricultura & Aquicultura	Atividade Agrícola
2.1 Culturas não madeireiras anuais e perenes	Culturas
2.1.1 Agricultura em mudança	-
2.1.2 Agricultura de Pequenos Agricultores	-
2.1.3 Agroindústria	-
2.1.4 Escala Desconhecida/Não Registrada	-
2.2 Plantação de madeira e celulose	Plantações de madeira
2.2.1 Plantações de pequenos agricultores	-
2.2.2 Plantações agroindustriais	-
2.2.3 Escala Desconhecida/Não Registrada	-

2.3 Pecuária & criação	Pecuária
2.3.1 Pastagem nômade	-
2.3.2 Pequenos Agricultores, Pastagem, Pecuária ou Agricultura	-
2.3.3 Agroindústria, Pastagem, Pecuária ou Agricultura	-
2.3.4 Escala Desconhecida/Não Registrada	-
2.4 Aquicultura marinha e de água doce	Aquicultura
2.4.1 Subsistência/Aquicultura Artesanal	-
2.4.2 Aquicultura Industrial	-
2.4.3 Escala Desconhecida/Não Registrada	-
3. Produção de energia & mineração	Produção de energia
3.1 Perfuração de petróleo e gás	Petróleo e gás
3.2 Mineração & pedreira	Mineração
3.3 Energia renovável	Energia renovável
4. Corredores de transporte e serviço	Transporte
4.1 Estradas e ferrovias	Estradas e ferrovias
4.2 Linha de utilidades e serviços	Linhas de serviço
4.3 Rotas de transporte	Rotas marítimas
4.4 Rotas de voo	Rotas de voo
5. Uso de recursos biológicos	Superexploração
5.1 Caça e coleta de animais terrestres	Caça
5.1.1 Uso intencional	-
5.1.2 Efeitos não intencionais	-
5.1.3 Perseguição/Controle	-
5.1.4 Motivação Desconhecida/Não Registrada	-
5.2 Coleta de plantas terrestres	Coleta de plantas
5.2.1 Uso intencional	-
5.2.2 Efeitos não intencionais	-
5.2.3 Perseguição/Controle	-
5.2.4 Motivação Desconhecida/Não Registrada	-
5.3 Exploração madeireira e celulose	Exploração madeireira
5.3.1 Uso intencional: subsistência/pequena escala	-
5.3.2 Uso intencional: grande escala	-
5.3.3 Efeitos não intencionais: subsistência/pequena escala	-
5.3.4 Efeitos não intencionais: grande escala	-

5.4 Pesca e colheita de recursos aquáticos	Pesca
5.4.1 <i>Uso intencional: subsistência/pequena escala</i>	-
5.4.2 <i>Uso intencional: grande escala</i>	-
5.4.3 <i>Efeitos não intencionais: subsistência/pequena escala</i>	-
5.4.4 <i>Efeitos não intencionais: grande escala</i>	-
5.4.5 <i>Perseguição/Controle</i>	-
5.4.6 <i>Motivação Desconhecida/Não Registrada</i>	-
6. Intrusões humanas e perturbação	Perturbação humana
6.1 Atividades recreativas	Recreativo
6.2 Guerra, agitação civil e exercícios militares	Guerra
6.3 Trabalho e outras atividades	Trabalho
7. Modificações do sistema natural	Modificação do sistema
7.1 Fogo e supressão de fogo	Fogo
7.1.1 <i>Aumento na frequência/intensidade do fogo</i>	-
7.1.2 <i>Supressão na Frequência/Intensidade do Fogo</i>	-
7.1.3 <i>Tendência Desconhecida/Não Registrada</i>	-
7.2 Barragens e gestão/uso de água	Barragens
7.2.1 <i>Abstração de Água Superficial (uso doméstico)</i>	-
7.2.2 <i>Abstração de Água Superficial (uso comercial)</i>	-
7.2.3 <i>Abstração da Água Superficial (uso agrícola)</i>	-
7.2.4 <i>Abstração de Água superficial (uso desconhecido)</i>	-
7.2.5 <i>Abstração de Água Subterrânea (uso doméstico)</i>	-
7.2.6 <i>Abstração de Água Subterrânea (uso comercial)</i>	-
7.2.7 <i>Abstração de Água Subterrânea (uso agrícola)</i>	-
7.2.8 <i>Abstração de Água Subterrânea (desconhecido)</i>	-
7.2.9 <i>Pequenas Barragens</i>	-
7.2.10 <i>Grandes Barragens</i>	-
7.2.11 <i>Barragens (tamanho desconhecido)</i>	-
7.3 Outras modificações ecossistêmicas	Outras modificações
8. Espécies invasivas e outras problemáticas, genes e doenças	Invasão e doenças
8.1 Espécies/doenças não nativas/exóticas invasoras	Espécies invasoras
8.1.1 <i>Espécies Não Especificadas</i>	-
8.1.2 <i>Espécies Nomeadas</i>	-
8.2 Espécies/doenças nativas problemáticas	Espécies nativas problemáticas
8.2.1 <i>Espécies Não Especificadas</i>	-
8.2.2 <i>Espécies Nomeadas</i>	-

8.3 Material genético introduzido	Material genético
8.4 Espécies/doenças problemáticas de origem desconhecida	Espécies/doenças desconhecidas
8.4.1 Espécies Não Especificadas	-
8.4.2 Espécies Nomeadas	-
8.5 Doenças virais/induzidas por príon	Doenças virais
8.5.1 "Espécies" não especificadas (Doença)	-
8.5.2 Denominado "Espécies" (Doença)	-
8.6 Doenças de causa desconhecida	Doenças causas desconhecidas
9. Poluição	Poluição
9.1 Águas residuais domésticas e urbanas	Resíduos domésticos
9.1.1 Esgoto	-
9.1.2 Run-off	-
9.1.3 Tipo Desconhecido/Não Registrado	-
9.2 Efluentes industriais e militares	Industrial
9.2.1 Derramamentos de óleo	-
9.2.2 Infiltração da Mineração	-
9.2.3 Tipo Desconhecido/Não Registrado	-
9.3 Efluentes agrícolas e florestais	Agrícola
9.3.1 Cargas de nutrientes	-
9.3.2 Erosão do solo, Sedimentação	-
9.3.3 Herbicidas e Pesticidas	-
9.3.4 Tipo Desconhecido/Não Registrado	-
9.4 Lixo & resíduos sólidos	Lixo
9.5 Poluentes transportados pelo ar	Transportado pelo ar
9.5.1 Chuva ácida	-
9.5.2 Poluição	-
9.5.3 Ozônio	-
9.5.4 Tipo Desconhecido/Não Registrado	-
9.6 Excesso de energia	Excesso de energia
9.6.1 Poluição luminosa	-
9.6.2 Poluição térmica	-
9.6.3 Poluição sonora	-
9.6.4 Tipo Desconhecido/Não Registrado	-
10. Eventos geológicos	Eventos geológicos
10.1 Vulcões	Vulcões

10.2 Terremotos / tsunamis	Terremotos/tsunamis
10.3 Avalanches / deslizamentos de terra	Avalanches
11. Mudanças climáticas e tempo severo	Mudanças climáticas
11.1 Mudança e alteração de habitat	Modificação de habitat
11.2 Secas	Secas
11.3 Extremos de temperatura	Temperaturas extremas
11.4 Tempestades e inundações	Tempestades e inundações
12. Outras opções	*Causas Desconhecidas
12.1 Perda de habitat	Perda de habitat
12.2 Declínio Populacional	Declínio Populacional
12.3 Áreas protegidas	Áreas protegidas
12.4 Rara-Isolada	Rara-isolada
12.5 Legislação	Legislação

Acessamos os livros, sumários executivos, matrizes de avaliação, matrizes de planejamento e matrizes de monitoria, correspondente a cada ciclo de cada PAN[29], para obter as relações de ações propostas, e identificar a presença de ações específicas para mitigação dos *drivers* registrados (Material Suplementar 2). Consideramos a existência de uma ação específica quando a relação e descrição das ações que constavam no PAN continham ações que claramente estavam relacionadas diretamente com a mitigação das ameaças identificadas para aquela espécie. Por exemplo: quando a caça era uma ameaça identificada para uma espécie e seu PAN trazia ações específicas para o enfrentamento da caça. Caso as ações propostas no PAN não mencionassem claramente a caça, então essas ações não eram consideradas específicas. Até o período das nossas análises, o PAN Pequenos Mamíferos de Áreas Florestais e o PAN Pequenos Mamíferos de Áreas Abertas ainda estavam em processo de implementação, e não tinham esses documentos disponíveis, apenas a lista de espécies contempladas, e assim não entraram na análise de especificidade.

Linha do tempo

Traçamos uma linha do tempo entre os processos avaliadores do status de ameaça das espécies e a publicação dos PANs, identificando a

presença e o status de cada espécie contemplada pelos PANs nas Listas Brasileiras de Espécies Ameaçadas de 1989, 2003 e 2014[26][30][31] (Material Suplementar 4). Na Lista de 1989, as espécies ainda não possuíam categorias, apenas o status de ameaçada. Assim, comparamos os status de cada espécie na Lista de 2003 e 2014, usando (0) quando não houve alteração do status, (+1) quando houve melhora no status da espécie e a espécie passou de uma categoria de ameaça mais grave para uma mais branda, e (-1) quando houve piora no status da espécie e ela passou de uma categoria mais branda para uma mais grave (Material Suplementar 4).

Resultados

Drivers

Os *drivers* Atividade Agrícola e Superexploração são, cada um, relacionados como ameaça para 220 das 568 espécies analisadas (38%) (Fig. 1), com maior registro em espécies EN e VU, respectivamente (Fig. 1), seguidos de Causas Desconhecidas, registrado para 190 espécies (33%), Desenvolvimento Urbano para 142 (25%), Modificação do Sistema para 136 espécies (24%), Transporte para 63 (11%), Espécies Invasoras para 62 (11%), Produção de Energia para 48 (9%), Poluição para 45 (8%), Perturbação Humana para 37 (6%), e Mudanças Climáticas para 26 espécies (5%) (Fig. 1 e 2).

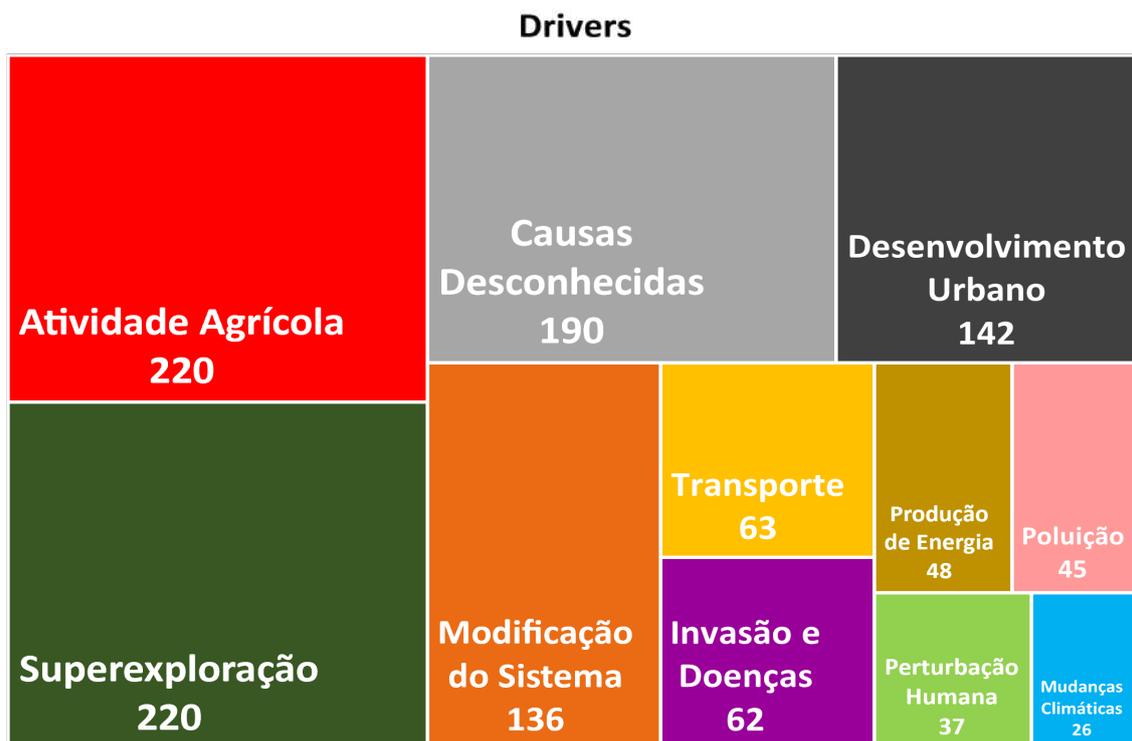


Figura 1 – Frequência de registro de 12 *drivers* de ameaças entre as espécies de mamíferos, aves, répteis e anfíbios contempladas em Planos de Ação Nacional para Conservação de Espécies do Brasil.

Mais detalhadamente, para mamíferos, o *driver* superexploração foi o mais frequente, registrado para 33 espécies VU (Fig. 3), seguido de desenvolvimento urbano, registrado em 21 espécies EN. O *driver* mais frequente para as aves foi causas desconhecidas, para 69 espécies VU (Fig. 3), seguido de superexploração, para 50 espécies VU. Para répteis, atividade agrícola foi o mais frequente, para 22 espécies EN, seguido de superexploração (Fig. 3). Já nos anfíbios, atividade agrícola foi mais frequente, registrado para 23 espécies DD, seguido de desenvolvimento urbano, para 16 espécies DD (Fig. 3).

Entre os *subdrivers*, culturas foi registrado para 182 espécies, seguido de habitação (131 spp.), pecuária (125 spp.), exploração madeireira (117

spp.), perda de *habitat* (114 spp.), caça (114 spp.), fogo (82 spp.), e represas (62 spp.) (Fig. 4).

Drivers simultâneos

Observamos que foram relatados entre zero e sete *drivers* simultâneos por espécie. Do total de espécies, 39% (224/568) registraram apenas um *driver*, 50% (288/568) registraram entre dois e quatro *drivers* de forma simultânea, enquanto 6% (36/568) registram entre cinco e sete *drivers* (Fig. 5). Vinte espécies não apresentam informações de ameaças nas fontes de dados acessadas que pudessem permitir a classificação das ameaças.

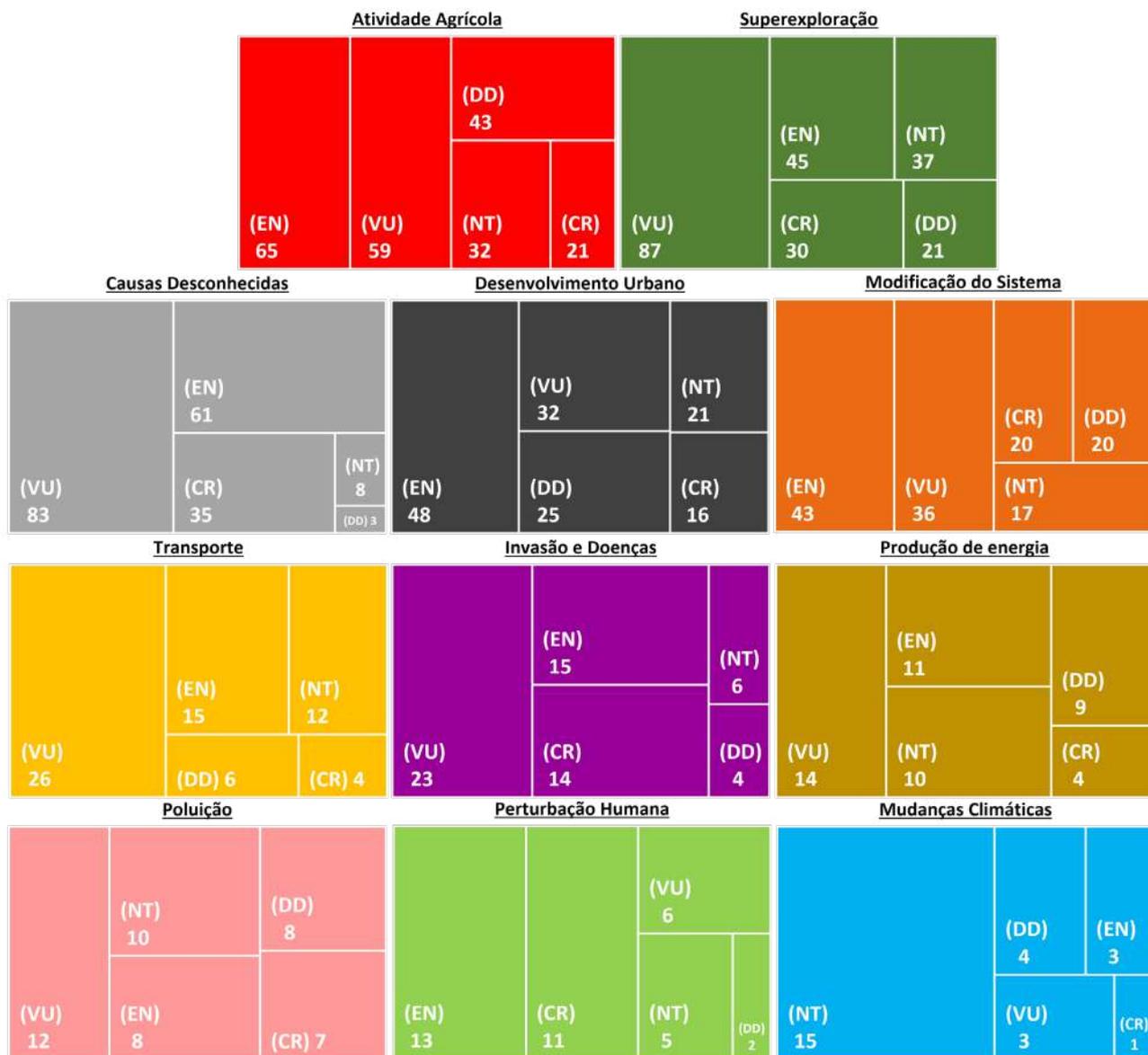


Figura 2 – Frequência de registro de 12 *drivers* de ameaças para espécies contempladas em Planos de Ação Nacional para Conservação de Espécies do Brasil. As espécies estão agrupadas de acordo com a classificação de seu status de risco: CR, criticamente ameaçada; EN, ameaçada; VU, vulnerável; NT, quase ameaçada; e DD, dados insuficientes.

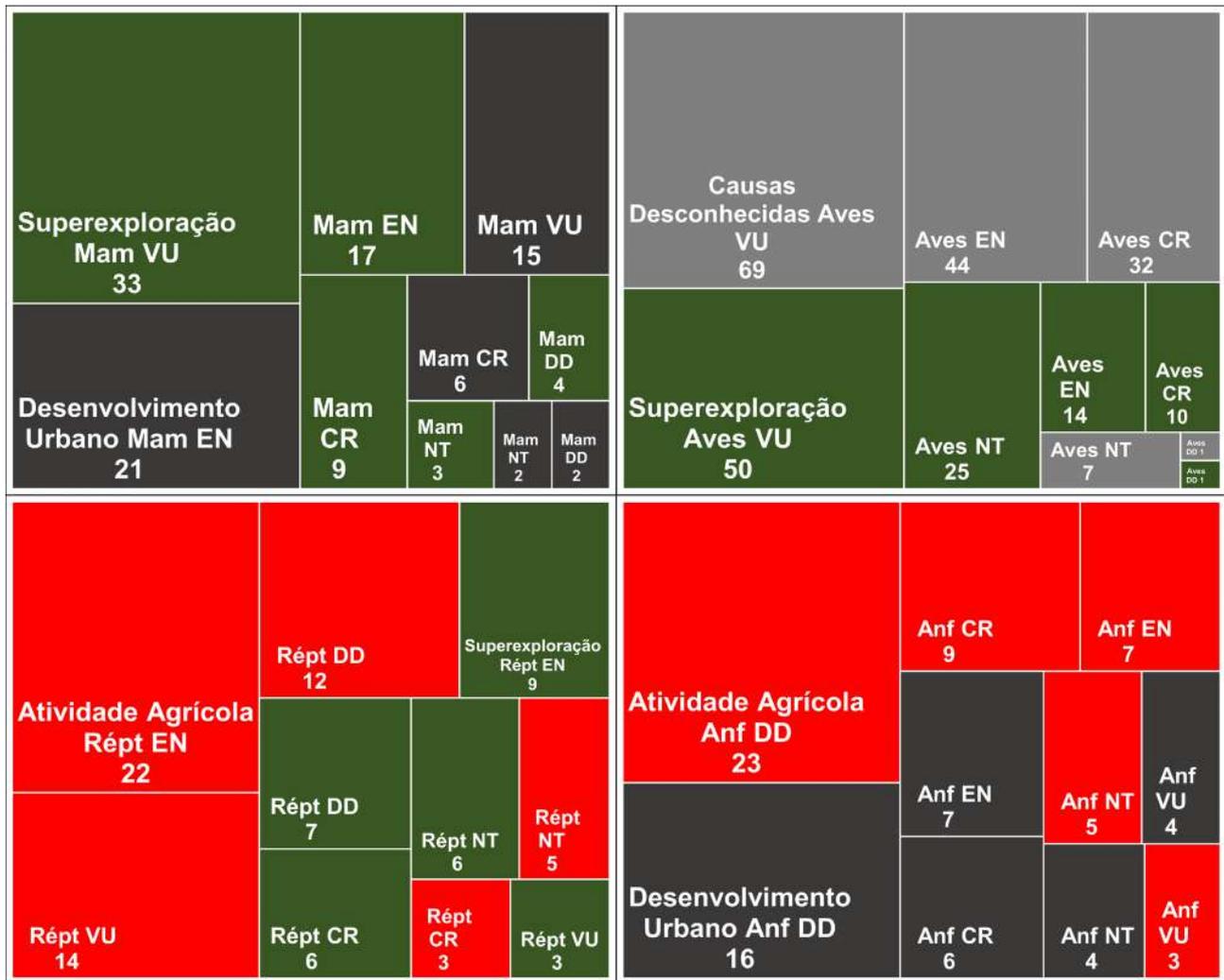


Figura 3 – Frequência de registro dos drivers de ameaças mais frequentes (atividade agrícola, superexploração, desenvolvimento urbano, e causas desconhecidas) para espécies de mamíferos (Mam), aves (Aves), répteis (Répt) e anfíbios (Anf) contemplados em Planos de Ação Nacional para Conservação de Espécies do Brasil. As espécies estão agrupadas de acordo com a classificação de seu status de risco: CR, criticamente ameaçada; EN, ameaçada; VU, vulnerável; NT, quase ameaçada; e DD, dados insuficientes



Figura 4 – *Subdrivers* de ameaças mais frequentes para espécies de aves, mamíferos, répteis e anfíbios contempladas em Planos de Ação Nacional para Conservação de Espécies do Brasil. Cores iguais significam *subdrivers* de um mesmo *driver* (ver Fig. 2).

Observando separadamente por grupo animal e por grupo de risco (considerando CR + EN + VU = espécies ameaçadas; e NT + DD = não ameaçadas), o registro de *drivers* simultâneos variou. Nas aves ameaçadas, 137/227 espécies (60%) registraram apenas um *driver*, já 18/55 espécies de aves não ameaçadas (33%) registraram dois *drivers* simultaneamente (Fig. 5 A). Nos mamíferos ameaçados, 24/106 espécies (23%) registraram um *driver* (Fig. 5 B), e 23/106 espécies (22%) registraram três *drivers* simultaneamente. Em mamíferos não

ameaçados, 4/10 espécies (40%) registraram três *drivers* simultaneamente. Entre répteis ameaçados, 24/57 (42%) registraram um *driver*, e 20/57 espécies registraram três *drivers* simultaneamente. Para répteis não ameaçados, 9/29 (31%) registraram um *driver* (Fig. 5 C). Para anfíbios ameaçados, 18/41 espécies (44%) registraram dois *drivers* simultâneos, e 12/41 espécies (29%) registraram três *drivers* simultaneamente (Fig. 5 D). Entre anfíbios não ameaçados, 10/37 (27%) registraram um *driver* e 11/37 (30%) registraram dois *drivers* (Fig. 5 D).

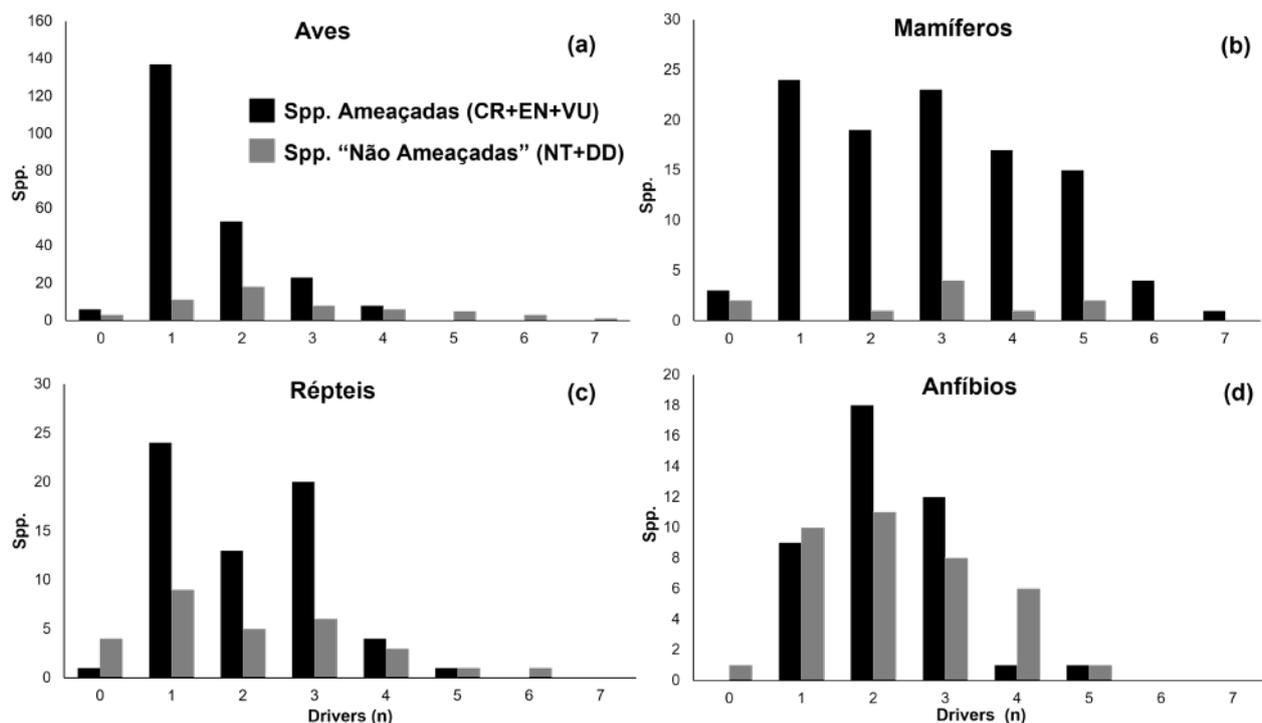


Figura 5 – Ocorrência simultânea de *drivers* de ameaça em espécies de aves (a), mamíferos (b), répteis (c) e anfíbios (d) contemplados em Planos de Ação Nacional para Conservação de Espécies do Brasil.

Especificidade de ações

Encontramos nas matrizes de planejamento e nas matrizes de monitoria do primeiro ano de cada PAN um total de 3.747 ações, onde 30% destas (1.086) eram específicas para os *drivers* registrados como ameaças para o conjunto de espécies contemplados em cada PAN. Os PANs Pequenos Mamíferos de Áreas Abertas e Pequenos Mamíferos de Áreas Florestais ficaram de fora dessa análise por estarem em processo de implementação e não possuírem ainda os documentos oficiais. O PAN Aves de Rapina e o PAN Galliformes também não foram considerados por não ter sido possível definir com clareza o número de ações.

Espécies contempladas em 52 PANs possuem o *driver* superexploração registrado como ameaça, espécies de 38 PANs registram modificação do sistema, espécies de 34 PANs registram atividade agrícola, e 13 PANs registraram mudanças climáticas (Fig. 6, Material Suplementar 3). Oitenta e cinco por cento (44/52) dos PANs que contemplam espécies que registram superexploração apresentam ações específicas para mitigação do *driver*; 76% dos PANs que registram invasão e doenças (25/33); 63% dos PANs que registram poluição (17/27); 56% para aqueles que registram atividade agrícola (19/34); e o *driver* com menos ações específicas foi mudanças climáticas, em 38% dos PANs (5/13) (Fig. 6; Material Suplementar 3).

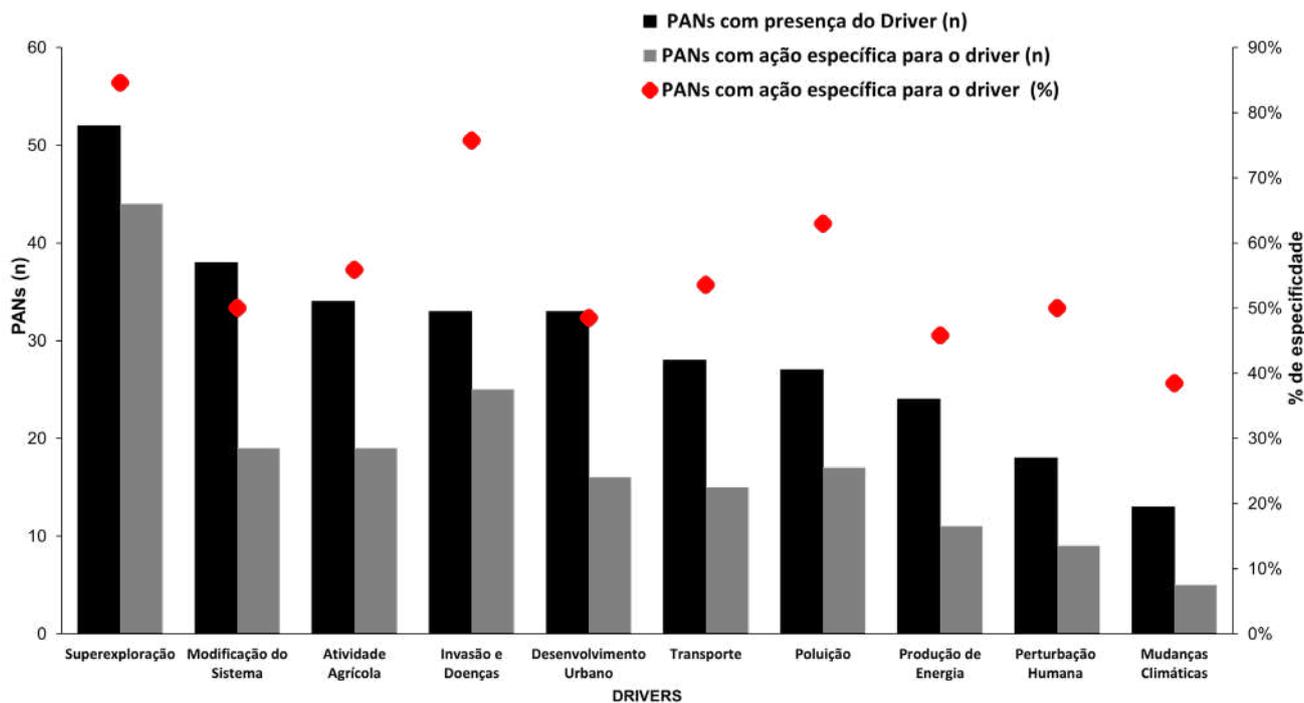


Figura 6 – Especificidade das ações contempladas em Planos de Ação Nacional para Conservação de Espécies de aves, mamíferos, répteis e anfíbios do Brasil. Colunas pretas indicam o número de PANs que registram o driver; colunas cinzas indicam número de PANs que possuem ações específicas para mitigação do driver registrado.

A especificidade das ações variou entre 2% no PAN Cavernas do São Francisco, com três ações específicas em um total de 136 ações, e 89% no PAN Tartarugas Marinhas, onde 50 das 56 ações foram classificadas como específicas, sendo esse o PAN mais

específico (Fig. 7). O segundo PAN mais específico foi o Aves da Amazônia, com 27/35 ações (77%), seguido pelo PAN Canídeos, 29/47 (62%), PAN Mamíferos Aquáticos da Amazônia, 18/30 (60%), e pelo PAN Pequenos Felinos 25/43 (58%) (Fig. 7).

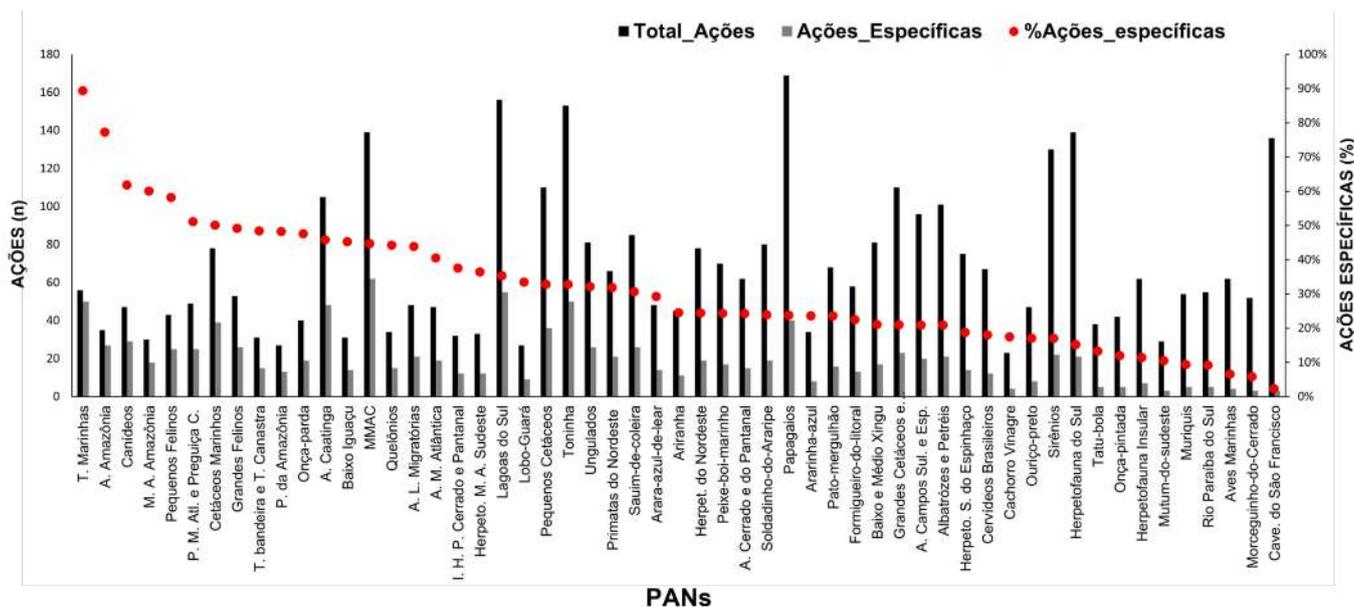


Figura 7 – Especificidade de ações contempladas em Planos de Ação Nacional para Conservação de Espécies de aves, mamíferos, répteis e anfíbios do Brasil.

Alteração do status de ameaça

Das 568 espécies classificadas como ameaçadas (CR/EN/VU), quase ameaçadas (NT), e dados insuficientes (DD) e contempladas pelos PANs, 93 estavam presentes nas Listas Nacionais de Espécies Ameaçadas de 1989, 2003, e 2014 (Fig. 8; Material

Suplementar 4). Dessas 93 espécies, 14 espécies de aves apresentaram melhora de status, 33 mantiveram seus status, e oito pioraram; cinco espécies de mamífero tiveram melhora de status, 22 mantiveram o status, e seis pioraram; e duas espécies de répteis mantiveram seus status, enquanto três tiveram piora (Figs. 8 e 9).

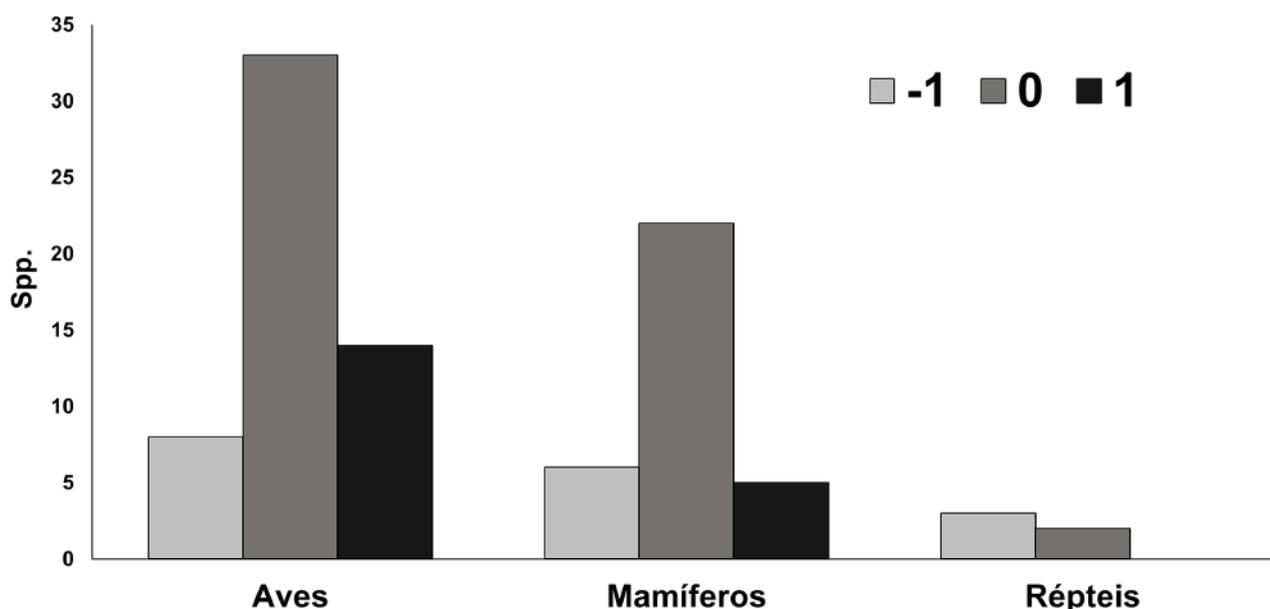


Figura 8 – Alteração do status de ameaça de 93 espécies de aves, mamíferos e répteis presentes nas Listas Vermelhas de espécies ameaçadas de 1989, 2003 e 2014 no Brasil. Legenda: (-1) houve piora no status; (0) não houve alteração no status; e (1) houve melhora no status.

Entre as 19 espécies de aves e mamíferos que tiveram melhora de status, três espécies de aves e um mamífero não eram contempladas em PANs entre as avaliações de 2003 e 2014; sete aves e

quatro mamíferos eram contempladas em ao menos um PAN entre as avaliações; e quatro aves eram contempladas, cada uma, em dois PANs no período entre as avaliações (Fig. 9).

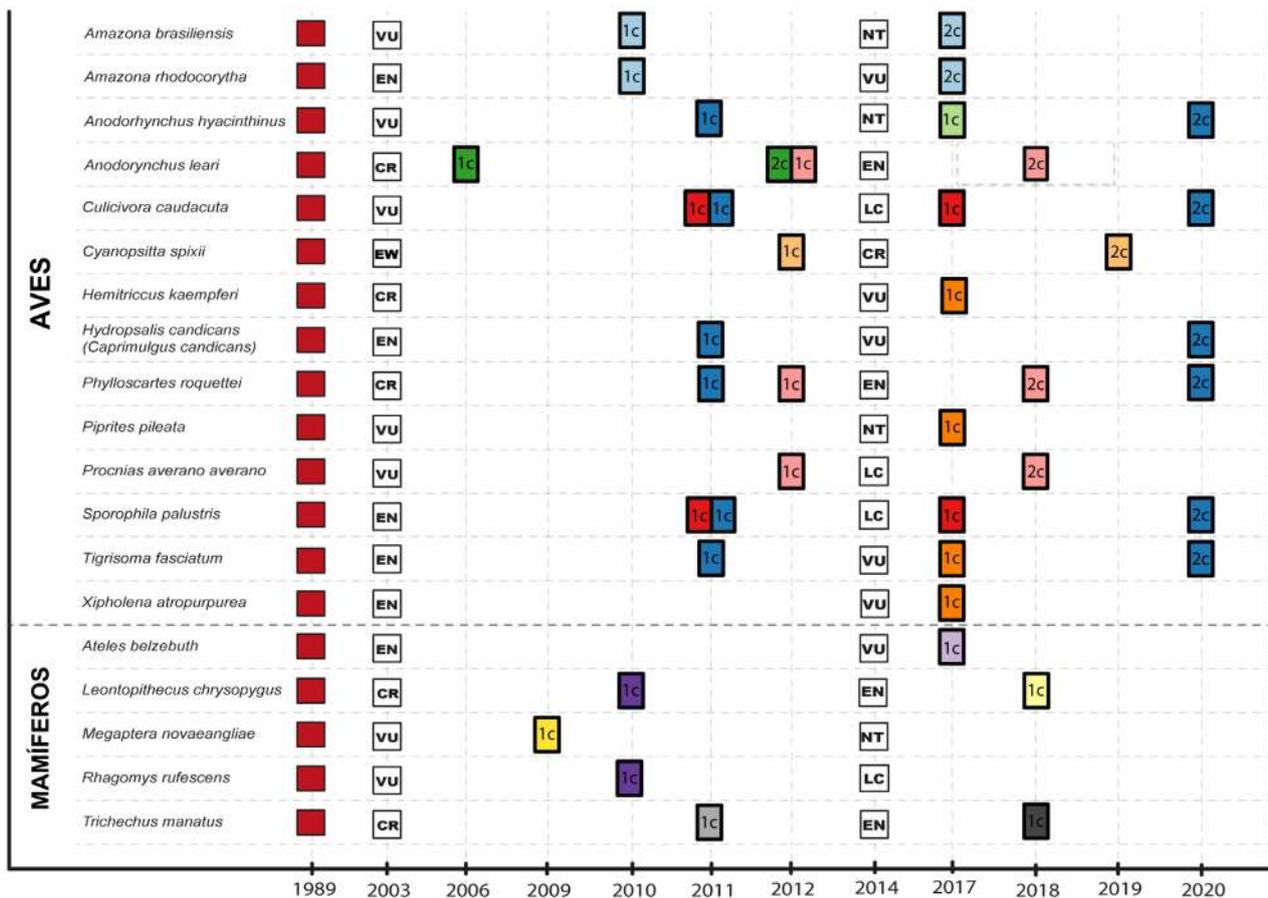


Figura 9 – Linha do tempo do status de conservação de 19 espécies de aves e mamíferos presentes nas Listas Vermelhas do Brasil entre 1989 e 2020, e que apresentaram melhora do status de conservação entre 2003 e 2014. Cores diferentes representam diferentes Planos de Ação Nacional para a Conservação de Espécies Ameaçadas (PANs) contemplando cada espécie. Legenda: 1c) 1º Ciclo do PAN; e 2c) 2º Ciclo do PAN.

Discussão

Drivers: o peso das atividades agrícolas e da superexploração

Nosso estudo teve como objetivo categorizar as ameaças que recaem sobre as espécies de vertebrados contempladas nos PANs, identificar a especificidade das ações elaboradas nos PANs para mitigação frente a essas ameaças e verificar o reflexo disso no *status* de risco de extinção dessas espécies. Observamos que a atividade agrícola (especialmente em função da perda e fragmentação de *habitat* por abertura de pastagens, plantações ou pelo uso do fogo) e a superexploração das espécies (incluindo caça, abate, perseguição/retaliação, e extração florestal) são as principais ameaças para espécies de vertebrados brasileiros. Também constatamos que uma parcela

considerável de espécies possui pouca ou nenhuma informação mais detalhada sobre suas principais ameaças, ou como essas ameaças as afetam. Nossas análises mostraram também que a especificidade das ações estabelecidas nos PANs é, de maneira geral, baixa, não estando muitas vezes diretamente relacionadas com as ameaças descritas nos próprios documentos.

Na última década, estudos vêm apontando a importância e impacto de atividades agrícolas/pastoris e a superexploração de recursos naturais como impulsionadores do declínio de populações animais e vegetais[32]. Para vertebrados terrestres, a combinação de plantações e exploração florestal é a maior ameaça para grande parte de espécies em risco de extinção distribuídas globalmente[33]. O impacto do agronegócio sobre a biodiversidade

global é notadamente reconhecido, com o *subdriver* culturas, sendo o mais frequente entre as ameaças relatadas para as espécies de mamíferos, aves e répteis ameaçados na África, América e Ásia, e para os anfíbios na África, América e Europa[33]. [34], analisando espécies de aves, mamíferos, répteis e anfíbios, encontraram que alteração de *habitat* (atividade agrossilvopastoril + expansão urbana + desmatamento) é a principal ameaça desde espécies classificadas como quase ameaçadas, até criticamente ameaçadas. Espécies invasoras são uma segunda ameaça mais relevante, principalmente para anfíbios. As aves são mais altamente afetadas pelas mudanças climáticas, e a sobre-exploração – caça, apanha, abate – afeta mais os mamíferos e os répteis[34]. Para as espécies de vertebrados e invertebrados na Austrália, [35] apontam que espécies invasoras é a ameaça de maior importância. Porém, cada grupo é atingido por diferentes combinações entre perda de *habitat* (desenvolvimento urbano e atividade agrossilvopastoril), uso do fogo, exploração de recursos biológicos (caça), e mudanças climáticas[35].

Mudanças climáticas e causas desconhecidas: subestimando *drivers*?

Nossa análise aponta que são notáveis a frequência e a distribuição em diferentes escalas dos *subdrivers* que envolvem atividades do agronegócio e a sobre-exploração dos recursos naturais, principalmente o desmatamento e a caça, para espécies de vertebrados. Mas ameaças como espécies invasoras e mudanças climáticas, que em países e regiões com biodiversidade rica se apresentam como riscos importantes, no Brasil parecem ser subestimados ou pouco avaliados. Análises mais importantes devem ser implementadas para detectar as influências desses *drivers* sobre a biologia e comportamento das espécies brasileiras. O Brasil já detém um número considerável de espécies invasoras catalogadas[36] e também estudos de variações e impactos climáticos, e de como o manejo adequado e recuperação de áreas florestadas podem reverter ou amenizar impactos em cenários futuros, em regiões importantes, como na Amazônia[37], e na Mata Atlântica[38]. Assim, é necessária a integração entre os dados e análises já disponíveis e a aplicação de políticas para reversão ou redução dos danos desse cenário atual.

Alterações climáticas devem ser tratadas como uma ameaça importante e significativamente abrangente para toda a biodiversidade, sendo

necessária maior atenção no planejamento para conservação[23]. No Canadá, 44% das espécies oficialmente listadas como ameaçadas registram as mudanças climáticas como ameaça, porém, 43% dos PANs naquele país omitem a ameaça em suas ações[23]. Em contraponto, na Austrália, 60% dos PANs reconhecem o *driver* mudanças climáticas como ameaça para as espécies listadas[39], e nos Estados Unidos, 64% das espécies listadas pelo *Endangered Species Act* registram esse *driver* como ameaça[40][41]. Nossa análise aponta que, no Brasil, as mudanças climáticas são indicadas como ameaça para um número baixo de espécies. Mais além, apenas cinco dos 13 PANs que contemplam essas espécies com o indicativo de mudança climática como ameaça abrangem ações específicas de mitigação ou amenização dos efeitos desse *driver* sobre os táxons. Um exemplo é o PAN Primatas da Amazônia, que possui ações claras e detalhadas com objetivo de reverter ou amenizar os efeitos do clima sobre suas espécies contempladas.

A baixa detecção das mudanças climáticas como ameaça para as espécies ameaçadas brasileiras levanta alguns questionamentos. Estamos subestimando os efeitos das mudanças climáticas presentes e projetadas sobre nossa biota e, em especial, sobre as espécies já ameaçadas? Qual a razão da baixa percepção de que as mudanças climáticas não são um *driver* significativo de ameaça à biodiversidade brasileira? Uma das possíveis respostas é que, entre as maiores ameaças, os efeitos climáticos extremos têm sua descoberta e atenção recentes[42][43]. De fato, espécies recém descritas ou com processo de avaliação mais recente já estão sendo inseridas em categorias de ameaçadas, e registrando impactos do clima[44][45][46].

O *driver* causas desconhecidas, ao qual foram inseridos declínios sem causa justificada, teve maior registro nas aves, principalmente pela perda de *habitat* e declínio populacional por causas desconhecidas. Fica claro que mesmo com o grande esforço de avaliar e registrar as ameaças para um número maior de espécies e abranger mais grupos taxonômicos, ainda existe um déficit de informações e condições de implementação de maiores esforços de captação dos dados. Quando do uso de causas desconhecidas é essencial entender o que está levando a esses declínios dentro das populações dessas espécies, e preencher essas lacunas o quanto antes. Sem a indicação clara de uma causa, a proposição de ações – que é a essência de um PAN – fica prejudicada.

Simultaneidade e sinergia de ameaças

Análises de ameaças sobre espécies ameaçadas e quase ameaçadas indicam que números de ameaças são maiores em aves, seguido de mamíferos, anfíbios e répteis[34]. Porém, é possível que em espécies desses quatro grupos o número de ameaças *per se* se apresente como um fator menos relevante para determinar o risco de extinção de uma espécie do que o efeito sinérgico entre as ameaças[33][47]. Assim, a contagem crescente de ameaças não seria o fator para o aumento do risco de extinção para a maioria das populações de vertebrados, seja a nível global, regional ou local[33]. Já em contraponto, [48] apontam que espécies classificadas como ameaçadas de extinção estão desproporcionalmente mais expostas a pressões humanas, se levado em conta sua distribuição. Em nossa análise, não parece haver uma grande variação no número de ameaças entre espécies de categorias não ameaçadas (quase ameaçadas) e ameaçadas. Porém, a composição e sinergismo das ameaças em espécies com maior risco, pode resultar em declínios maiores, em conjunto com seus tamanhos populacionais, fatores biológicos e distribuições. Espécies em perigo e criticamente ameaçadas são, em grande parte, endêmicas, raras ou isoladas. Nesses casos, o número de ameaças pode ser menos relevante do que a suscetibilidade aos impactos (poucos ou numerosos) que sua distribuição restrita ocasiona. Em síntese, documentar o número de ameaças que recai sobre uma espécie é importante por causa dos fatores sinérgicos que estas podem ter, mas espécies com mais ameaças não necessariamente estão mais ameaçadas. Variáveis como o nível de endemismo, o tamanho da população e o tipo de ameaça experimentada são tão ou mais importantes do que o número de ameaças *per se*.

Especificidade, tempo e implementação de ações

Nossos resultados apontam, de maneira geral, uma baixa especificidade das ações elaboradas pelos PANs frente às ameaças descritas para seus respectivos grupos de espécies contempladas. A falta de definição e priorização de ações contra ameaças pode levar a resultados inesperados ou incoerentes. Por outro lado, um PAN com grande número de ações pode não significar que ele será mais efetivo ou que terá mais sucesso nos seus objetivos. A elaboração das ações deve ser baseada na qualidade e na especificidade para as espécies, e deve ser condizente com as ameaças descritas para essas espécies[20].

A presença de ações específicas elaboradas em programas conservacionistas é determinante para auxiliar na persistência de espécies[49], onde aquelas contempladas em PANs podem ter uma maior chance de reversão de status de ameaça[50]. Mesmo com uma baixa especificidade das ações estabelecidas nos PANs em nossa análise geral, superexploração foi o *driver* mais frequente (junto de atividade agrícola) e também foi o maior em número ações diretas e específicas para sua mitigação. De certa forma era esperado que o *driver* com as principais ameaças – extração madeireira, caça – para diferentes grupos de vertebrados obtivesse maior atenção e atuações mais pontuais dentro dos PANs. Porém, outras ameaças mais significativas, como atividades agrossilvopastoril, não apresentaram o mesmo grau de especificidade nas ações. Além disso, é importante considerar que mesmo havendo ações específicas, não há a garantia de que elas serão implementadas[16]. Portanto, há dois momentos críticos: é necessário não apenas planejar e elaborar ações, mas elas precisam ser postas em prática e precisam gerar resultados efetivos. Uma mensagem importante é que a mitigação dos *drivers* atividade agrícola e sobre-exploração deve ser priorizada nas discussões e elaborações de ações conservacionistas para espécies de vertebrados brasileiros, visto que ações focadas nesses *drivers* poderão beneficiar um grande número de espécies contempladas, e também aquelas que ainda não possuem conhecimento abrangente, mas que podem estar sob as mesmas pressões.

A efetividade das ações é realmente muito importante. A extinção de algumas aves e mamíferos ameaçados foi prevenida devido à presença de ações específicas de conservação, as quais estão mais numerosas desde a criação da CBD[21]. Algumas dessas espécies, como a ararinha-azul (*Cyanopsitta spixii*), o mutum-do-nordeste (*Mitu mitu*), a choquinha-de-alagoas (*Myrmotherula snowi*), a arara-azul-de-lear (*Anodorhynchus leari*), e o mico-leão-preto (*Leontopithecus chrysopygus*), endêmicas do Brasil e contempladas em PANs, podem ter tido sua extinção postergada devido à implementação de ações conservacionistas nos últimos vinte anos[20]. Em nossas análises, vimos que *L. chrysopygus*, *A. leari* e *C. spixii* tiveram melhora de status entre 2003 e 2014, com *C. spixii* deixando de ser extinta da natureza (EW) e passando a ser criticamente ameaçada (CR), com reintrodução recente de indivíduos na natureza. Outras espécies tiveram melhora efetiva de *status*, ou seja, saíram de categorias de ameaça e passaram para categorias como quase ameaçadas (NT), ou ainda, para pouco

preocupante (LC). Mas não foi possível associar diretamente essa reversão à atuação dos PANs aos quais estas espécies estão contempladas. Isso abre a discussão de que o processo de melhora de status de conservação das espécies avaliadas no Brasil precisa ser mais bem documentado, de forma que a razões para essas melhoras possam ser bem identificadas, mensuradas e replicadas. Isso também deve ficar evidente nos processos de avaliações periódicas aos quais os PANs devem passar. Tal documentação está de acordo com uma visão de que a conservação baseada em evidências é mais efetiva, e que essas evidências precisam ser bem documentadas e difundidas (www.conservationevidence.com).

Para se evitar maiores perdas na biodiversidade e tornar o processo de recuperação de populações viável é crucial uma rápida gestão das ameaças[9]. A partir da implementação dos PANs, busca-se observar os reflexos das suas ações a partir da reversão do status de ameaça das espécies contempladas ou o abrandamento desse risco de extinção. Uma crítica feita ao processo de recuperação do estado de conservação de espécies ameaçadas é que ele é frequentemente por demais longo[51][52][53][54]. Entretanto, a velocidade do processo de reversão do estado crítico de uma espécie constantemente e esbarra em forças maiores, especialmente aquelas econômicas ou políticas.

No caso do Brasil, por exemplo, progressos na conservação da biodiversidade e de nossas espécies ameaçadas dependem muito de uma reforma político-administrativa focada na questão ambiental, além de maior apoio de corpo técnico-humano para implementação das ações, mais investimento de recursos financeiros[25], e maior comunicação, participação e esforço das partes envolvidas no processo de planejamento para conservação[9]. Mais além, uma das características dos PANs é sua pluralidade de atores e setores envolvidos, passando pelo Ministério do Meio Ambiente e ICMBio, outros ministérios e suas agências, estados e governos locais, pesquisadores, integrantes da sociedade civil e do setor privado[55]. Entretanto, em 2021, através do Decreto nº 10.334, de 11 de fevereiro de 2020, e da retificação da IN ICMBio nº 21/2018, a composição do Grupo de Assessoramento Técnico foi alterada para até cinco membros que façam parte da administração federal. Essa alteração pode diminuir a participação de atores importantes – como pesquisadores – no processo de avaliação e na tomada de decisões finais, pode implicar na modificação dessas decisões sem consulta prévia aos especialistas envolvidos, e pode

provocar também a diminuição da participação de várias esferas da sociedade que deveriam ser ouvidas para tais decisões. PANs são instrumentos importantes e úteis para a conservação da biodiversidade e reversão do risco de extinção de algumas espécies, e a participação dos diversos setores da sociedade na elaboração desses documentos deve ser estimulada; jamais tolhida.

Agradecimentos

Agradecemos à Elba S. G. Militão, por ser sempre solícita na disponibilização de dado, e à Priscilla Amaral, chefe do CEMAVE, pelas ideias compartilhadas, importantes para o andamento desta pesquisa. Este manuscrito é fruto da Dissertação de Mestrado da primeira autora junto ao Programa de Pós Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal de Pernambuco (PPGBA/UFPE). Agradecemos ao secretário Manoel O. Guimarães Jr., e aos membros da banca Drs. Bruna Bezerra, Diego Astúa de Moraes e Bárbara Lins Caldas de Moraes. F.S.B. recebeu bolsa de Mestrado da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE), e E.B. é bolsista de produtividade do CNPq.

Referências

1. Pimm SL. The future of biodiversity. *Science* 1995; 269: 347-350. doi: 10.1126/science.269.5222.347
2. Barnosky DA et al. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature* 2011; 471: 51-57. doi:10.1038/nature09678
3. Pimm SL. The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science* 2014; 344(6187): 1246752. doi:10.1126/science.1246752
4. Ceballos G, Ehrlich PR, Dirzo R. Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2017; 114(30): E6089-E6096. doi:10.1073/pnas.1704949114
5. Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade EPANB - 2016-2020. Brasília: Ministério do Meio Ambiente – MMA, Secretaria de Biodiversidade e Florestas – SBF; 2016. [Acesso em: 15/04/2020]; Disponível em <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/projetos/arquivos-projetos/construcao-e.pdf>
6. Boersma DP, Kareiva P, Fagan, WF, Alan CJ, Hoekstra JM. How good are endangered species recovery plans? *BioScience* 2001; 51(8): 643-649. doi:10.1641/0006-3568(2001)051[0643:HGAESR]2.0.CO;2.

7. Bland LE, Bohm M. Overcoming data deficiency in reptiles. *Biological Conservation* 2016; 204(A): 16-22. doi:10.1016/j.biocon.2016.05.018
8. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade ICMBio. Guia para gestão de planos de ação nacional para a conservação das espécies ameaçadas de extinção: PAN - elabore – monitore - avalie. Brasília: ICMBio; 2016. [Acesso em 18/04/2024]; Disponível em https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao-ARQUIVO/00-saiba-mais/PAN_-_elabore_-_monitore_-_avaliae_2018-v2.pdf Acesso em: 15/01/2020
9. Camaclang AE et al. Prioritizing threat management across terrestrial and freshwater realms for species conservation and recovery. *Conservation Science and Practice* 2020; 3(2): e300. doi:10.1111/csp2.300
10. Convenção da Diversidade Biológica CBD. Convenção da Diversidade Biológica. New York: Organização das Nações Unidas; 1992; [Acesso em 12/03/2020]; Disponível em <https://www.cbd.int/youth/0003.shtml>
11. Agreement on the Conservation of African-Eurasian Migratory Waterbirds AEWA. Nairobi: United Nations Environmental Program; 2021. [Acesso em: 30/03/2021; Disponível em <https://www.unep-awa.org/en/documents/strategic-plan>
12. Canada. Species at Risk Act: action plans. Ottawa: Canada Government; 2021; [Acesso em 20/06/2020]; Disponível em <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/species-risk-public-registry/action-plans.html>
13. European Commission. Nature & Biodiversity - Species Protection. Bruxelas: European Commission; 2021; [Acesso em 14/06/2020]; Available em ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/action_plans/index_en.htm#:~:text=The%20EU%20multi%2Dspecies%20Action,protected%20under%20the%20Habitats%20directive> .
14. Lundquist CJ et al. Factors affecting implementation of recovery plans. *Ecological Applications* 2002; 12(3): 713-718; doi:10.1890/1051-0761(2002)012[0713:FAIORP]2.0.CO;2
15. Bottrill MC, Walsh JC, Watson JEM, Joseph LN, Ortega-Argueta A, Possingham HP. Does recovery planning improve the status of threatened species? *Biological Conservation* 2011; 51(8): 643-649; doi:10.1016/j.biocon.2011.02.008.
16. Linares SFTP. Avaliação dos Planos de Ação para Conservação da Fauna Ameaçada de Extinção. Dissertação [Dissertação]. Nazaré Paulista: Escola Superior de Conservação Ambiental e Sustentabilidade/IPÊ; 2015. 128 f.
17. Ortega-Argueta A, Baxter G, Hockings M, Guevara R. Assessing the internal consistency of management plans for the recovery of threatened species. *Biodiversity Conservation* 2017; 26: 2205-2222. doi:10.1007/s10531-017-1353-5
18. Akçakaya HR et al. Assessing ecological function in the context of species recovery. *Conservation Biology* 2019; 34(3): 561-571. doi:10.1111/cobi.13425.
19. Baptista JR, Giné GAF, Schiavetti A. Performance of Single- versus Multi-species recovery plans in Brazil. *Environmental Conservation* 2019; 46(3): 211-218. doi:10.1017/S0376892919000134.
20. Bolam CF et al. How many bird and mammal extinctions has recent conservation action prevented? *Conservation Letters* 2020; 14(1): e12762. doi:10.1111/conl.12762.
21. Good SD et al. National Plans of Action (NPOAs) for reducing seabird bycatch: Developing best practice for assessing and managing fisheries impacts. *Biological Conservation* 2020; 247: 108592. doi:10.1016/j.biocon.2020.108592
22. Ortega-Argueta A. Improving recovery planning for threatened species through Bayesian belief networks. *Biological Conservation* 2020; 241: 108320. doi:10.1016/j.biocon.2019.108320
23. Naujokaitis-Lewis I, Endicott S, Guezen J. Treatment of climate change in extinction risk assessments and recovery plans for threatened species. *Conservation Science and Practice* 2021; 3(8): e450. doi:10.1111/csp2.450
24. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade ICMBio. Planos de Ação Nacional para a Conservação de Espécies Ameaçadas de Extinção. Brasília: ICMBio; 2024 [Acesso em 18/04/2024] Disponível em <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan..>
25. Silva JMC, Dias TCAC, Cunha AC, Cunha HFA. Funding deficits of protected areas in Brazil. *Land Use Policy* 2021; 100: 104926; doi:10.1016/j.landusepol.2020.104926
26. Ministério do Meio Ambiente. Portaria MMA Nº 444, de 17 de Dezembro de 2014. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; 2014 [Acesso em 15/03/2020]; disponível em https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao-ARQUIVO/00-saiba-mais/04_PORTARIA_MMA_N%C2%BA_444_DE_17_DE_DEZ_DE_2014.pdf.
27. International Union for Conservation of Nature IUCN. Conservation Measures Partnership - CMP 3.2. Gland: IUCN; 2012 [Acesso em 10/08/2020] Disponível em

- https://nc.iucnredlist.org/redlist/content/attachment_files_dec_2012_guidance_threats_classification_scheme.pdf
28. Salafsky N et al. A standard lexicon for biodiversity conservation: unified classifications of threats and actions. *Conservation Biology* 2008; 22(4): 897-911; doi:10.1111/j.1523
29. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade ICMBio [www.icmbio.gov.br]. Saiba mais sobre os PANs [Acesso 18/04/2024]. Disponível em <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan/saiba-mais/saiba-mais-sobre-os-pan>
30. Ministério do Meio Ambiente (Brasil). Portaria IBAMA N° 1.522 de 19 de Dezembro 1989. Dispõe sobre a lista oficial de espécies de fauna brasileira ameaçada de extinção. Disponível em <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/PT1522-191289.PDF>
31. Ministério do Meio Ambiente (Brasil). Instrução Normativa n° 03, de 26 de maio de 2003. Trata da Lista de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção. [Acesso em: 15/03/2020]. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/faunaBrasileira/normativas/IN%2003-2003%20Fauna.pdf>.
32. Maxwell SL, Fuller RA, Brooks TM, Watson EM. The ravages of guns, nets and bulldozers. *Nature* 2016; 536: 143-145; doi:10.1038/536143a
33. Greenville CA et al. Simultaneously operating threats cannot predict extinction risk. *Conservation Letters* 2020; 14(1): e12758; doi:10.1111/conl.12758
34. Ducatez S, Sjine R. Drivers of extinction risk in terrestrial vertebrates. *Conservation Letters* 2017; 10(2): 186- 194; doi:10.1111/conl.12258
35. Allek A et al. The threats endangering Australia's at-risk fauna. *Biological Conservation* 2018; 222: 172-179; doi:10.1016/j.biocon.2018.03.029
36. Rosa CA et al. Neotropical Alien Mammals: a data set of occurrence and abundance of alien mammals in the Neotropics. *Ecology* 2020; 101(11): e03115; doi:10.1002/ecy.3115.
37. West TAP, Fearnside PM. Brazil's conservation reform and the reduction of deforestation in Amazonia. *Land Use Policy* 2021; 100; doi:10.1016/j.landusepol.2020.105072
38. Pinto LFG, Voivodic M. Reverse the tipping point of the Atlantic Forest for mitigation. *Nature Climate Change* 2021; 11: 364-365. doi:10.1038/s41558-021-01035-4
39. Hoeggner JM, Hugues L. Climate readiness of recovery plans for threatened Australian species. *Conservation Biology* 2019; 33(3): 534-542; doi:10.1111/cobi.13270
40. Delach A et al. Agency plans are inadequate to conserve US endangered species under climate change. *Nature Climate Change* 2019; 9: 999-1004; doi:10.1038/s41558-019-0620-8
41. Leu M et al. Temporal analysis of threats causing species endangerment in the United States. *Conservation Science and Practice* 2019; 1(8): e78; doi:10.1111/csp2.78
42. Scheffers BR et al. The broad footprint of climate change from genes to biomes to people. *Science* 2016; 354: aaf7671; doi:10.1126/science.aaf7671
43. Harris RMB et al. Biological responses to the press and pulse of climate trends and extreme events. *Nature Climate Change* 2018; 8: 579-587; doi:10.1038/s41558-018-0187-9
44. Keith DA et al. Detecting extinction risk from Climate Change by IUCN Red List Criteria. *Conservation Biology* 2015; 28(3): 810-819; doi:10.1111/cobi.12234
45. Wilkening JL, Pearson-Prestera WJ, Mungi NA, Bhattachary S. Endangered species management and Climate Change: When habitat conservation on a moving target. *Wildlife Society Bulletin* 2019; 43(1): 11-20; doi:10.1002/wsb.944
46. Manes S et al. Endemism increase Species Climate Change risk in areas of global biodiversity importance. *Biological Conservation* 2021; 257: 109070; doi:10.1016/j.biocon.2021.109070
47. Di Marco M. Synergies and trade-offs in achieving global biodiversity targets. *Conservation Biology* 2015; 30(1): 189-95; doi:10.1126/science.aax3100
48. O'Bryan JC et al. Intense human pressure is widespread across terrestrial vertebrate ranges. *Global Ecology & Conservation* 2020; 21: e00882; doi:10.1016/j.gecco.2019.e00882
49. Ward M, Rhodes JR, Watson JE, Lefevre J, Atkinson S, Possingham HP. Use of surrogate species to cost effectively prioritize conservation actions. *Conservation Biology* 2019; 34(3): 600-610; doi:10.1111/cobi.13430
50. Taylor MFJ, Suckling K, Racklinski. The effectiveness of the endangered species act: A quantitative analysis. *BioScience* 2005; 55(4): 360-367; doi:10.1641/0006-3568(2005)055[0360:TEOTES]2.0.CO;2

51. Tear TH, Scott JM, Hayward PH, Griffith B. Status and prospects for success of the Endangered Species Act: a look at recovery plans. *Science* 1993; 262: 976-977.
52. Tear TH, Scott JM, Hayward PH, Griffith B. Recovery plans and the Endangered Species Act: are criticisms supported by data? *Conservation Biology* 1995; 9: 182-195; doi:10.1126/science.262.5136.976
53. Angermeier PL, Williams JE. Conservation of imperiled species and reauthorization of the Endangered Species Act of 1973. *Fisheries* 1994; 19: 26-29.
54. Carroll RC et al. Strengthening the use of science in achieving the goals of the Endangered Species Act: an assessment by the Ecological Society of America. *Ecological Applications* 1996; 6: 1-11.

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo

n.1, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886

