

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO - UENF

ANNA ELISA ATHAYDE GUSMÃO

INVESTIGAÇÃO SOROEPIDEMIOLÓGICA DE *Toxoplasma gondii* EM MICOS-LEÕES-
DOURADOS (*Leontopithecus rosalia*, Linnaeus, 1766) E SAGUIS HIBRÍDOS (*Callithrix*
sp., Erxleben, 1777) NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO SÃO
JOÃO/MICO-LEÃO-DOURADO, RJ

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

FEVEREIRO, 2024

ANNA ELISA ATHAYDE GUSMÃO

INVESTIGAÇÃO SOROEPIDEMIOLÓGICA DE *Toxoplasma gondii* EM MICOS-LEÕES-
DOURADOS (*Leontopithecus rosalia*, Linnaeus, 1766) E SAGUIS HIBRÍDOS (*Callithrix*
sp., Erxleben, 1777) NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO SÃO
JOÃO/MICO-LEÃO-DOURADO, RJ

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção de título de Mestre em Ciência Animal, na área de concentração de Reprodução e Sanidade Animal.

ORIENTADORA: Prof^a. DSc. Adriana Jardim de Almeida

COORIENTADOR: DSc. Edwards Frazão Teixeira

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

FICHA CATALOGRÁFICA

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pela autora.

G982 Gusmão, Anna Elisa Athayde.

INVESTIGAÇÃO SOROEPIDEMIOLÓGICA DE *Toxoplasma gondii* EM MICO-LEÃO-DOURADO (*Leontopithecus rosalia*, Linnaeus, 1766) E SAGUIS HÍBRIDOS (*Callithrix* sp. Erxleben, 1777) NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO SÃO JOÃO/MICO-LEÃO-DOURADO / Anna Elisa Athayde Gusmão. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2024.

52 f. : il.

Inclui bibliografia.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2024.

Orientadora: Adriana Jardim de Almeida.

Coorientador: Edwards Frazao Teixeira.

1. Toxoplasmose . 2. Teste Sorológico . 3. Primatas Neotropicais . 4. Calitriquídeos. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 636

ANNA ELISA ATHAYDE GUSMÃO

INVESTIGAÇÃO SOROEPIDEMIOLÓGICA DE *Toxoplasma gondii* EM MICOS-
LEÕES-DOURADOS (*Leontopithecus rosalia*, Linnaeus, 1766) E SAGUIS
HIBRÍDOS (*Callithrix* sp., Erxleben, 1777) NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL
DA BACIA DO RIO SÃO JOÃO/MICO-LEÃO-DOURADO, RJ

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção de título de Mestre em Ciência Animal, na área de concentração de Reprodução e Sanidade Animal.

Aprovada em: 19 de fevereiro de 2024

COMISSÃO EXAMINADORA

DSc. Josias Alves Machado

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

DSc. Marina Galvão Bueno

Fundação Oswaldo Cruz

DSc. Rafael Mariante Meyer

Fundação Oswaldo Cruz

Prof^a. DSc. Adriana Jardim de Almeida

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

Orientadora

RESUMO

GUSMÃO, ANNA ELISA ATHAYDE. INVESTIGAÇÃO SOROEPIDEMIOLÓGICA DE *Toxoplasma gondii* EM MICOS-LEÕES-DOURADOS (*Leontopithecus rosalia*, Linnaeus, 1766) E SAGUIS HIBRÍDOS (*Callithrix* sp., Erxleben, 1777) NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO SÃO JOÃO/MICO-LEÃO-DOURADO, RJ. Dissertação. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, RJ, 2024. Orientadora: Prof^a. DSc. Adriana Jardim de Almeida. Coorientador: DSc. Edwards Frazão Teixeira.

A toxoplasmose, doença causada pelo parasito intracelular obrigatório *Toxoplasma gondii*, acomete animais de sangue quente em todo mundo. Dentre os primatas neotropicais, os calítríquideos são os mais susceptíveis, desenvolvendo doença de caráter agudo, com morte súbita na maioria dos casos. Dessa forma, o monitoramento e identificação do patógeno nestes primatas faz-se necessário como ferramenta de conservação, principalmente por muitos estarem em alguma categoria de ameaça. Neste contexto, objetivou-se realizar um estudo sorológico para anticorpos anti-*T. gondii* em duas espécies de calitriquídeos que vivem em simpatria artificial: micos-leões-dourados (*Leontopithecus rosalia*) e saguis híbridos invasores (*Callithrix penicillata* x *C. jacchus*). Para tanto, foram avaliadas amostras de soros congeladas, coletadas em estudos anteriores na Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João/Mico-Leão Dourado, no estado do Rio de Janeiro, sendo 297 amostras de micos-leões-dourados e 66 amostras de saguis híbridos. Tais amostras foram submetidas ao Teste de Aglutinação Modificado (MAT) para detecção de anticorpos do tipo IgG. Para a análise estatística foi realizado o teste qui-quadrado para verificação de fatores de risco associados à infecção. Os resultados demonstram que ocorre baixa soropositividade nessas espécies em vida livre, com percentuais de 5,05% (15/297) nos micos-leões e de 4,66% (3/66) nos saguis híbridos, ambos com títulos de 1:25. Os fatores de risco, estação do ano e classe etária, foram estatisticamente significativos para *L. rosalia* e *Callithrix penicillata* x *C. jacchus*, respectivamente. Especula-se que, os hábitos arborícolas dessas espécies contribuem para a baixa frequência de indivíduos soropositivos e apresentação de títulos mínimos, além de as estações secas favorecerem a infecção de micos-leões, assim como ocorre com as classes etárias subadulto de saguis híbridos.

Palavras-chave: Toxoplasmose, Teste Sorológico, Primatas Neotropicais, Calitriquídeos.

ABSTRACT

Toxoplasmosis, disease caused by the obligatory intracellular parasite *Toxoplasma gondii*, affects warm blooded animals worldwide. Among the neotropical primates, the callitrichids are the most susceptible, developing an acute illness, with sudden death in the majority of cases. Ergo, the monitoring and identification of the pathogen in these primates is necessary as a conservative tool, mainly because many are in some threat category. In this context, the objective is to carry out a seroepidemiological study for anti-*T. gondii* antibodies in two species of callitrichids that live in artificial sympatry: golden lion tamarins (*Lentopithecus rosalia*) and invasive hybrids marmosets (*Callithrix penicillata* x *C. jacchus*). Therefore, frozen serum samples collected in previous studies in the Environmental Protection Area of the Rio São João/Mico-Leão Dourado Basin, in the state of Rio de Janeiro, were evaluated, with 297 samples from golden lion tamarins and 66 samples from hybrid marmosets. These samples were subjected to the Modified Agglutination Test (MAT) to detect IgG antibodies. For the statistical analysis, the chi-square test was performed to verify risk factors associated with the infection. The results demonstrated that a low seropositivity occurs in these species in the wild, with percentages of 5,05% (15/297) in golden lion tamarins and 4,66% (3/66) in hybrid marmosets, both with titles of 1:25. The risk factors, seasons and age, were statistically significant for *L. rosalia* e *Callithrix penicillata* x *C. jacchus*, respectively. Therefore, the arboreal habits of these species contribute for the low frequency of seropositive individuals and presentation minimum titles, in addition to dry seasons favoring the infection of golden lion tamarins, such as occurs with the age classes of hybrid marmosets.

Key-words: Toxoplasmosis, Serological Test, Neotropical Primates, Callitrichids.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Ciclo biológico de <i>Toxoplasma gondii</i> , modificado de Dubey (2022)	15
Figura 2: Família de micos-leões-dourados (<i>Leontopithecus rosalia</i>) (Dietz e colaboradores, 2019)	20
Figura 3: Mapa da posição geográfica da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João/Mico-leão-dourado e das Reservas Biológicas Poço das Antas e União (Dietz e colaboradores, 2019)	22
Figura 4: Seis espécies de calitriquídeo, modificado de Nash (2009)	23
Figura 5: Mapa da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João/Mico-leão-dourado, no Estado do Rio de Janeiro, Brasil, com a localização dos locais de captura dos micos-leões-dourados (<i>Leontopithecus rosalia</i>) e saguis híbridos (<i>Callithrix penicillata</i> x <i>C. jachuus</i>)	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Levantamento soroepidemiológico para toxoplasmose em primatas neotropicais no Brasil	27
Tabela 2. Levantamento soroepidemiológico para toxoplasmose em primatas neotropicais no estado do Rio de Janeiro	28
Tabela 3. Resultados do teste Qui-quadrado para análise dos potenciais fatores associados à presença de anticorpos anti- <i>Toxoplasma gondii</i> em micos-leões-dourados (<i>Leonthopithecus rosalia</i>) da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado, Estado do Rio de Janeiro.....	32
Tabela 4. Resultados do teste Qui-quadrado para análise dos potenciais fatores associados à presença de anticorpos anti- <i>Toxoplasma gondii</i> em saguis híbridos (<i>Callithrix penicillata</i> x <i>C. jachuus</i>) da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado, Estado do Rio de Janeiro.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMLD – Associação Mico-Leão-Dourado

APA – Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado

ELISA – Teste Sorológico Imunoenzimático

MAT – Teste de Aglutinação Modificado

PCR – Reação em Cadeia Polimerase

RIFI – Reação de Imunofluorescência Indireta

UENF – Universidade Estadual do Norte Fluminense

LSA – Laboratório de Sanidade Animal

PBS – Tampão Fosfato Salino

IHAT – Teste de Hemaglutinação Indireta

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1. TAXONOMIA	12
2.2. HISTÓRICO	12
2.3. CICLO BIOLÓGICO	13
2.4. TOXOPLASMOSE EM PRIMATAS NEOTROPICAIS	16
2.4.1. Manifestações Clínicas	17
2.4.2. Prevenção	17
2.4.3. Diagnóstico	18
2.5. SUBFAMÍLIA CALLITRICHIDAE (GRAY, 1821)	19
2.5.1. <i>Leontopithecus rosalia</i> (Linnaeus, 1766)	19
2.5.2. <i>Callithrix</i> spp. (Erxleben, 1977)	22
2.6. HIBRÍDOS <i>Callithrix penicillata</i> E <i>Callithrix jacchus</i> COMO POTENCIAL ESPÉCIE INVASORA NA ÁREA DE OCORRÊNCIA DO MICO-LEÃO-DOURADO	24
2.7. EPIDEMIOLOGIA DA TOXOPLASMOSE EM PRIMATAS NEOTROPICAIS	25
2.7.1. No Brasil	26
2.7.2. No Rio de Janeiro	26
3. MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1. ÉTICA	29
3.2. LOCAL DE ESTUDO E AMOSTRAS	29
3.3. TESTE DE AGLUTINAÇÃO MODIFICADO (MAT)	31
3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	31
4. RESULTADOS	32
4.1. MICOS-LEÕES-DOURADOS (<i>Leontopithecus rosalia</i>)	32
4.2. SAGUIS HÍBRIDOS (<i>Callithrix penicillata</i> x <i>C. jacchus</i>)	33
5. DISCUSSÃO	34
6. CONCLUSÃO	41
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1. INTRODUÇÃO

A toxoplasmose é uma zoonose causada pelo parasito intracelular obrigatório *Toxoplasma gondii*, que infecta animais de sangue quente em todo o mundo, incluindo seres humanos (DUBEY, 2022). Os felídeos são os hospedeiros definitivos e eliminam oocistos juntamente com suas fezes que contaminam o ambiente, incluindo alimentos e água (SHAPIRO et al., 2019). Estima-se que mais de um terço da população mundial é infectada por *T. gondii* (PINTO-FERREIRA et al., 2020) e nas últimas décadas, a veiculação hídrica de oocistos provocou os maiores surtos da doença já registrados no Brasil e no mundo (MINUZZI et al., 2020).

O estado do Rio de Janeiro é considerado endêmico para a toxoplasmose humana e animal (GALLO et al., 2019), o que torna esta zoonose de grande interessa para Saúde Pública nesta área devido ao seu potencial para manifestações clínicas graves à saúde humana e animal. As infecções em seres humanos imunocompetentes são geralmente assintomáticas, porém em indivíduos imunocomprometidos e recém-nascidos pode causar danos mais sérios à saúde (PEREIRA et al., 2022).

Os calitriquídeos são primatas neotropicais, na qual apresentam a característica de serem altamente suscetíveis à infecção por *T. gondii* (CATÃO-DIAS et a., 2013) o que torna a realização de pesquisas sobre a prevalência em animais dessas espécies, principalmente naqueles ameaçados de extinção e, cujos relatos demonstram essa alta suscetibilidade (DE OLIVEIRA et al., 2022). Ademais, pesquisas sorológicas de anticorpos anti-*T. gondii* nas espécies analisadas ainda são escassas.

Pesquisas com foco na mortalidade e infecções por distintos patógenos em animais silvestres são ferramentas importantes para investigar processos de doenças, ameaças antrópicas e impactos ambientais sobre esses animais, e são também importantes para o desenvolvimento de políticas públicas e de saúde animal. Embora surtos de doenças em colônias de primatas neotropicais sejam comuns, o conhecimento sobre os fatores que os ameaçam são escassos quando comparados aos primatas do velho mundo (EHLERS et al., 2021).

A Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João é a única no mundo em que ocorre a presença do mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*) em região endêmica e de vida livre (RUIZ-MIRANDA et al., 1999). Porém existem espécies invasoras como os saguis híbridos *C. penicillata* x *C. jacchus* que apresentam

34 competição direta ou de interferência com os micos, visto que possuem biologia e
35 ecologia semelhantes e em simpatria (DE MORAIS JÚNIOR et al., 2008).

36 O objetivo deste estudo foi investigar a prevalência sorológica de anti-*T. gondii*
37 nestas espécies de calitriquídeos - micos-leões-dourados (*Leontopithecus rosalia*) e
38 saguis híbridos (*Callithrix penicillata* x *Callithrix jacchus*) - habitantes da Área de
39 Proteção Ambiental do Rio São João/Mico-Leão-Dourado localizada no estado do Rio
40 de Janeiro e inferir sobre possíveis fatores associados à infecção destes primatas
41 neotropicais neste estado endêmico para a doença.

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

62

63 2.1. TAXONOMIA

64

65 Filo: Apicomplexa; Levine, 1970

66 Classe: Sporozoasida; Leukart, 1879

67 Subclasse: Coccidiasina; Leukart, 1879

68 Ordem: Eimeriorina; Leger, 1911

69 Família: Toxoplasmatidae, Biocca, 1956

70 Gênero: *Toxoplasma*, Nicolle e Manceaux, 1909

71 Espécie: *Toxoplasma gondii*, Nicolle e Manceaux, 1909 (DUBEY, 2022).

72

73 2.2. HISTÓRICO

74

75 Nicolle e Manceaux (1908), pesquisando sobre leishmaniose no instituto
76 Pasteur na Tunísia, encontraram um novo protozoário em tecidos (células do baço e
77 fígado) do roedor *Ctenodactylus gundi*, e inicialmente acreditaram se tratar de um
78 piroplasmídeo. Simultaneamente, Alfonso Splendore, no Brasil, encontrou o mesmo
79 parasito em células do baço, pulmão e em alguns leucócitos da espécie de coelhos
80 *Oryctogalus cuniculus*. Pelas características morfológicas que o parasito apresentava,
81 e pela espécie onde foi encontrado, recebeu o nome de *Toxoplasma gondii* por Nicolle
82 e Manceaux (Toxo=arco; plasma=vida) (DUBEY, 2022).

83 *Toxoplasma gondii* possui grande importância veterinária e médica e embora
84 tenha uma ampla distribuição mundial, e talvez o maior número de hospedeiros que
85 qualquer outro parasito, há apenas uma espécie, *T. gondii*, no gênero *Toxoplasma*
86 (DUBEY, 2008). A primeira transmissão reconhecida foi a congênita, em 1939, em
87 que três patologistas em Nova Iorque identificaram *T. gondii* em uma menina que
88 desenvolveu crises convulsivas aos três dias de idade e foram identificadas lesões em
89 ambos os olhos. A criança morreu com apenas um mês de idade e, ao realizar a
90 necrópsia, *T. gondii* foi encontrado livre e intracelular em lesões de encefalomielite e
91 retinite na criança (DUBEY, 2022). Mais tarde, descobriu-se que infecções congênitas

92 são comuns em muitas espécies de animais, como, por exemplo, ovelhas, cabras e
93 roedores (DUBEY, 2008).

94 Em 1941, foi relatada a toxoplasmose em uma criança de seis anos que estava
95 assintomática e foi atingida com um taco de beisebol. O menino desenvolveu uma dor
96 de cabeça em dois dias, convulsões, dando entrada no hospital no sétimo dia e faleceu
97 no 30º dia. O cérebro e a medula espinhal foram removidos para exame
98 histopatológico e prova biológica em camundongos, onde isolaram *T. gondii*. Este
99 isolado recebeu as iniciais RH da criança hospedeira e é uma das cepas mais
100 estudadas em todo o mundo (DUBEY, 2008).

101 Foi sugerido por Weinman e Chandler (1954), para justificar a infecção
102 generalizada em homens e animais no mundo, que a transmissão poderia acontecer
103 através da ingestão de carne malcozida. No ano de 1965, num experimento com
104 crianças de um sanatório em Paris, foram comparadas as taxas de infecção por *T.*
105 *gondii* antes e depois da admissão na instituição. Após a admissão, a taxa de
106 aquisição anual, que era de 10% passou a ser de 50%, após adicionar duas porções
107 de carne bovina malcozida ou carne de cavalo à dieta e uma taxa anual de 100% após
108 a adição de costeletas de cordeiro. Esse fato ilustrou a alta prevalência de *T. gondii*
109 em ovelhas, além da importância da ingestão de carne malcozida na transmissão da
110 toxoplasmose (DUBEY, 2008).

111 Apesar de a transmissão congênita e por ingestão de carne crua ou malcozida
112 explicar parte da transmissão, não explica infecção generalizada em vegetarianos e
113 herbívoros. No ano de 1965, Hutchison, um biólogo em Glasgow, descobriu a
114 infectividade de *T. gondii* associada a fezes de gato. No entanto, apenas em 1970, o
115 conhecimento do ciclo biológico de *T. gondii* foi completado pela descoberta da fase
116 sexuada do parasito no intestino delgado de gatos. Foram encontrados nas fezes de
117 gato oocistos de *T. gondii* que foram caracterizados morfolologicamente e
118 biologicamente (DUBEY, 2008).

119

120 2.3. CICLO BIOLÓGICO

121

122 O ciclo biológico do *Toxoplasma gondii* (Figura 1) é complexo e para a
123 adequada profilaxia é necessária sua compreensão. O parasito possui três formas
124 infectantes: taquizoítos, bradizoítos (dentro de cistos teciduais) e esporozoítos (dentro

125 de oocistos esporulados), que se diferenciam de acordo com as fases do ciclo
126 (DUBEY, 2022).

127 O parasito infecta hospedeiros mamíferos terrestres, aquáticos e aves, e estes
128 animais são considerados hospedeiros intermediários, uma vez que apenas estágios
129 assexuados se desenvolvem. Os estágios sexuais de *T. gondii* são visualizados
130 apenas nas células intestinais em membros da família Felidae, considerados, desta
131 forma, os hospedeiros definitivos (DUBEY, 2022).

132 Felídeos, não somente os domésticos, podem eliminar oocistos de *T. gondii*
133 juntamente com as fezes, após a ingestão de qualquer uma das três formas
134 infecciosas do parasito. O período pré-patente varia de acordo com o estágio de *T.*
135 *gondii* ingerido. O início de excreção de oocistos pode variar de três a dez dias após
136 a ingestão do parasito em sua forma de cistos, mais de 18 dias quando ingerido na
137 sua forma de oocisto e a forma taquizoíto (ATTIAS, et al., 2020; DUBEY, 2022).

138 O felídeo, como outros carnívoros e onívoros, pode se infectar ao ingerir tecidos
139 de suas presas contendo cistos teciduais, ou oocistos liberados por outro felídeo no
140 ambiente, contendo esporozoítos. Após a ingestão, a parede dos cistos e oocistos é
141 rompida no estômago, devido à ação do pH baixo e de enzimas proteolíticas, liberando
142 os bradizoítos ou esporozoítos respectivamente. As células intestinais são invadidas
143 pelo parasito onde ele se reproduz sexualmente dando origem aos oocistos
144 liberados no lúmen intestinal (DUBEY; FRENKEL, 1972; DUBEY, 2022).

145 Uma vez liberados no ambiente, os oocistos esporulam em dois a cinco dias
146 dependendo de fatores como temperatura, umidade e oxigenação, processo que o
147 torna infectivo pela presença de dois esporocistos contendo quatro esporozoítos cada.
148 Estes oocistos esporulados são extremamente resistentes às condições ambientais e
149 permanecem viáveis na água ou em condições secas por vários meses (ATTIAS, et
150 al., 2020; DUBEY, 2022).

151 O oocisto liberado no ambiente é uma importante forma de disseminação da
152 doença, podendo alcançar os mais diversos hospedeiros intermediários (DUBEY,
153 2022). Da mesma forma que para hospedeiros definitivos, nos intermediários os
154 oocistos ingeridos através da água ou alimentos contaminados rompem-se pela ação
155 das enzimas digestivas liberando os esporozoítos no hospedeiro. Estes dividem-se
156 rapidamente nos enterócitos e linfonodos associados e dão origem aos taquizoítos,
157 sendo esta forma responsável pela disseminação do parasito na circulação sanguínea
158 e linfática (DUBEY, 2022).

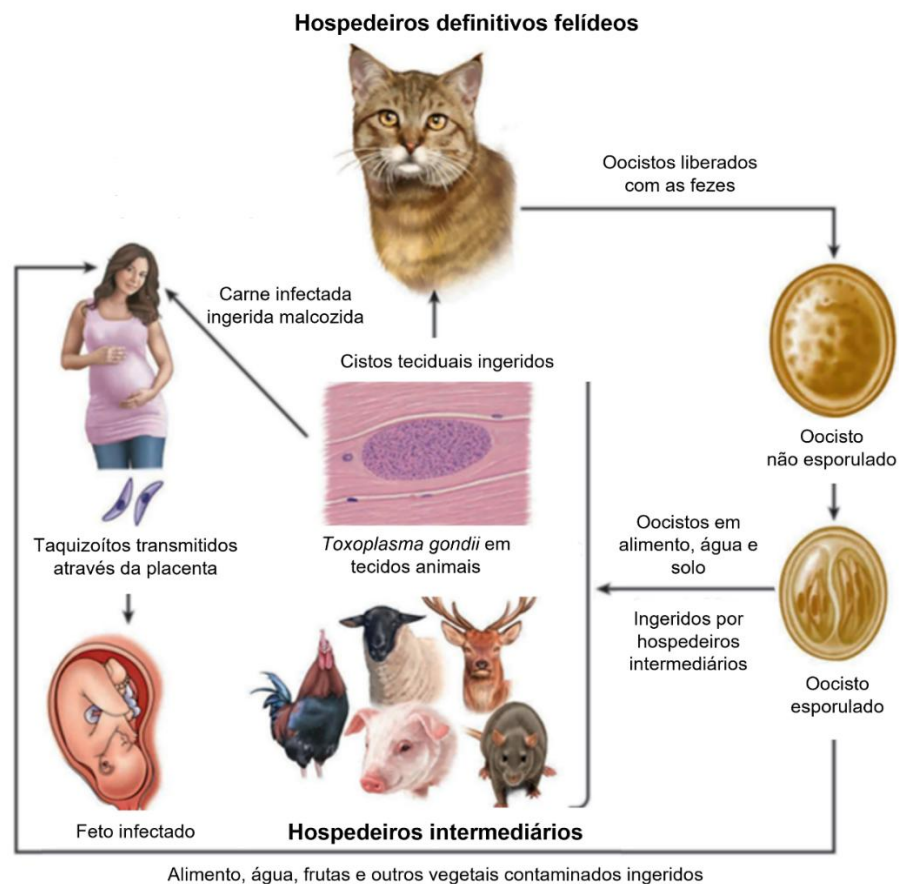
159 Ao alcançar a circulação, o parasito atinge os tecidos, sendo o sistema nervoso
 160 central e musculaturas esqueléticas e cardíaca os de maior prevalência, onde
 161 eventualmente se encista. Um único cisto pode abrigar centenas de bradizoítos e essa
 162 é considerada a fase crônica da toxoplasmose. Importante ressaltar que a fase extra
 163 intestinal também ocorre nos felídeos, tornando-os também hospedeiros
 164 intermediários (DUBEY, 2022).

165

166

167

168



169

170

Figura 1: Ciclo biológico de *Toxoplasma gondii*, adaptado de Dubey (2022).

171

172

173

174

2.4. TOXOPLASMOSE EM PRIMATAS NEOTROPICAIS

A toxoplasmose é relatada em várias espécies de primatas de vida livre (SANTANA et al., 2020). No entanto, os fatores de risco para a infecção por *T. gondii* em primatas neotropicais ainda são pouco compreendidos, mas a ingestão de oocistos de alimentos, frutas e água é considerada a principal fonte de infecção (DUBEY, 2022). Pequenos roedores, que também fazem parte de sua alimentação, podem ser fonte de infecção através da ingestão de cistos em seus tecidos. Outros vetores mecânicos presentes em sua dieta, como baratas, minhocas e besouros, já foram relatados (DUBEY, 2022).

As mudanças climáticas podem influenciar de forma indireta o comportamento dos primatas e na forma de como patógenos podem se espalhar pelas populações. Existe uma relação direta das alterações de clima com a fenologia das plantas, como por exemplo frutificação e floração (VISSER; AMBOS, 2005) e, como consequência, esses animais buscam outras fontes de alimentos, alterando sua dieta. Estas mudanças podem influenciar a cadeia epidemiológica de doenças e, conseqüentemente, o estado infectivo de determinadas espécies hospedeiras (CARRILO-BILBAO et al., 2021).

Primatas neotropicais são animais altamente suscetíveis à toxoplasmose. Nesses indivíduos, quando em cativeiro, a doença se manifesta de forma sistêmica e hiperaguda a aguda, de tratamento difícil que evolui de forma rápida para óbito, estando associada a surtos de alta letalidade (RODRIGUES-OLIVEIRA et al., 2022). Pouco se sabe sobre fatores que levam a alta suscetibilidade dos primatas neotropicais com relação à toxoplasmose, mas a diversidade genética de cepas de *T. gondii* infectando primatas é considerada um destes fatores. Dentre os primatas neotropicais, a espécie mais resistente é o macaco-prego (*Sapajus* sp.), diferente do macaco-de-cheiro (*Saimiri sciureus*) que é a espécie considerada mais suscetível à infecção e pode morrer sem sinais clínicos óbvios (DUBEY et al., 2021).

As razões para essas diferenças na suscetibilidade não são claras, no entanto o parasitismo é um fenômeno evolutivo, e a patogenicidade e especificidade podem, assim, sofrer alterações ao longo dos anos. Desta forma, os hábitos arborícolas das espécies de primatas neotropicais reduziram o contato desses animais, ao longo de sua evolução, com as fezes de felinos e, conseqüentemente, com oocistos de *T.*

208 *gondii*, resultando no não desenvolvimento de resistência à toxoplasmose
209 (EPIPHANIO; CATÃO-DIAS, 2003; MINERVINO et al., 2017).

210

211 **2.4.1. Manifestações Clínicas**

212

213 A doença se apresenta nas formas clínicas aguda ou crônica, que dependem
214 da interação parasito-hospedeiro. Fatores como tipo de cepa envolvida e a sua
215 patogenicidade influenciam juntamente com o estado imunológico e a espécie
216 acometida pelo parasito, a fim de determinar como a infecção ocorrerá no hospedeiro
217 (CASAGRANDE et al., 2013; DUBEY, 2022).

218 *Toxoplasma gondii* é responsável por causar doença sistêmica grave, a morte
219 muitas vezes é aguda, em alguns casos em um período de um a dois dias e com sinais
220 inespecíficos como depressão e inapetência. A forma neurológica ocorre raras vezes
221 com sinais de ataxia, depressão, inclinação da cabeça, movimentação em círculos,
222 anorexia e paresia (JOHNSON-DELANEY, 2009). Outros sintomas clínicos relatados
223 são apatia, dispneia, hipotermia, secreção nasal serosanguinolenta ou espumosa,
224 anorexia e êmese (EPIPHANIO; CATÃO-DIAS, 2003).

225 Os achados patológicos clínicos em primatas neotropicais infectados com *T.*
226 *gondii* podem incluir elevações nos valores de enzimas hepáticas e renais, um perfil
227 de hemograma e bioquímico por estresse, além de sugestão de inflamação
228 generalizada. Embora a doença possua um curso agudo, causando morte imediata, o
229 tratamento pode ser uma tentativa. Utilizam-se sulfas parenterais e cuidados de
230 suporte, mas de modo geral não são eficazes (JOHNSON-DELANEY, 2009). Além
231 desses fármacos, utilizam-se anti-inflamatórios não esteroidais e a associação entre
232 sulfametoxazol-trimetropim com a estreptomicina que se encaixa como potencial
233 terapia para toxoplasmose em primatas neotropicais. No entanto, o combate à
234 infecção utilizando esses fármacos não tem sido eficaz (MOREIRA et al., 2022).

235

236 **2.4.2. Prevenção**

237

238 A prevenção ainda é a melhor forma de impedir a infecção, principalmente em
239 colônias que não são de vida livre. Deve-se evitar o acesso de felídeos em áreas

240 habitadas por primatas, além de realizar um controle de qualidade na alimentação e
241 água fornecidas, principalmente em animais que vivem em cativeiro (JOHNSON-
242 DELANEY, 2009).

243

244 **2.4.3. Diagnóstico**

245

246 O diagnóstico nessas espécies, principalmente em indivíduos de vida livre, é
247 um desafio em razão do curso agudo da doença. Ele pode ser realizado por meio de
248 testes sorológicos como o Teste de Aglutinação Modificado (MAT), ELISA para
249 detecção de anticorpos IgM e IgG (YBAÑES et al., 2020; DUBEY, 2022) e RIFI
250 (DUBEY, 2022). O exame histopatológico associado à técnica de imuno-histoquímica
251 é uma opção, e para a detecção do DNA do parasito no tecido utiliza-se o método de
252 Reação em Cadeia Polimerase (PCR) (DUBEY, 2022).

253 A eficácia e validade dos testes sorológicos para detecção de anti-*T. gondii* em
254 primatas neotropicais naturalmente infectados ainda é pouco conhecida.
255 Determinadas espécies podem morrer antes da produção de anticorpos e, em
256 consequência disso, não há tempo para diagnóstico sorológico, como observado em
257 pesquisa para a espécie macaco-de-cheiro (DUBEY et al., 2021). Por outro lado,
258 macacos-prego (*Sapajus* sp.) são naturalmente mais resistentes para a infecção por
259 *T. gondii* e em estudo com infecção experimental, anticorpos foram detectados tanto
260 por RIFI quanto por ELISA após um intervalo de 13 dias pós-infecção (BOUER et al.,
261 2010).

262 Como a doença causa morte aguda nesses animais, os achados patológicos
263 são identificados posterior à morte e em diferentes órgãos: pulmões, fígado, baço,
264 linfonodos, intestino e cérebro. A necrose é uma alteração tecidual secundária
265 resultante da replicação e ruptura das células hospedeiras pelos taquizoítos. Em
266 casos de infecções crônicas, observam-se cistos teciduais em locais como cérebro,
267 musculatura esquelética e cardíaca (CASAGRANDE et al, 2013; DUBEY, 2022).

268 Estudos sorológicos em populações silvestres de primatas neotropicais são
269 relevantes e geram mais dados para a compreensão da relação entre primatas
270 silvestres e patógenos, como o *T. gondii*, além de colaborar para o conhecimento
271 epidemiológico nas diferentes regiões. Ademais, é necessário monitorar os animais
272 na natureza, em especial aqueles capturados e realocados para esforços de

273 conservação das espécies (MOLINA et al., 2017), em especial os micos-leões-
274 dourados que são indivíduos ameaçados em extinção.

275

276 2.5. SUBFAMÍLIA CALLITRICHIDAE (GRAY, 1821)

277

278 Os calitriquídeos são pequenos primatas neotropicais da família Cebidae e
279 subfamília Callitrichinae, conhecidos popularmente como saguis e micos e com 43
280 espécies distribuídas em seis gêneros: *Callithrix*, *Leontopithecus*, *Mico*, *Saguinus*,
281 *Cebuella* e *Callimico*. São encontrados desde o Panamá até o sul do Brasil, no estado
282 do Paraná, e unicamente algumas espécies de *Saguinus* não ocorrem no território
283 brasileiro (BICCA-MARQUES et al., 2011).

284 São consideradas espécies que possuem hábitos arborícolas e diurnos, dieta
285 onívora, unhas em forma de garra (com exceção do polegar), cauda longa e não
286 preênsil (BICCA-MARQUES et al., 2011). O tamanho corporal é variado, desde os
287 desenvolvidos *Leontopithecus* sp., que podem ultrapassar 600 gramas, até *Cebuella*
288 *pygmaea*, considerado o menor primata neotropical do mundo, com peso médio de
289 110 gramas (CALOURO et al., 2015; PASSOS et al., 2018).

290

291 2.5.1. *Leontopithecus rosalia* (Linnaeus, 1766)

292

293 Os micos-leões-dourados (micos-leões) (Figura 2), como são conhecidos
294 popularmente, possuem a pelagem como sua principal característica, apresentando
295 coloração totalmente vermelho-dourado e a face quase nua, cercada por uma juba.
296 Podem ainda apresentar uma variação entre o dourado e laranja, com marrom ou
297 preto em região de cauda e nos membros pélvicos. A pele da face, dos pés e das
298 mãos em geral é rosada, porém em alguns indivíduos apresenta-se de forma
299 enegrecida. Apresentam também tufos nas orelhas, nos pulsos e nos membros
300 pélvicos (BICCA-MARQUES; SILVA; GOMES, 2011; RUÍZ-MIRANDA et al., 2016).

301

302

303



Figura 2: Família de micos-leões-dourados (*Leontopithecus rosalia*). Fonte Dietz e colaboradores (2019).

304

305

306

307

308

309

310

311

312

313

314

315

316

317

318

319

320

321

322

323

324

325

326

327

328

329

A estimativa de vida dessa espécie é de 20 anos, seu peso médio, quando adultos, varia entre 550 e 600 gramas (fêmeas 361-794 g e machos 437-710 g) e tamanho médio, da região de cabeça a cauda, é de 60 cm. Possuem braços, mãos e dedos mais alongados, provavelmente como adaptação ao forrageio de presas escondidas em espaços estreitos, como orifícios de troncos, galhos, cipós e bromélias (BICCA-MARQUES; SILVA; GOMES, 2011; RUÍZ-MIRANDA, 2016; RUÍZ-MIRANDA; GRATIVOL; OLIVEIRA, 2008; VERONA; PISSINATTI, 2014).

A dieta dessa espécie é variada e possui influência direta da disponibilidade sazonal na composição e proporção dos itens, sendo composta por frutos e flores, néctar, insetos, aranhas, lesmas, caramujos, anfíbios, ovos de aves e pequenos vertebrados, como lagartos da espécie *Tropidurus torquatus* (COIMBRA-FILHO; MITTERMEIER, 1977).

As quatro espécies de micos-leões, endêmicas do Brasil, encontram-se “em perigo” (*L. rosalia*, *L. chrysomelas* – mico-leão-da-cara-dourada e *L. chrysopygus* – mico-leão-preto) ou “criticamente em perigo” (*L. caissara* – mico-leão-da-cara-preta) de extinção, como consequência da degradação de seu bioma, a Mata Atlântica (RUÍZ-MIRANDA et al., 2019).

Após séculos de desmatamento de seu habitat natural, que inicialmente se estendia pela planície costeira do estado do Rio de Janeiro e até mesmo o estado do Espírito Santo, a população foi reduzida e isolada em pequenos fragmentos florestais

330 circundados por pastos, em uma área de apenas 0,4% da original. O comércio ilegal
331 de animais silvestres e a exportação para zoológicos também foram fatores
332 importantes para a redução da população, que chegou próximo a extinção com
333 apenas 200 indivíduos em vida livre. Por esses motivos, o *L. rosalia* já esteve
334 criticamente ameaçado de extinção (COIMBRA-FILHO; MITTERMEIER, 1977; RUÍZ-
335 MIRANDA et al., 2016; RUÍZ-MIRANDA et al., 2019).

336 No ano de 2003, a espécie foi reclassificada com relação ao status de
337 conservação, descendo um nível na categoria de ameaça. Essa mudança foi resultado
338 de três décadas de pesquisa e programas de conservação, com atuação desde a
339 proteção da população selvagem original e translocações de grupos isolados, até
340 programas de reprodução em cativeiro e reintroduções ao habitat natural (RUÍZ-
341 MIRANDA; GRATIVOL, 2008).

342 As ações de conservação para *L. rosalia* foram responsáveis pela criação, em
343 1974, da primeira reserva biológica (ReBio) do Brasil, a ReBio Poço das Antas, e pela
344 ReBio União em 1998 e da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São
345 João/Mico-Leão-Dourado (APA-BRSJ), contribuindo assim para a preservação de
346 outras espécies da Mata Atlântica do Rio de Janeiro (RUÍZ-MIRANDA; GRATIVOL,
347 OLIVEIRA, 2008).

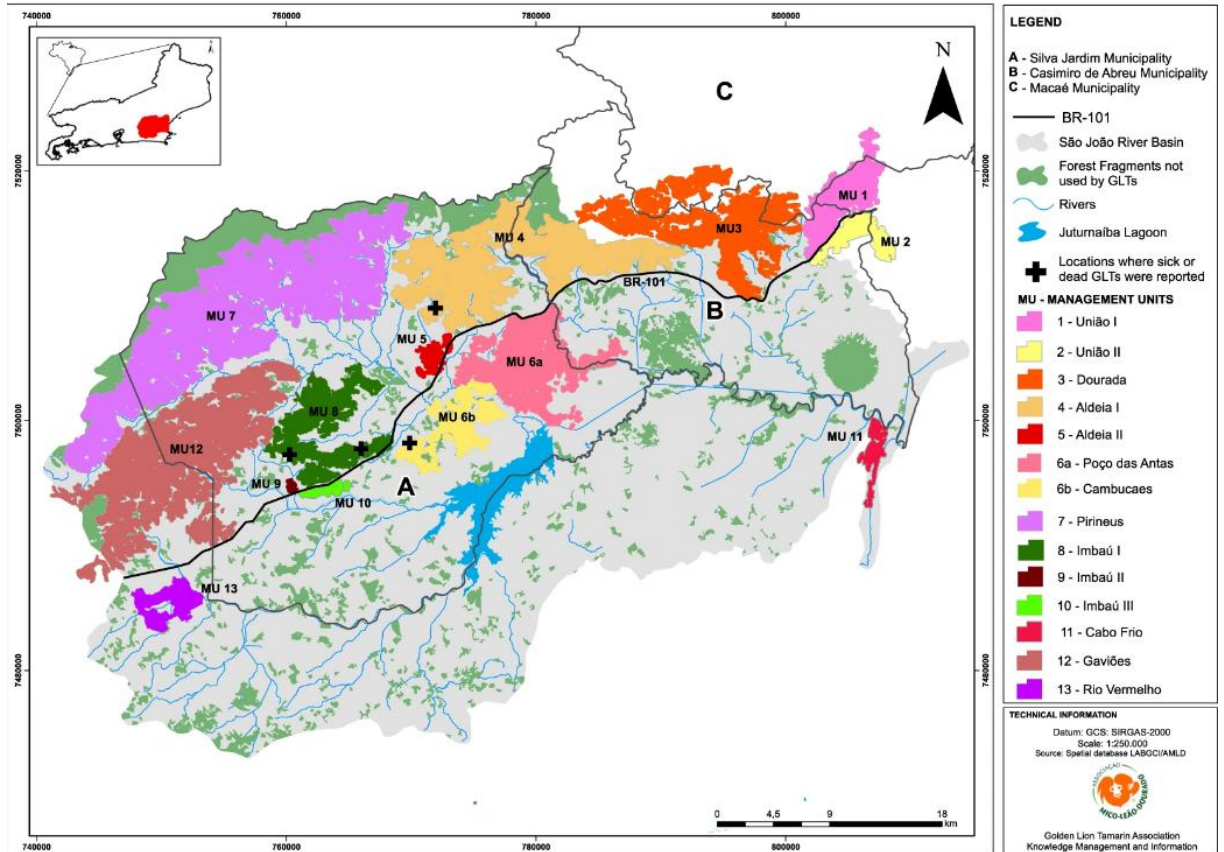
348 A Associação Mico-Leão-Dourado realizou um último senso no ano de 2023,
349 onde foram observados que aproximadamente 4.800 indivíduos da espécie
350 (MENEGASSI, 2023) estavam organizados em grupos e distribuídos em treze
351 unidades de manejo que estão localizadas em diferentes fragmentos de Mata Atlântica
352 na bacia hidrográfica do rio São João, localizado na região centro-norte do Rio de
353 Janeiro, que abrange os municípios Casemiro de Abreu, Silva Jardim, Rio Bonito,
354 Cabo Frio, Rio das Ostras e Macaé. Em propriedades privadas, além das duas ReBio,
355 estão inclusos fragmentos de florestas da APA-BRSJ – Área de Proteção Ambiental
356 da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado (2232038 "S e 4216041 "W) (Figura 3)
357 (RUÍZ-MIRANDA et al., 2019).

358

359

360

361



362

363 **Figura 3:** Mapa da posição geográfica da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João/Mico-
364 Leão-Dourado e das Unidades de Manejo (Dietz e colaboradores, 2019).

365

366

367

368

369 2.5.2. *Callithrix* spp. (Erxleben, 1977)

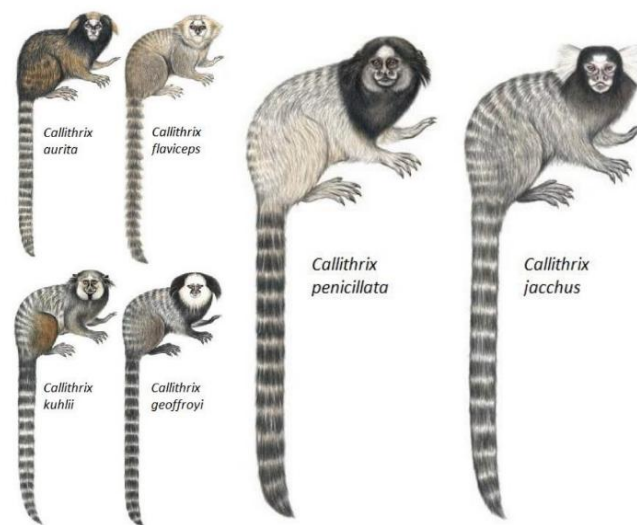
370

371 O gênero *Callithrix* (Erxleben, 1977) apresenta seis espécies (Figura 4) sendo
372 todas endêmicas do Brasil: *Callithrix aurita*, *C. flaviceps*, *C. geoffroyi*, *C. jacchus*, *C.*
373 *kuhlii*, e *C. penicillata*. As espécies *C. aurita*, *C. flaviceps*, *C. geoffroyie* e *C. kuhlii*
374 ocorrem somente na Mata Atlântica, enquanto *C. jacchus* ocorre na Mata Atlântica e
375 Caatinga, e o *C. penicillata*, na Caatinga e Cerrado (REIS et al., 2011).

376

377

378



379

380

381

382

383

384

Figura 4: Espécies de calitriquídeos do Brasil.
Adaptado de Nash (2009).

385

386

387

388

389

390

391

392

393

São primatas de pequeno porte chegando entre 250 a aproximadamente 450 gramas de massa corpórea e 22 a 35 gramas quando recém-nascidos. Seu comprimento total da cabeça e corpo é de 250 milímetros em média, com a cauda medindo em torno de 280 milímetros (REIS et al., 2011). Apresenta expectativa de vida livre em torno de 10 anos, e em cativeiros podem ultrapassar 15 anos (NOWAK, 1999). A presença de ornamentos na cabeça como tufos, cristas, júbas e bigodes é uma característica marcante dessa espécie. Possuem também garras, ao invés de unhas, tanto nos membros torácicos, quanto nos pélvicos (VERONA; PISSINATTI, 2006).

394

395

396

397

398

399

400

401

Callithrix sp. são primatas frugívoros e insetívoros, no entanto, quando esses alimentos se encontram escassos, o néctar e exsudados de plantas (goma, resinas e látex) são utilizados como substitutos, além de alimentar-se também de flores, sementes, moluscos, ovos de aves e pequenos vertebrados (RYLANDS, 2000; NUNES, 2006). Os exsudados são ricos em carboidratos, minerais e água, representando uma importante fonte de energia durante todo o ano, sendo mais procurados nas épocas de escassez de outros alimentos (PERACCHI et al., 2006).

A espécie *C. penicillata* (Geoffroyi, 1812) é popularmente conhecida como

402 mico-estrela, sagui-do-cerrado ou sagui-de-tufos-pretos (RYLANDS et al., 2012).
403 Apresentam distribuição geográfica no Centro-Oeste brasileiro, nos Estados de
404 Tocantins, Goiás, no Nordeste do Mato Grosso do Sul e em parte da Bahia, Minas
405 Gerais e Norte de São Paulo. *Callithrix jacchus* é chamado de sagui-comum, sagui-
406 do-nordeste ou sagui-de-tufo-branco (NUNES, 2006). Ocorre na região Nordeste do
407 Brasil, nos Estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba,
408 Pernambuco, Alagoas e no Norte e Oeste do Estado da Bahia (OLIVEIRA et al., 2015).

409 A hibridação é uma condição do resultado do cruzamento entre indivíduos de
410 diferentes espécies (SILVA, 2018). Casos de hibridação entre as espécies de *Callithrix*
411 têm sido relatados a partir da década de 1970 (COIMBRA-FILHO et al., 1993).
412 *Callithrix jacchus* e *C. penicillata* são duas espécies de saguis de biomas distintos que
413 se hibridizam na zona de encontro de suas áreas de abrangência (ALONSO et al.,
414 1987). O encontro dessas espécies pode acontecer de forma natural, por meio das
415 zonas de contato, ou de forma antropogenizada, onde existe presença da interferência
416 humana, que acontece por meio da introdução de espécies exóticas e/ou por meio da
417 modificação do habitat (SILVA, 2018). A hibridação dessas duas espécies no Estado
418 do Rio de Janeiro não se enquadra como região fitoecológica, anulando qualquer
419 hipótese de zona de transição natural, visto que ambas as espécies são exóticas para
420 a região (FERRAZ, 2015).

421

422 2.6. HIBRÍDOS *Callithrix penicillata* E *Callithrix jacchus* COMO POTENCIAL 423 ESPÉCIE INVASORA NA ÁREA DE OCORRÊNCIA DO MICO-LEÃO- 424 DOURADO

425

426 O estado do Rio de Janeiro é um dos mais afetados pela introdução dos saguis,
427 com a presença de híbridos *C. penicillata* x *C. jacchus* em 13% de seus municípios.
428 Num levantamento feito na década de 80 pela equipe da Associação Mico-Leão-
429 Dourado, foram realizadas solturas por órgãos ambientais na região da Bacia do Rio
430 São João, com mais de 60 animais em cada (DE MORAIS JÚNIOR et al., 2008; RUIZ-
431 MIRANDA et al., 2011).

432 Na APA, os saguis estão espalhados em fragmentos de Mata Atlântica de
433 diferenciados tamanhos, em sua maioria ocupados pelos micos-leões-dourados
434 (RUIZ-MIRANDA et al., 2019). Esse fato é um problema, tendo em vista que os

435 *Callithrix* e os *Leontopithecus* competem por recursos, principalmente quando estes
436 não estão em abundância, podendo acarretar sua escassez. Isso ocorre porque a
437 densidade populacional em fragmentos florestais é maior ou igual a dos micos,
438 principalmente nos menores, e apresenta uma tendência para o crescimento pelo
439 sucesso da introdução errônea da espécie na região (RUIZ-MIRANDA et al., 2006; DE
440 MORAIS JÚNIOR, 2010).

441

442 2.7. EPIDEMIOLOGIA DA TOXOPLAMOSE EM PRIMATAS NEOTROPICAIS

443

444 A soroprevalência de anticorpos anti-*T. gondii* em hospedeiros varia de maneira
445 espacial e temporal, sendo influenciada diretamente pelo clima. Episódios de maior
446 soroprevalência em humanos, coelhos, ruminantes selvagens e gatos domésticos são
447 observados durante períodos com temperaturas elevadas ou alta precipitação. A
448 presença de gatos domésticos e selvagens em uma determinada área interfere
449 diretamente no risco de infecção, e esse fator é influenciado principalmente pela
450 atividade humana, como a abundante presença de roedores, interações territoriais,
451 estresse ambiental, vegetação e características da paisagem (NIEHAUS et al., 2020).

452 Entre primatas neotropicais, a doença varia conforme a espécie acometida.
453 Este contraste ocorre devido às diferenças na ecologia e comportamento. Na
454 subfamília Callitrichidae (*Saguinus*, *Leontopithecus*, *Callithrix*) pode ocasionar quase
455 100% de mortalidade, o que resulta em soroprevalência reduzida, contribuindo para
456 um diagnóstico tardio, especialmente em populações de vida livre (CATÃO-DIAS; et
457 al., 2013).

458 Os gêneros *Saimiri* e *Aotus* pertencentes da família Cebidae e *Ateles* e *Alouatta*
459 da família Atelidae podem apresentar sinais de toxoplasmose aguda a grave, com
460 mortalidade entre 20 e 80%, proporcionando uma soroprevalência de 15-16%. Em
461 controvérsia entre as espécies de primatas neotropicais, os *Cebus* sp. são, em sua
462 maioria, subagudos e moderados com a taxa de mortalidade baixa, o que confere
463 títulos de IgG altos e persistentes com a soroprevalência variando de 28 a 79% em
464 primatas de cativeiro e 30% em animais de vida livre (CATÃO-DIAS et al., 2013;
465 BOUER et al., 2010; NIHAUS et al., 2020).

466

467

468 **2.7.1. No Brasil**

469

470 No Brasil, 19 estudos foram realizados para investigar a soroprevalência de
471 anticorpos anti-*T. gondii* em primatas neotropicais, tanto de vida livre, quanto nos que
472 são mantidos em zoológicos ou em cativeiro (Tabela 1). Nestes estudos, 19 espécies
473 e 2 gêneros foram analisados, dentre os quais cinco calitriquídeos. O MAT foi o teste
474 mais utilizado, seguido por IHAT, IFAT, ELISA. Mais da metade das análises
475 demonstrou uma prevalência maior ou igual a 50%, mas entre os calitriquídeos estes
476 níveis foram abaixo dos 20%. Todos os estudos foram realizados após 1999 e
477 englobam as cinco regiões do país, sendo seis no nordeste, três no sudeste, dois no
478 norte e apenas 1 no sul e no centro-oeste. No estado do Rio de Janeiro (tabela 2),
479 quatro estudos foram realizados e a prevalência variou entre 4,5% e 76,2%, sendo
480 este alto percentual entre cebídeos (*Cebus sp.*); entre calitriquídeos este índice não
481 ultrapassou 4,5% (*Callithrix sp.*).

482

483 **2.7.2. Rio de Janeiro**

484

485 No Estado do Rio de Janeiro, temos raros relatos de estudos
486 soroepidemiológicos em primatas neotropicais (Tabela 2). Ressalta-se um realizado
487 em uma população de *Lenontopithecus chrysomelas* de vida livre, no qual não foram
488 encontrados anticorpos anti-*T. gondii* (MOLINA et al., 2017).

489

490

491

492

493

494

495

496

497

498

499

500

501

502

503

504

505

506

507

508

509
510**Tabela 1.** Levantamento soroepidemiológico para toxoplasmose em primatas neotropicais no Brasil.

Espécie	Estado	Origem do Animal	Positivos (%)	Teste	n	Autor e Ano
<i>Alouatta benzebul</i>	Pará	Vida Livre (1999-2006)	16,6%	MAT	6	Minervino et al (2017)
<i>Alouatta caraya</i>	Pará	Vida Livre (1999-2006)	44,4%	MAT	9	Minervino et al (2017)
	São Paulo	Vida Livre	20%	MAT	5	Da Silva et al (2014)
	São Paulo	Vida Livre (2009-2011)	75%	MAT	20	Molina et al (2014)
<i>Alouatta guariba</i>	Minas Gerais	Zoológico	0%	ELISA/IFAT/IHA	4	De Paula (2020)
		Zoológico	0%	ELISA/IFAT/IHA	2	De Paula et al (2020)
<i>Aotus azarae</i>	Pará	Vida Livre (1999-2006)	12%	MAT	25	Minervino et al (2017)
<i>Aotus trivirgatus</i>	Pará	Vida Livre (1999-2006)	50%	MAT	2	Minervino et al (2017)
<i>Ateles maginatus</i>	São Paulo	Zoológico	40%	MAT	5	Marujo et al (2017)
	Pará	Vida Livre (1999-2006)	75%	MAT	4	Minervino et al (2017)
<i>Ateles paniscus</i>	Pará	Zoológico	66,6%	MAT	3	Minervino et al (2010)
	Pará	Vida Livre (1999-2006)	90%	MAT	11	Minervino et al (2017)
<i>Brachyteles arachnoides</i>	São Paulo	Zoológico-Captura	25%	MAT	4	Marujo et al (2017)
<i>Callithrix penicillata</i>	São Paulo	Vida Livre (2009-2011)	16,6%	MAT	48	Molina et al (2014)
<i>Lagothrix lagotricha</i>	Pará	Vida Livre (1999-2006)	50%	MAT	6	Minervino et al (2017)
<i>Leontopithecus chrysomelas</i>	Minas Gerais	Zoológico	0%	ELISA/IFAT/IHA	1	De Paula et al (2020)
	Bahia	Vida Livre	2,72%	MAT	147	Lordelo (2021)
<i>Leontopithecus chrysopygus</i>	Minas Gerais	Zoológico	0%	ELISA/IFAT/IHA	2	De Paula et al (2020)
<i>Leontopithecus rosalia</i>	Minas Gerais	Zoológico	0%	ELISA/IFAT/IHA	15	De Paula et al (2020)
<i>Leontopithecus sp.</i>	Pará	Vida Livre	100%	MAT	1	Minervino et al (2017)
<i>Saimiri ustus</i>	Pará	Vida Livre (1999-2006)	20%	MAT	5	Minervino (2017)
<i>Sapajus apella</i>	Minas Gerais	Zoológico	50%	ELISA	6	De Paula et al (2020)
	Alagoas/Pernambuco Paraíba/Rio Grande do Norte	Cativeiro	80%	MAT	5	Ferreira et al (2015)
	Pará	Vida Livre (1999-2006)	78,6%	MAT	70	Minervino et al (2017)
	Rio Grande do Norte	Zoológico	61,9%	MAT	21	Minervino et al (2010)
	Rio Grande do Sul	Zoológico	100%	IHAT	1	Grumann et al (2017)
	São Paulo	Vida Livre	8,3%	MAT	36	Da Silva et al (2014)
	Minas Gerais	Zoológico	50%	ELISA/IFAT/IHAT	6	De Paula et al (2020)

<i>Sapajus flavius</i>	Alagoas/Pernambuco Paraíba/Rio Grande do Norte	Cativeiro	55,6%	MAT	9	Ferreira et al (2015)
<i>Sapajus libidinosus</i>	Goiás	Cativeiro	10%	MAT	10	Carneiro et al (2014)
	Alagoas/Pernambuco Paraíba/Rio Grande do Norte	Cativeiro	85,3%	MAT	116	Ferreira et al (2015)
	Sergipe	Zoológico	21,4%	MAT	14	Pimentel et al (2009)
<i>Sapajus nigritus</i>	Pará	Vida Livre (1999-2006)	100%	MAT	2	Minervino et al (2017)
	Paraíba	Zoológico	100%	MAT	5	Feitosa et al (2018)
	Rio Grande do Sul	Zoológico	100%	IHAT	17	Grumann et al (2017)
<i>Sapajus sp.</i>	Alagoas/Pernambuco Paraíba/Rio Grande do Norte	Cativeiro	75%	MAT	4	Ferreira et al (2015)
<i>Sapajus xanthosternus</i>	São Paulo	Zoológico- Captura	100%	MAT	1	Marujo et al (2017)
	Sergipe	Zoológico	75%	MAT	4	Pimentel et al (2009)
Variadas	São Paulo	Zoológico	56,9%	IFAT	209	Bouer et al (2010)
	Amazonas	Vida Livre	0%	MAT	35	Elias et al (2022)
	São Paulo	Vida Livre/ Cativeiro	16,3%	MAT	49	De Moura et al (2021)

511 Linhas sombreadas em vermelho mostram espécies de calitriquídeos.

512

513

514

515 **Tabela 2.** Levantamento soroepidemiológico para toxoplasmose em primatas neotropicais no estado
516 do Rio de Janeiro.

Espécie	Cidade	Origem do Animal	Positivos (%)	Teste	N	Autor e Ano
<i>Alouatta caraya</i>	Guapimirim	Cativeiro	100%	IFAT	1	Moreira (2022)
<i>Callithrix sp.</i>	Seropédica	IBAMA*	4,5%	IHA	22	Pires et al (2012)
<i>Cebus sp.</i>	Seropédica	IBAMA*	76,19%	IHA	21	Pires et al (2012)
<i>Leontopithecus chrysomelas</i>	Niterói	Vida Livre	0%	MAT	126	Molina et al (2017)
Variadas	Rio de Janeiro	Cativeiro	46,7%	MAT	77	Villar-Echarte (2021)

517 *IBAMA: animal recolhido pelo órgão de proteção ambiental.

518 Linhas sombreadas em vermelho mostram espécies de calitriquídeos.

519

520

521

522

523

524

525

526 3. MATERIAL E MÉTODOS

527

528 3.1. ÉTICA

529

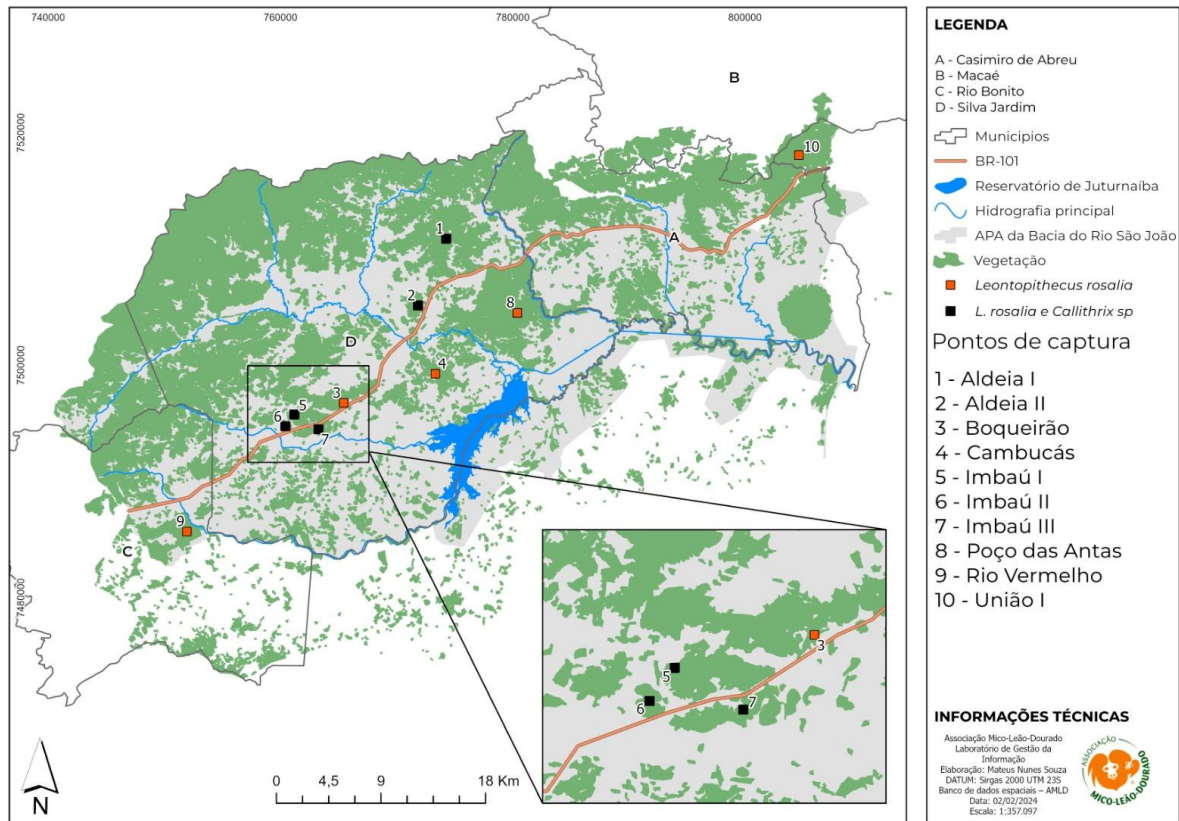
530 Os procedimentos descritos nesta pesquisa foram aprovados pelo Comitê de Ética
531 de Uso de Animais da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro
532 (CEUA - UENF) sob o número de protocolo 522 (Anexo I), e pelo órgão ambiental sob
533 o número de licença SISBIO 35931-8 e SISBIO 17409.

534

535 3.2. LOCAL DE ESTUDO E AMOSTRAS

536

537 O presente estudo foi desenvolvido no Laboratório de Sanidade Animal (LSA) da
538 Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) com amostras de
539 soros de micos-leões-dourados (*Leontopithecus rosalia*) e saguis híbridos (*Callitrix*
540 *penicillata* x *Callitrix jacchus*) provenientes da Área de Proteção Ambiental da Bacia
541 do Rio São João/Mico-leão-dourado no Estado do Rio de Janeiro (Figura 4). Por se
542 tratar da região endêmica do mico-leão, a APA corresponde à área de atuação da
543 Associação do Mico-Leão-Dourado (AMLD), que a divide em 13 unidades de manejo
544 (UM), que envolve as Reservas Biológicas (Rebio) Poço das Antas e União, e
545 fragmentos florestais dentro de propriedades particulares.



546

547 **Figura 5.** Mapa da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João/Mico-leão-dourado, no
 548 Estado do Rio de Janeiro, Brasil, com a localização dos locais de captura dos micos-
 549 leões-dourados (*Leontopithecus rosalia*) e saguis híbridos (*Callithrix penicillata* x *C.*
 550 *jacchus*).

551

552

553 Foram recebidas 297 amostras de soro de micos-leões-dourados e 66 saguis, bem
 554 como as informações sobre localização, classe etária, data de coleta e sexo de cada
 555 animal. As amostras dos micos-leões foram coletadas entre os anos de 2019 e 2023
 556 e fazem parte do banco de amostras biológicas da AMLD. As amostras de saguis
 557 híbridos foram obtidas durante um estudo da saúde destes animais, em novembro de
 558 2020 (AFONSO, 2023).

559 Foram avaliadas amostras de dez locais de captura, sendo eles Aldeia 1 e 2,
 560 Boqueirão, Cambucaes, Imbau 1, 2 e 3, Poço das Antas, Rio Vermelho e União (Figura
 561 5). Para obtenção das amostras, micos e saguis foram levados para o laboratório da
 562 sede da AMLD, onde foram anestesiados e avaliados por médicos veterinários.
 563 Amostras de sangue, foram coletadas por meio de punção da veia femoral, utilizando-
 564 se agulhas 25 x 0,7mm, e seringas de plástico de 3mL. As amostras foram

565 armazenadas em tubos sem anticoagulante e centrifugadas durante cinco minutos à
566 velocidade de 350 g. O soro obtido foi fracionado e transferido para tubos de
567 microcentrífuga e armazenados à -20°C. No LSA, os soros congelados recebidos
568 foram armazenados a -20°C até a realização do teste sorológico.

569

570 3.3. TESTE DE AGLUTINAÇÃO MODIFICADO (MAT)

571

572 O teste de Aglutinação Modificado (MAT) foi realizado segundo o protocolo
573 previamente estabelecido por Dubey e Desmonts (1987). Uma solução de antígeno
574 contendo taquizoítos de *T. gondii* da cepa RH fixados em formalina, tampão borato,
575 corante azul de Evans e 2-β-mercaptoetanol foi adicionada (25 µL por poço) a
576 microplacas em forma de U de 96 poços, seguido pela adição 1:1 das amostras de
577 soro diluídas na proporção de 1:25 em PBS. As placas foram incubadas a 37 °C por
578 12 horas. Amostras de soros controle positivos e negativos foram incluídas em cada
579 reação. As amostras foram consideradas negativas quando um botão azul foi
580 observado no fundo do poço e positivas quando foi observado um fundo limpo. Para
581 titulação de anticorpos das amostras positivas foi realizada a diluição seriada de 1:25
582 a 1:3200 e as mesmas submetidas ao mesmo protocolo para definição do título final
583 de cada primata positivo.

584

585 3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

586

587 Os resultados sorológicos, títulos e dados dos animais foram tabulados e
588 submetidos ao Teste Qui-Quadrado para verificar a existência de associação
589 significativa entre as variáveis qualitativas estudadas, usando um nível de significância
590 de 5% (SAS – Statistical Analysis System, University Edition).

591

592

593

594

595 **4. RESULTADOS**

596

597 4.1. MICOS-LEÕES-DOURADOS (*Leontopithecus rosalia*)

598

599

600

601

602

603

604

605

606

607

608

609

610

611

612

613

614

Tabela 3. Resultados do teste Qui-quadrado para análise dos potenciais fatores associados à presença de anticorpos anti-*Toxoplasma gondii* em micos-leões-dourados (*Leontopithecus rosalia*) da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado, estado do Rio de Janeiro.

615

616

617

618

619

620

621

622

623

624

625

626

627

628

Fatores	Categoria	Negativo		Positivo		P*
		N	%	N	%	
Sexo	Machos	135	94,07	8	5,93	0,718
	Fêmeas	143	95,11	7	4,89	
Classe etária	Juvenil	63	95,24	3	4,76	0,905
	Subadulto	44	93,18	3	6,82	
	Adulto	169	94,68	9	5,32	
Local de captura	Aldeia 1	32	100	0	0	0,096
	Aldeia 2	39	92,31	3	7,69	
	Boqueirão	1	100	0	0	
	Cambucaes	7	100	0	0	
	Imbau 1	73	93,15	5	6,85	
	Imbau 2	38	97,37	1	2,63	
	Imbau 3	48	93,75	3	6,25	
	Poço das Antas	9	100	0	0	
Rio Vermelho	22	100	0	0		
Estações do ano	União	9	66,67	3	33,33	<0,05
	Verão	26	96,15	1	3,85	
	Outono	66	83,34	11	16,66	
	Inverno	102	98,04	2	1,96	
	Primavera	84	98,81	1	1,19	

* Nível de significância <0.05.

Linha sombreada em vermelho, estação mais prevalente.

629 4.2. SAGUIS HÍBRIDOS (*Callithrix penicillata* x *C. jacchus*)

630
631 Foram analisadas 66 amostras de soro, e em três (4,55 %) foram detectados
632 anticorpos anti-*T. gondii*, com título máximo de 1:25. Na análise estatística, foi
633 demonstrado que não existe correlação significativa entre a prevalência de
634 anticorpos anti-*T. gondii* e o sexo e local de captura ($p>0,05$) (Tabela 4). Houve
635 correlação significativa ($p<0,05$) entre a prevalência e a classe etária (Tabela 4),
636 sendo subadulto a faixa de maior prevalência ($p=0,041$; 40 %).

637
638
639
640 **Tabela 4.** Resultados do teste Qui-quadrado para análise dos
641 potenciais fatores associados à presença de
642 anticorpos anti-*Toxoplasma gondii* em saguis
643 híbridos (*Callithrix penicillata* x *C. jacchus*) da Área
644 de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São
645 João/Mico-Leão-Dourado, Estado do Rio de
646 Janeiro.

647

Fatores	Categoria	Negativo		Positivo		P*
		N	%	N	%	
Sexo	Machos	28	96,55	1	3,45	0,687
	Fêmeas	34	94,45	2	5,55	
Classe etária	Subadulto	5	60	2	40	<0,001
	Adulto	55	98,18	1	1,82	
Local da captura	Aldeia 1	23	91,30	2	8,70	0,715
	Aldeia 2	4	100	0	0	
	Imbau 1	15	100	0	0	
	Imbau 2	13	92,31	1	7,69	
	Imbau 3	7	100	0	0	

653 * Nível de significância <0.05.

654 Linha sombreada em vermelho, classe etária mais prevalente.

5. DISCUSSÃO

O presente estudo é uma relevante contribuição para melhor compreensão sobre a epidemiologia da toxoplasmose em primatas neotropicais, principalmente em populações de vida livre, assim como em uma espécie ameaçada de extinção (mico-leão-dourado, *L. rosalia*). Os soros foram obtidos de um banco de amostras da AMLD, localizada no estado do Rio de Janeiro. É importante ressaltar a relevância do número de amostras analisadas nesta pesquisa para animais de vida livre. Isto foi possível graças ao monitoramento da espécie *L. rosalia* pela referida associação, um importante trabalho de preservação destes animais, ameaçados de extinção. Em paralelo, foi possível analisar a prevalência de *T. gondii* da espécie híbrida de saguis invasores, *C. penicillata* x *C. jacchus*, introduzida de forma não planejada nesta região (DE MORAIS JÚNIOR et al., 2008; RUIZ-MIRANDA et al., 2011).

Este é o primeiro estudo sorológico no Brasil a avaliar a prevalência de anticorpos anti-*T. gondii* em *L. rosalia* de vida livre, e o maior número de animais da mesma espécie já testados em primatas neotropicais. Somente um estudo sorológico fez este tipo de avaliação na referida espécie, mas este foi feito com um número de amostras de apenas 15 animais e em um zoológico de Minas Gerais; todos soronegativos (DE PAULA et al., 2020). Em saguis híbridos de vida livre, este é também o primeiro relato de prevalência para anticorpos anti-*T. gondii*.

Vinte e um estudos soroepidemiológicos foram realizados para avaliar a prevalência de anticorpos anti-*T. gondii* em primatas neotropicais no Brasil, destes apenas seis em calitriquídeos (Tabela 1 e 2), o que demonstra a relevância de pesquisas nesta família com alta mortalidade por *T. gondii* (EPIPHANIO et al., 2000; JUAN-SALLEZ et al., 1998; MARIANO et al., 2024; MELO et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2022; PERTZ et al., 1997). Análises deste tipo podem ser importantes para melhor compreensão da cadeia epidemiológica da toxoplasmose em primatas neotropicais de vida livre e pode fornecer subsídios para identificação de pontos críticos de contato com o parasito.

Vinte e uma espécies/gêneros de primatas neotropicais foram submetidas a análises soroepidemiológicas; a grande maioria utilizou o MAT. Mais da metade destas pesquisas identificou prevalências iguais ou maiores que 50%, mas entre as seis espécies/gêneros de calitriquídeos avaliados os índices não ultrapassaram 16,6% (Tabelas 1 e 2). Um estudo feito por Minervino et al. (2017) demonstrou 100% de

689 prevalência nesta subfamília, mas o n foi de apenas 1. Apenas quatro das nove
690 análises realizadas em espécies desta subfamília apresentaram resultados
691 soropositivos: *Leontopithecus sp.* (100%; n=1), *C. penicillata* (16,6%; n=48), *Callithrix*
692 *sp.* (4,5%; n=22), *L. chrysomelas* (2,72%; n=147) (Tabelas 1 e 2).

693 Dentre os espécimes de *L. rosalia* avaliados na presente pesquisa, 5,05%
694 (15/297) foram soropositivos para anticorpos do tipo IgG anti-*T. gondii*. No estado do
695 Rio de Janeiro, estudos envolvendo esta espécie ainda são inexistentes, porém uma
696 investigação soroepidemiológica em *L. chrysomelas* (mico-leão-de-cara-dourada) do
697 Parque Estadual da Serra da Tiririca, feita por Molina et al. (2017), não identificou
698 soropositivos (0/126), discordando, desta maneira, da porcentagem encontrada para
699 o gênero. Importante ressaltar que a espécie *L. chrysomelas* é nativa do Sul da Bahia
700 e, portanto, considerada invasora. A infecção por *T. gondii* em animais deste gênero
701 pode ser influenciada pela localização das reservas, disponibilidade de alimento ou
702 presença do hospedeiro definitivo na área estudada. Embora as porcentagens sejam
703 distintas, ainda assim são esperados resultados negativos ou baixos quando tratamos
704 de primatas neotropicais devido à alta mortalidade.

705 No estudo de Molina et al. (2017) em *L. chrysomelas*, as populações
706 investigadas são de animais de vida livre e, também, habitam áreas de proteção
707 ambiental. Em um fragmento florestal, localizado em Niterói e próximo a um grande
708 centro urbano, esses animais tinham contato com a população humana local e animais
709 domésticos, além de diversas vezes entrarem nas residências e terem o hábito de
710 revirar o lixo. Além disso, também tiveram contato com gatos domésticos que
711 porventura entravam no fragmento florestal; estudos realizados nestas áreas
712 identificaram soropositividade de gatos domésticos (IGREJA et al., 2021). Na APA-
713 BRSJ alguns fragmentos são também localizados próximos a fazendas e rodovias
714 (RAMIREZ, 2022). Assim, os animais possuem contato com seres humanos, tendo
715 sido, inclusive, observados gatos domésticos dentro da reserva (COMUNICAÇÃO
716 PESSOAL), além de felídeos silvestres como o gato-maracajá (*Leopardus wiedii*) e a
717 onça-parda (*Puma concolor*) (BRASIL, 2008). Felídeos são hospedeiros definitivos do
718 parasito e capazes de liberar oocistos juntamente com suas fezes. Outros estudos
719 são necessários para avaliar a infecção de felídeos na APA-BRSJ e seu real potencial
720 para disseminação de oocistos no ambiente em que os primatas habitam.

721 Molina et al. (2017) afirmam, em sua pesquisa sorológica, que os 126 micos-
722 leões-da-cara-dourada não apresentavam anticorpos anti-*T. gondii* por dois motivos:

723 ausência de contato com o parasito e/ou animais que tiveram contato morreram antes
724 da soroconversão. Em nosso estudo, a baixa porcentagem de soropositivos já é
725 esperada por se tratar de uma espécie de primata neotropical, cujos hábitos
726 arborícolas reduzem bastante o contato com o solo e/ou fontes hídricas contaminadas
727 com oocistos. Aqui, cabe salientar mais uma vez que a amostragem robusta de micos-
728 leões de nossa pesquisa favorece uma interpretação mais fiel da situação
729 epidemiológica da colônia. As 297 amostras representam 6,19% do total de 4.800
730 micos-leões da APA-BRSJ.

731 No Brasil, outros estudos sorológicos foram realizados envolvendo
732 *Leontopithecus* sp., no entanto, apenas um envolvendo o *Leontopithecus rosalia* foi
733 feito por De Paula et al. (2020) em um zoológico de Minas Gerais e neste nenhum dos
734 indivíduos testados (0/15) apresentaram soropositividade para anti-*T. gondii*. Uma
735 ampla investigação de anti-*T. gondii* foi feita em *Leontopithecus chrysomelas* na
736 Bahia, onde 2,72% (4/147) apresentaram anticorpos anti-*T.gondii* no teste sorológico
737 MAT, em concordância com a baixa soropositividade que encontramos na presente
738 pesquisa. De Paula et al. (2020), no mesmo zoológico citado anteriormente, também
739 realizaram testes em dois *Leontopithecus chrysopygus* (mico-leão-preto), não
740 obtendo soropositividade (0/2) nos primatas avaliados. Esses resultados, incluindo os
741 da presente pesquisa, nos permitem inferir que o baixo índice de soropositividade em
742 primatas neotropicais deve-se à maior suscetibilidade das espécies, que na maioria
743 dos casos morre subitamente.

744 A sensibilidade e especificidade dos testes sorológicos é fundamental para
745 confiabilidade e comparação dos resultados. Em especial para a toxoplasmose, MAT
746 e IFAT são dois testes consagrados quando comparados ao teste ouro de Sabin-
747 Feldman. O Teste de Aglutinação Modificado (MAT) foi escolhido, dentre os demais
748 testes utilizados comercialmente, por ser um método extremamente sensível para
749 detectar anticorpos do tipo IgG anti-*T. gondii* (DUBEY, 2022).

750 Conforme descrito anteriormente, o MAT foi o teste mais empregado em
751 pesquisas epidemiológicas em primatas neotropicais no Brasil. Assim, os resultados,
752 oriundos do mesmo ensaio, podem ser melhores se comparados aos estudos prévios.
753 Tendo em vista esta alta sensibilidade, o MAT permite discernir reações fracas que
754 não seriam detectadas por outros testes sorológicos. Foi o caso das amostras de
755 micos-leões e saguis híbridos testados neste trabalho. Com base nessa leitura,
756 sugere-se que em algum momento os primatas testados podem ter tido contato com

757 uma cepa avirulenta ou uma carga parasitária muito baixa, apresentando títulos 1:25
758 em todas as análises.

759 Comparando a pesquisa sorológica feita por De Paula et al. (2020), na qual não
760 foram encontrados micos-leões-dourados soropositivos para a toxoplasmose com a
761 investigação realizada no presente estudo, onde foram encontrados 15 micos-leões
762 soropositivos, embora com uma reação fraca e baixa frequência, é possível inferir que
763 animais de vida livre estão mais suscetíveis à infecção do que os que habitam
764 zoológicos. Fatores que contribuem para a ausência de soropositividade no referido
765 zoológico são o controle de felídeos nas proximidades dos recintos de animais,
766 evitando dessa forma o contato com oocistos, e o controle da dieta e água ofertada
767 aos animais, impedindo o consumo de cistos teciduais em carnes por meio do seu
768 cozimento, bem como a higienização de frutas e vegetais ofertados, impedindo a
769 infecção pela ingestão de oocistos. Sobre a situação de prevalência na APA-BRSJ,
770 estudos futuros que monitorem e identifiquem as causas de potenciais mortes súbitas
771 na reserva poderão esclarecer a origem da baixa prevalência.

772 No entanto, ainda com relação ao estudo realizado por De Paula et al. (2020)

773 A alta susceptibilidade da família de calitriquídeos em desenvolver infecções
774 graves e surtos fatais está associada à evolução das espécies na qual, por seus
775 hábitos arborícolas, não tiveram contato com fezes de felídeos, ou até mesmo com o
776 solo onde os oocistos estão presentes, principalmente em áreas não degradadas
777 (CATÃO-DIAS et al, 2013; LORDELO, 2021). A ausência desse contato resultou em
778 uma falha do sistema imunológico na formação de anticorpos anti- *T. gondii*, impedindo
779 dessa forma a formação de uma resposta imunológica eficaz (CATÃO-DIAS et al.,
780 2013; DUBEY, 2022). Por esse motivo, em trabalhos com estudos sorológicos, a
781 reação é fraca, com títulos baixos, concordando com o encontrado na população de
782 indivíduos avaliada.

783 Na presente investigação, foi detectada baixa soroprevalência com relação aos
784 saguis (*Callithrix penicillata* x *C. jacchus*) (3 de 66; 4,55%), assim como nos estudos
785 realizados, nos quais também determinaram que a soropositividade desse gênero é
786 baixa (DE MOURA et al., 2022; MOLINA et al., 2014; PIRES et al., 2012). A baixa
787 porcentagem é explicada, assim como nos micos-leões, pela sensibilidade à infecção,
788 pois quando entram em contato com o parasito desenvolvem manifestações clínicas
789 que causam mortalidade de quase 100% da população (ELIAS et al., 2022; MOLINA
790 et al., 2017). Ainda são escassos estudos envolvendo a detecção de anticorpos anti-

791 *T.gondii* em saguis de vida livre, principalmente no Rio de Janeiro, sendo necessárias
792 novas investigações em um maior número de animais.

793 Rodrigues-Oliveira et al. (2022) realizou uma pesquisa por diagnóstico
794 histopatológico em saguis (*Callithrix sp.*) encontrados mortos nas regiões
795 metropolitanas do estado do Rio de Janeiro. Neste estudo retrospectivo entre os anos
796 de 2019 a 2022, detectou 1,6% de animais positivos para toxoplasmose (16/1001),
797 comprovando a baixa frequência de positividade e o curso fatal da doença em
798 calitriquídeos. Este resultado é interessante, pois pode ser indício de que as
799 prevalências detectadas para calitriquídeos representem mais do que um resultado
800 direto da alta mortalidade. Os animais foram encontrados mortos em áreas
801 urbanizadas, onde o contato com fezes de felinos é frequente, aumentando a
802 exposição ao *T. gondii*. Na presente investigação sorológica realizada em saguis
803 híbridos, a porcentagem também foi baixa em consonância com o observado por
804 Rodrigues-Oliveira et al. (2022), demonstrando que os hábitos dessa espécie ainda
805 dificultam o contato com o parasito (DUBEY et al., 2021).

806 No Rio de Janeiro, um surto com mortes súbitas de primatas neotropicais foi
807 descrito na literatura (SCHIFFLER et al., 2023). Em contrapartida, uma pesquisa feita
808 no zoológico da cidade demonstrou uma alta soropositividade nos primatas
809 neotropicais avaliados, apontando para uma resistência em alguns indivíduos dessa
810 espécie. Entre esses indivíduos são esperados padrões de infecções distintos
811 variando desde infecções agudas e crônicas como é o caso do gênero *Sapajus sp.* e
812 *Cebus sp.* que estão listados nas infecções crônicas por *T. gondii* e por esse motivo,
813 pela presença numerosa de primatas dessa espécie. A porcentagem de indivíduos
814 soropositivos (30/36) foi alta no estudo (VILLAR-ECHARTE et al., 2021), diferente dos
815 calitriquídeos, que como relatado, a doença possui caráter agudo e fatal para a
816 maioria dos animais da espécie. Por esse motivo, encontra-se uma baixa
817 soroprevalência, pois existe uma ausência de resposta imunológica a tempo de ser
818 detectada. Muitos animais morrem antes da soroconversão e conseqüentemente do
819 sorodiagnóstico (SCHIFFLER et al., 2023).

820 A alimentação dos micos-leões-dourados e saguis inclui frutas maduras, néctar e
821 presas animais. Os frutos maduros são mais preferidos em relação aos verdes pelos
822 indivíduos e o néctar é um importante recurso sazonal utilizado quando os frutos estão
823 escassos. Pequenos vertebrados, artrópodes e caracóis constituem a maioria das
824 presas consumidas (KIERULFF et al., 2012) e os primatas costumam beber água que

825 acumula em galhos, troncos ou bromélias (RUIZ-MIRANDA et al., 1999). Essas
826 características alimentares reduzem o contato desses animais com o solo onde
827 encontram-se oocistos de *T. gondii* e esse fato, corrobora com a baixa porcentagem
828 de animais infectados. Por outro lado, as presas citadas podem ser vetores mecânicos
829 para oocistos. Interessante incluir, a possibilidade cada vez mais real de répteis serem
830 hospedeiros intermediários de *T. gondii*. Estudos recentes identificaram o parasito em
831 tecidos de serpentes e quelônios, e apesar de estudos nesta linha serem escassos,
832 pequenos répteis infectados podem ser presas destes primatas, desta forma, não
833 devem ser descartados como transmissores do parasito (AZIZ; AZIZ, 2020;
834 FERREIRA et al., 2020; FEITOSA et al., 2018).

835 Os calitriquídeos possuem forte característica de transferência de alimento de
836 adultos para juvenis (TROISI, 2021). Os micos-leões-dourados fornecem ativamente
837 alimentos aos jovens e outros membros do grupo, e os adultos vocalizam para
838 oferecer alimento para os mais jovens (RUIZ-MIRANDA et al., 1999). Essa
839 característica comportamental da espécie restringe nos animais da classe etária
840 infante e juvenil o ato de explorar o ambiente, pois não buscam alimentos com
841 frequência. Este fato explicaria os animais que foram soropositivos para anticorpos
842 anti-*T. gondii* neste estudo, sendo eles todos na classe etária juvenil avançado,
843 subadulto e adultos, que é o estágio em que esses animais já possuem a capacidade
844 de forragear e como consequência exploram mais o ambiente em que vivem,
845 buscando alimentos (RUIZ-MIRANDA et al., 1999). Embora não exista uma diferença
846 significativa para a ocorrer a infecção, com relação a classe etária, observamos um
847 percentual de infecção maior em animais adultos e subadultos na investigação.

848 Assim como os micos-leões-dourados, os saguis também possuem um esquema
849 de forrageamento de cooperação, que é a característica da família *Calitrichidae* no
850 qual os indivíduos adultos oferecem alimentos aos mais novos por serem menos
851 eficientes (FUENTE et al., 2021). Como consequência disto, os mais velhos exploram
852 mais o ambiente em busca de alimentos (TROISI, 2021). Essa afirmação corrobora
853 com os achados neste estudo com relação a classe etária, demonstrando que nenhum
854 animal considerado infante e juvenil foi soropositivo, diferente dos subadultos e
855 adultos em que foram detectados anticorpos anti-*T. gondii*, com uma diferença
856 significativa para a infecção em animais subadultos. Importante ressaltar, entretanto,
857 que a amostragem para animais subadultos foi muito baixa e pode ter influenciado os
858 resultados da análise estatística (2 de 5 animais positivos; 40%).

859 Estações úmidas e quentes tendem a aumentar a capacidade do oocisto em
860 esporular e se tornar infectante, além de permanecer no ambiente por meses e anos
861 (DUBEY, 2022). Nihaeus et al. (2020) confirmou que para primatas neotropicais a
862 ausência de precipitação está relacionada com a soropositividade. Entre os micos-
863 leões-dourados (*Leontopithecus rosalia*), observou-se que a soropositividade foi
864 significativamente alta no outono, período de estação seca. Podemos afirmar que a
865 soropositividade aumenta, pois são épocas do ano em que os alimentos e fontes de
866 água se tornam mais escassos e os animais são obrigados a descer das copas de
867 árvores e atravessar os fragmentos florestais em pasto, pela ausência de corredores,
868 em busca de alimentos, aumentando as chances de infecção. Ademais, o clima que
869 precede essas estações secas é chuvoso e quente, contribuindo para a esporulação
870 e disseminação dos oocistos no ambiente.

871 Os felídeos são hospedeiros definitivos de *T. gondii*, sendo os únicos capazes de
872 excretar oocistos no ambiente (DUBEY, 2022). Foram observados dentro da APA, em
873 específico na Reserva da União, uma variedade de felídeos silvestres os quais são
874 gato-do-mato-pequeno (*Leopardus guttulus*), jaguatirica (*Leopardus pardalis*), gato-
875 maracajá (*Leopardus wiedii*), onça-parda (*Puma concolor*) e gato-mourisco (*Puma*
876 *yagouaroudi*), (MAYER, 2019) que podem eliminar oocistos contaminando essa
877 região, aumentando a probabilidade de infecção dos primatas neotropicais ali
878 residentes. Pesquisas futuras correlacionando a presença desses felídeos, ou até os
879 felinos domésticos dentro da área de proteção são necessárias para considerar essa
880 ocorrência como um fator de risco para a infecção dos animais.

881

882

883

884

885

886

887

888 6. CONCLUSÃO

889

890 Houve baixa soropositividade com títulos mínimos em micos-leões-dourados
891 (*Leontopithecus rosalia*) e saguis híbridos (*Callithrix penicillata* x *Callithrix jacchus*).
892 Foi observado que entre indivíduos desta espécie não existe uma correlação
893 significativa entre sexo, classe etária e locais de captura com a infecção por *T. gondii*.
894 Em contrapartida, o fator estação do ano foi significativo, demonstrando relação direta
895 com a infecção desses animais.

896 Observou-se baixa soropositividade com títulos mínimos entre saguis híbridos *C.*
897 *penicillata* x *C. jacchus* e foi demonstrado uma relação entre a infecção e a classe
898 etária, na qual indivíduos subadultos estão mais expostos ao *T. gondii*. Os outros
899 efeitos analisados como sexo e locais de captura não foram apontados como fatores
900 de risco.

901 São necessárias mais pesquisas sorológicas e moleculares para determinar a
902 presença de *T. gondii* nessa área, assim como a avaliação de outros fatores de risco
903 e identificação de cepas circulantes para uma melhor compreensão de como a
904 epidemiologia da doença acontece.

905

906

907

908

909

910

911

912

913

914

915

916 **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

917

918

919 AFONSO, B. C. Avaliação Sanitária de Saguis Híbridos (*Callithrix* sp, Erxleben, 1977)
920 Invasores na Área de Proteção Ambiental do Mico-Leão-Dourado (*Leontopithecus*
921 *rosalia* Linnaeus, 1766). Tese de Doutorado. Programa Ciência Animal Universidade
922 Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 2023.

923 AL-ADHAMI, B; B. H., SIMARD, M; HERNÁNDEZ-ORTIZ, A; BOIREAU, C;
924 GAJADHAR, A. A. Development and evaluation of a modified agglutination test for
925 diagnosis of *Toxoplasma* infection using tachyzoites cultivated in cell culture. *Food*
926 *and Waterborne Parasitology*, v. 2, p. 15-21, 2016.

927 ALONSO, C., FARIA, D.S., LANGGUTH, A. & SANTEE, D.F. 1987. Variação da
928 pelagem na área de intergradação entre *Callithrix jacchus* e *Callithrix penicillata*. . *Rev.*
929 *Brasil. Biol.*, v. 47, p. 465-470, 1987. Disponível em:<
930 <https://ci.nii.ac.jp/naid/10010164066/>>.

931 ATTIAS, M.; TEIXEIRA, D. E.; BENCHIMOL, M.; VOMMARO, C. R., CREPALDI, P.
932 H.; SOUZA, W. The life-cycle of *Toxoplasma gondii* reviewed using
933 animations. *Parasites Vectors* 13, 588, 2020. [https://doi.org/10.1186/s13071-020-](https://doi.org/10.1186/s13071-020-04445-z)
934 [04445-z](https://doi.org/10.1186/s13071-020-04445-z)

935 AZIZ, A. S; AZIZ, A. S. New Recording of *Toxoplasma gondii* in Wild *Tortoise Testudo*
936 *graeca* Using Nested PCR Method. *Arch Razi Inst*, v. 30, p. 1029-1034. 2023. DOI:
937 [10.22092/ARI.2022.360398.2579](https://doi.org/10.22092/ARI.2022.360398.2579)..

938 BOUER, A; WERTHER, K; MACHADO, R. Z; NAKAGHI, A. C. H; EPIPHANIO, S;
939 CATÃO-DIAS, J. L. Detection of anti-*Toxoplasma gondii* antibodies in experimentally
940 and naturally infected non-human primates by Indirect Fluorescence Assay (IFA) and
941 indirect ELISA. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 19, p. 26-31. 2010.

942 BRASIL, 2008. Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São
943 João/Mico-Leão-Dourado. Disponível em:
944 <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=bbfc5a98b09c664aJmItdHM9MTcwNjlxODQwMCZpZ3VpZD0xMTYyZmU4Mi1iYWlxLTZhNWQtMmRjOS1lZjdiYmI3ZjZiYmImaW5zaWQ9NTE5Mg&pntn=3&ver=2&hsh=3&fclid=1162fe82-bab1-6a5d-2dc9->

947 [954 CALOURO, A. M.; MESSIAS, M. R.; VALENÇA-MONTENEGRO, M. M. Avaliação do
955 Risco de Extinção de *Cebuella pygmaea* \(Lönnerberg, 1940\) no Brasil. Processo de
956 avaliação do risco de extinção da fauna brasileira. ICMBio. 2015. Disponível em:
957 <\[http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/estado-de-
958 conservacao/7221-mamiferos-cebuella-pygmaea-niveiventris-sagui-leaozinho.html\]\(http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/estado-de-
958 conservacao/7221-mamiferos-cebuella-pygmaea-niveiventris-sagui-leaozinho.html\)>.](https://www.google.com/search?q=ef7bbb7f6bbb&psq=plano+de+manejo+2008+area+de+prote%c3%a7%c3%a3o+am
948 bional+bacia+do+rio+s%c3%a3o+jo%c3%a3o&u=a1aHR0cHM6Ly93d3cuZ292LmJ
949 yL2ljbWJpby9wdC1ici9hc3N1bnRvcy9iaW9kaXZlcnNpZGFkZS91bmlkYWRILWRILW
950 NvbnNlcnZhY2FvL3VuaWRhZGVzLWRILWJpb21hcy9tYXRhLWF0bGFudGljYS9saX
951 NOYS1kZS11Y3MvYXBhLWRhLWJhY2IhLWRvLXJpby1zYW8tam9hby1taWNvLWxl
952 YW8tZG91cmFkby9hcnF1aXZvcy9hcGFfYmFjaWFfcmlvX3Nhb19qb2FvLnBkZg&ntb
953 =1.</p>
</div>
<div data-bbox=)

959 CARNEIRO, B. F.; MIRANDA, M. M. D.; SILVEIRA-NETO, O. J. D.; LINHARES, G. F.
960 C.; ARAÚJO, L. B. D. M. Inquérito sorológico para toxoplasma gondii em mamíferos
961 neotropicais mantidos no centro de triagem de animais silvestres, Goiânia, Goiás.
962 2014.

963 CARRILLO-BILBAO, G.; MARTIN-SOLANO, S.; SAEGERMAN, C. Patógenos
964 zoonóticos transmitidos pelo sangue em primatas não humanos na Região
965 Neotropical: uma revisão sistemática. Patógenos. 2021. DOI:
966 <https://doi.org/10.3390/pathogens10081009>.

967 CASAGRANDE, R. A.; TIFFANY, C. E.; SILVA, C. A.; PESCADOR, C. A.; BORELLI,
968 V.; SOUZA-JÚNIOR, J.; SOUZA, E. R.; TRAVERSO, S. D. Toxoplasmose em primatas
969 neotropicais: estudo retrospectivo de sete casos. Pesquisa Veterinária Brasileira, v.
970 33, n. 1 pp. 94-98. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2013000100017>.

971 CATÃO-DIAS, J. L.; EPIPHANIO, S.; KIERULFF, M. C. M. Neotropical primates and
972 their susceptibility to *Toxoplasma gondii*: new insights for an old problem. In: Primates,
973 pathogens, and evolution. New York, NY: Springer New York, p. 253-289. 2013.

974 COIMBRA-FILHO, A. F.; MITTERMEIER, R. A. Conservation of the Brazilian lion
975 tamarins (*Leontopithecus rosalia*). In: H.S.H. PRINCE RAINIER III OF MONACO;
976 BOURNE, G. H. (Org.). Primate Conservation. New York: Academic Press. 1977.

- 977 COIMBRA-FILHO, A. F.; PISSINATTI, A.; RYLANDS, A. B. Experimental multiple
978 hybridism among *Callithrix* species from eastern Brazil. In: RYLANDS, A. B.
979 Marmosets and tamarins: systematics, ecology and behavior. Oxford: Oxford
980 University Press. 1993.
- 981 DE MORAIS JÚNIOR, M. M. Os saguis (*Callithrix* spp., Erxleben, 1777) exóticos
982 invasores na Bacia do Rio São João, Rio de Janeiro: biologia populacional e padrão
983 de distribuição em uma paisagem fragmentada. 2010.78 f. Tese (Doutorado em
984 ecologia) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais,
985 Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes,
986 2010.
- 987 DE MORAIS JÚNIOR, M. M.; RUIZ-MIRANDA, C. R.; GRATIVOL, A. D.; ANDRADE,
988 C. C.; LIMA, C. S.; MARTINS, A.; BECK, B. B. Os sagüis, *Callithrix jacchus* e
989 *penicillata*, como espécies invasoras na região de ocorrência do mico-leão dourado.
990 In: OLIVEIRA, P. P.; GRATIVOL, A. D.; RUIZ-MIRANDA, C. R. (Org.). Conservação
991 do mico-leão-dourado: enfrentando os desafios de uma paisagem fragmentada.
992 Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro;
993 Centro de Biociências e Biotecnologia; Laboratório de Ciências Ambientais, 2008.
- 994 DE MOURA, D. E.; ADANIA, C. H.; SOARES, H. S.; SILVA, J. C.; GENNARI, S. M.;
995 CARDOSO, L.; LOPES, A. P. Detecção de anticorpos contra *Toxoplasma gondii* em
996 primatas neotropicais do estado de São Paulo, Brasil. *Revista da Sociedade Helênica*
997 *de Medicina Veterinária*, v. 72, n. 4, p. 3423-3426. 2021.
- 998 DE PAULA, N. F. D.; DUTRA, K. S.; OLIVEIRA, A. R. D.; SANTOS, D. O. D.; ROCHA,
999 C. E. V.; VITOR, R. W. D. A.; SANTOS, R. L. Gama de hospedeiros e suscetibilidade
1000 à infecção por *Toxoplasma gondii* em primatas neotropicais e do Velho Mundo em
1001 cativeiro. *Revista de Primatologia Médica*, v. 49, n. 4, p. 202-210. 2020.
- 1002 DIETZ, J. M; HANKERSON, S. J; ALEXANDRE, B.R; HENRY, M. D. FERRAZ, L. P;
1003 RUIZ-MIRANDA, C. R. Yellow fever in Brazil threatens successful recovery of
1004 endangered golden lion tamarins. *Scientific Reports*. 2019. DOI:
1005 <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49199-6>
- 1006 DUBEY, J. P. *Toxoplasmosis of Animals and Humans*. 3rd ed. CRC Press, Boca Raton,
1007 FL, 1-565. 2022.

- 1008 DUBEY, J. P. Validação da especificidade do teste de aglutinação modificado para
1009 toxoplasmose em suínos. *Parasitologia veterinária*, v. 71, n. 4, p. 307-310, 1997.
- 1010 DUBEY, J.P.; FRENKEL, J. K. Toxoplasmose induzida por cisto em gatos. *O Journal*
1011 *of protozoology*, v. 19, n. 1, p. 155-177, 1972.
- 1012 DUBEY, J.P.; MURATA, F. H. A.; CERQUEIRA-CÉZAR, C. K.; KWOK, O. C. H.;
1013 YANG, Y.; SU, C. Recent epidemiologic, clinical and genetic diversity of *Toxoplasma*
1014 *gondii* infections in non-humans primates. *Research in Veterinary Science*, v. 136, p.
1015 631-641. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2021.04.017>.
- 1016 EHLERS, L. P; SLAVIERO, M. BIANCHI, M. V; LAUREN, DE MELLO, L. S;
1017 LORENZO, C; SURITA, L. E; ALIEVI, M. M; DRIEMEIER, D; PAVARINI, S. P; SONNE,
1018 L. Cause of death in neotropical primates in Rio Grande do Sul State, Southern Brazil.
1019 *Journal of Medical Primatology*, v. 51, p. 85-92. 2021.
- 1020 ELIAS, M.; MARANHÃO, L.; RABELO, R. M.; SOARES, H. S.; FERREIRA NETO, J.
1021 S.; VALSECCHI, J.; SANTANA, M. I. S. Soroprevalência negativa para *Toxoplasma*
1022 *gondii* em primatas de vida livre da Amazônia Central. *Revista de Primatologia*
1023 *Médica*, v. 51, n. 4, p. 246-249. 2022.
- 1024 EPIPHANIO, S; GUIMARÃES, M. A; FEDULLO, D. L; CORREA, S. H, CATÃO-DIAS
1025 J. L. Toxoplasmosis in golden-headed lion tamarins (*Leontopithecus chrysomelas*) and
1026 emperor marmosets (*Saguinus imperator*) in captivity. *J Zoo Wildl Med*, v. 31,p. 231-
1027 235. 2000. DOI: 10.1638/1042-7260(2000)031[0231:TIGHLT]2.0.CO;2.
- 1028 EPIPHANIO, S; SINHORINI, I. L; CATÃO-DIAS, J. L. Patologia da toxoplasmose em
1029 primatas do novo mundo em cativeiro. *Revista de Patologia Comparada*, v. 129, p.
1030 196-204. 2003.
- 1031 FEITOSA, T. F.; BRASIL, A. W. D. L.; PARENTONI, R. N.; VILELA, V. L. R.; NETY, T.
1032 F. L.; PENA, H. F. D. J. Anti-*Toxoplasma gondii* antibodies in mammals, birds and
1033 reptiles at the zoological-botanical park in João Pessoa, Paraíba, Brazil. *Arquivos do*
1034 *Instituto Biológico*, 84. 2018.
- 1035 FERRAZ, F. S. MORFOFISIOLOGIA TESTICULAR DE SAGUIS HÍBRIDOS DE VIDA
1036 LIVRE (CALLITRICHIDAE: PRIMATAS), RIO DE JANEIRO - RJ, BRASIL. Dissertação
1037 (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa,
1038 MG, p. 67. 2015.

- 1039 FERREIRA, D. R. A.; RIBEIRO, V. O.; LAROQUE, P. O.; WAGNER, P. G. C.;
1040 PINHEIRO-JÚNIOR, J. W.; SILVA, J. C. R.; MOTA, R. A. Risk factors associated with
1041 *Toxoplasma gondii* infection in captive *Sapajus* spp. *American Journal of*
1042 *Primatology*, v. 77, n. 5, p. 558-562. 2015.
- 1043 FUENTE, M. F. D; SUEUR, C. GARBER, P. A; BICCA-MARQUES, J. C; SOUTO, A;
1044 SCHIEL, N. Foraging networks and social tolerance in a cooperatively breeding
1045 primate *Callithrix jacchus*. *Journal of Animal Ecology*, v. 91, p. 138-153. 2021. DOI:
1046 <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13609>.
- 1047 GALLO, S. S; FRAZÃO-TEIXEIRA, E; EDERLI, N. B; OLIVEIRA, F. C. Prevalence of
1048 1268 Anti-*Toxoplasma gondii* Antibodies in Ratites from Brazil. *The Journal of*
1049 *parasitology*, 1269 v. 105, n. 5, p. 733-737, 2019.
- 1050 GRUMANN, M. R.; DA SILVA, Z.; SILVA-FILHO, J. R.; COSTA, M. M.; VIEIRA, M. I.
1051 B.; DA MOTTA, A. C. Immunohistochemical and serological aspects of *Toxoplasma*
1052 *gondii* infection in Neotropical primates. *Semina: ciências agrárias*, v. 38, n. 3, p. 1375-
1053 1382. 2017.
- 1054 IGREJA, J. A. S. L; REZENDE, H. H. A; MELO, J. O; GARCIA, J. L; MARTINS, F. D.
1055 1151 C; CASTRO, A. M. Copro-PCR in the detection and confirmation of *Toxoplasma*
1056 *gondii* 1152 oocysts in feces of stray and domiciled cats. *Ver. Bras. Parasitolo. Vet.*,
1057 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612021022>
- 1058 JOHNSON-DELANEY, C. A. Parasites of Captive Nonhuman Primates. *Veterinary*
1059 *Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, v. 12, n. 3, p. 563-581. 2009. DOI:
1060 <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2009.07.002>.
- 1061 JUAN-SALLÉS, C; PRATS, N; MARCO, A. J; RAMOS-VARA, J. A; BORRÁS, D;
1062 FERNÁNDEZ, J. Fatal acute toxoplasmosis in three golden lion tamarins
1063 (*Leontopithecus rosalia*). *J Zoo Wildl Med.* 1998.
- 1064 KIERULFF, M. C. M; RUIZ-MIRANDA, C. R; DE OLIVEIRA, P. P; BECK, A. M; DIETZ,
1065 J. M; RAMBALDI, D. M; PADEIRO, A. J. The Golden Lion tamarin *Leontopithecus*
1066 *rosalia*: a conservation success story. *International Zoo Yearbook*, v. 46, p. 36-45.
1067 2012.
- 1068 LORDELO, R. P. Avaliação de anticorpos anti-*Toxoplasma gondii* em mico-leão-de-
1069 cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*) no sul da Bahia. Dissertação (Mestrado

- 1070 Ciência Animal). Universidade Estadual de Santa Cruz. 2021. Acesso em:
1071 <http://nbcgib.uesc.br/ppgca/files/dissertacao/2021/reizane-lordelo-2021.pdf>
- 1072 MARIANO, L; WITHOEFT, J. A; FORNARA, M. A; PANDOLFO, G. W; D'AMBROSO-
1073 FERNANDES, F; VOGEL, F. S. F; ZAPALA, M. P; CASAGRANDE, R. A.
1074 Toxoplasmosis outbreak caused by north American genotypes in captive black-tufted
1075 marmosets in southern Brazil. Vet Parasitol Reg Stud Reports. 2024 DOI:
1076 10.1016/j.vprsr.2023.100960
- 1077 MARUJO, R. B.; LANGONI, H.; ULLMANN, L. S.; PELLIZZARO, M.; NETO, R. D. N.
1078 D.; CAMOSSI, L. G.; MENOZZI, B. D. Toxoplasma gondii antibodies and related risk
1079 factors in mammals at Sorocaba zoo, São Paulo, Brazil Toxoplasma gondii antibodies
1080 and related risk factors in mammals at Sorocaba zoo, São Paulo, Brazil. Semina:
1081 Ciências Agrárias, v. 38, n. 4, p. 2845-2850. 2017.
- 1082 MAYER, L. B. Diversidade de mamíferos de médio e grande porte em áreas de
1083 regeneração na Mata Atlântica. Dissertação. Ecologia e Recursos Naturais
1084 Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 2019. Disponível em:
1085 [https://uenf.br/posgraduacao/ecologia-recursosnaturais/wp-](https://uenf.br/posgraduacao/ecologia-recursosnaturais/wp-content/uploads/sites/7/2019/08/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Luana-Burg-Mayer-final.pdf)
1086 [content/uploads/sites/7/2019/08/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Luana-Burg-Mayer-](https://uenf.br/posgraduacao/ecologia-recursosnaturais/wp-content/uploads/sites/7/2019/08/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Luana-Burg-Mayer-final.pdf)
1087 [final.pdf](https://uenf.br/posgraduacao/ecologia-recursosnaturais/wp-content/uploads/sites/7/2019/08/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Luana-Burg-Mayer-final.pdf).
- 1088 MELO, R. P. B; OLIVEIRA, P. R. F; ALBUQUERQUE, P. P. F; BARRETTO, M. L. M;
1089 MOURA, G. H. F; OLIVEIRA, A. A. F; MOTA, R. A. Detection of Toxoplasma gondii
1090 DNA in heart tissue from common marmoset (*Callithrix jacchus*) monitored for yellow
1091 fever and rabies in Pernambuco state, Northeastern of Brazil. Vet Parasitol Reg Stud
1092 Reports. 2020. DOI: 10.1016/j.vprsr.2020.100447.
- 1093 MENEGASSI, D. População de micos-leões-dourados volta a crescer após febre
1094 amarela. 2023. Disponível em: < [https://micoleao.org.br/populacao-de-micos-leoes-](https://micoleao.org.br/populacao-de-micos-leoes-dourados-volta-a-crescer-apos-febre-amarela)
1095 [dourados-volta-a-crescer-apos-febre-amarela](https://micoleao.org.br/populacao-de-micos-leoes-dourados-volta-a-crescer-apos-febre-amarela) >.
- 1096 MIHU, A. G; LUPU, M. A; NESIU, A; MARTI, D. T; OLARIU, T. R. Screening for the
1097 Detection of *Toxoplasma gondii* IgG, IgM and IgA in Females of Reproductive Age
1098 from Western Romania. Life (Basel). 2022. DOI: 10.3390/life12111771.
- 1099 MINERVINO, A. H. H.; SOARES, H. S.; BARRÊTO-JÚNIOR, R. A.; NEVES, K. A. L.;
1100 PENA, H. F. D. J.; ORTOLANI, E. L.; GENNARI, S. M. Soroprevalência de anticorpos

- 1101 anti-Toxoplasma gondii em mamíferos silvestres e aves em cativeiro no Brasil. Revista
1102 de Medicina Zoológica e Vida Silvestre, v. 41, n. 3, p. 572-574. 2010.
- 1103 MINERVINO, A. H. H; CASSINELLI, A. B. M; DE SOUZA, A. J. S; ALVES, M. M;
1104 SOARES, M. D. C. P; FERREIRA, D. A. C; GENNARI, S. M. Detection of Toxoplasma
1105 gondii antibodies in captive non-human primates in the Amazon region, Brazil. Journal
1106 of medical primatology, v. 46, n. 6, p. 343-346. 2017.
- 1107 MINUZZI, C. E; FERNANDES, D. F; PORTELLA, L. P. Contaminated water confirmed
1108 as source of infection by bioassay in an outbreak of toxoplasmosis in South Brazil.
1109 Transbound Emerg Dis, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1111/tbed.1374>
- 1110 MOLINA, C. V.; CATÃO-DIAS, J. L.; FERREIRA-NETO, J. S.; VASCONCELLOS, S.
1111 A.; GENNARI, S. M.; DO VALLE, R. D. R.; BUENO, M. G. Sero-epidemiological survey
1112 for brucellosis, leptospirosis, and toxoplasmosis in free-ranging *Alouatta caraya* and
1113 *C. allithrix penicillata* from São Paulo State, Brazil. Journal of medical primatology, v.
1114 43, n. 3, p. 197-201, 2014.
- 1115 MOLINA, C. V.; KRAWCZAK, F. D. S.; BUENO, M. G.; SOARES, H. S.; GENARI, S.
1116 M.; PISSINATTI, A.; CATÃO-DIAS, J. L. Pesquisa soronegativa de anticorpos contra
1117 *Toxoplasma gondii* em mico-leão-de-cabeça-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*)
1118 de Niterói/RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 26, 115-118.
1119 2017.
- 1120 MOREIRA, S. B.; PEREIRA, A. H. B.; PISSINATTI, T. A.; ARRUDA, I. F.; AZEVEDO,
1121 R. R. M.; SCHIFFLER, F. B., AMENDOEIRA, M. R. R.; SANTOS, A. F. A.;
1122 PISSINATTI, A.; UBIALI, D. G. Toxoplasmose multisistêmica subaguda em bugio
1123 preto-e-dourado em cativeiro (*Alouatta caraya*) indica um desafio terapêutico. Revista
1124 de Primatologia Médica, v. 51, n. 6, p. 392-395. 2022.
- 1125 NASH, S. Illustrations of the diminutive anthropoids of the marmoset-callimico
1126 radiation. In: FORD, S. M.; PORTER, L. M.; DAVIS L. C. (Org.) *The Smallest*
1127 *Anthropoids: The Marmoset/Callimico Radiation*. Springer, 2009.
- 1128 NIEHAUS, C; SPÍNOLA, M; SU, C; ROJAS, N; RICO-CHÁVEZ, O; IBARRA-
1129 CERDEÑA, C. N; FOLEY, J; SUZÁN, G; GUTIÉRREZ-ESPELETA, G. A; CHAVES, A.
1130 Environmental factors associated With *Toxoplasma gondii* Exposure in Neotropical
1131 Primates of Costa Rica. *Front Vet Sci*. 2020. DOI: 10.3389/fvets.2020.583032.

- 1132 NOWAK, R. M. Walker's mammals of the world. Baltimore: The Johns Hopkins
1133 University Press. ed. 6, v.1, p.836, 1999.
- 1134 NUNES, A. M. Ecologia cognitiva e forrageio social em híbridos de *Callithrix penicillata*
1135 x *Callithrix jacchus* (primates: cebidae: callitrichinae), introduzidos na Ilha de Santa
1136 Catarina. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Zoologia) - 54 Pontifícia
1137 Universidade Católica Do Rio Grande Do Sul – PUCRS, Porto Alegre, RS, p.55. 2006.
- 1138 OLIVEIRA, G. R.; AMORA, T. D.; REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; ROSA, G. L. M.
1139 Gênero *Callithrix* (Erxleben, 1777). Primatas do Brasil: Guia de Campo. Rio de Janeiro:
1140 Technical Books Editora. p. 64-78, 2015.
- 1141 PASSOS, F. C.; LUDWIG, G.; KNOGGE, C.; OLIVEIRA, L. C. *Leontopithecus*
1142 *chrysopygus* (Mikan, 1823). In: Instituto Chico Mendes de Conservação da
1143 Biodiversidade. (Org.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção:
1144 Volume II - Mamíferos. Brasília: ICMBio, p. 230-235. 2018.
- 1145 PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. Ordem chiroptera. Mamíferos do Brasil.
1146 v. 1, p. 153-230, 2006.
- 1147 PERTZ, C; DUBIELZIG, R. R; LINDSAY, D. S. Fatal *Toxoplasma gondii* infection in
1148 golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia rosalia*). *J Zoo Wildl Med*, p. 491-493.
1149 1997.
- 1150 PIMENTEL, J. S.; GENNARI, S. M.; DUBEY, J. P.; MARVULO, M. F.;
1151 VASCONCELLOS, S. A.; MORAIS, Z. M.; EVÊNCIO-NETO, J. Inquérito sorológico
1152 para toxoplasmose e leptospirose em mamíferos selvagens neotropicais do Zoológico
1153 de Aracaju, Sergipe. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 29, p. 1009-1014, 2009.
- 1154 PINTO-FERREIRA, F; NINO, B. D. S. L; MARTINS, F. D. C; MONICA, T. C; BRITTO,
1155 1253 I. C; SIGNORI, A; MITSUKA-BREGANO, R. Isolation, genetic and 1254
1156 immunohistochemical identification of *Toxoplasma gondii* from human placenta in a
1157 1255 large toxoplasmosis outbreak in southern Brazil, 2018. *Infection, Genetics and*
1158 1256 *Evolution*, v. 85, p. 104589, 2020.
- 1159 PIRES, J. S.; RIBEIRO, C. T.; CARVALHO-FILHO, P. R. D.; PISSINATTI, A.;
1160 FLAUSINO, W.; LOPES, C. W. G. Infecção por *Toxoplasma gondii* em primatas não
1161 humanos neotropicais. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 32, p. 1041-1044. 2012.

- 1162 RAMIREZ, L. A. L. Percepção do risco de predação por micos-leões-dourados
1163 (*Leontopithecus rosalia*) e saguis (*Callithrix* spp.) em relação às estruturas de
1164 conectividade artificial sobre faixas de dutos de óleo e gás. Dissertação (Mestrado
1165 Ecologia e Recursos Naturas). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy
1166 Ribeiro. 2022. Acesso em: [https://uenf.br/posgraduacao/ecologia-
1167 recursosnaturais/wp-content/uploads/sites/7/2022/05/Dissertacao_Luis-Ramirez.pdf](https://uenf.br/posgraduacao/ecologia-recursosnaturais/wp-content/uploads/sites/7/2022/05/Dissertacao_Luis-Ramirez.pdf)
- 1168 REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. MAMÍFEROS DO BRASIL.
1169 ed. 2º, p. 439. Londrina: LCT livros técnicos e científicos editora. 2011.
- 1170 RODRIGUES, A. O.; RITTER, J. M.; OLIVEIRA, D. S.; PIZZOLATO, F. AQUINO, S.
1171 M.; PARENTE, T. C.; BULLOCK, H.; GIANNINI, L. A. M.; MAGALHÃES, A. V. I.;
1172 BARROSO, C. F.; ALVES, P. T.; SANTOS, R. L. Patologia e epidemiologia da
1173 toxoplasmose fatal em saguis (*Callithrix* spp.) de vida livre da Mata Atlântica brasileira.
1174 PLoS Negl Trop Dis. 2022. DOI: 10.1371/journal.pntd.0010782.
- 1175 RUÍZ-MIRANDA, C. R.; GRATIVOL, A. D.; OLIVEIRA, P. P. 2008 Introdução – A
1176 espécie e sua situação na paisagem fragmentada. In: OLIVEIRA, P. P.; GRATIVOL,
1177 A. D.; RUÍZ-MIRANDA, C. R. Conservação do mico-leão-dourado: enfrentando os
1178 desafios de uma paisagem fragmentada. Campos dos Goytacazes: Universidade
1179 Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Centro de Biociências e Biotecnologia;
1180 Laboratório de Ciências Ambientais, 2008.
- 1181 RUÍZ-MIRANDA, C. R.; MORAIS JÚNIOR, M. M.; DE PAULA, V. R.; GRATIVOL, A.
1182 D.; RAMBALDI, D. M. O problema dos saguis introduzidos no Rio de Janeiro: Vítimas
1183 e Vilões. Ciência hoje, v. 48, p. 44-49. 2011.
- 1184 RUÍZ-MIRANDA, C. R.; RAMBALDI, D. M.; GRATIVOL, A. D.; MORAIS JÚNIOR, M.
1185 M.; DE OLIVEIRA, P. P.; DIETZ, L. A. *Leontopithecus rosalia* (Linnaeus, 1766). In:
1186 Plano de Ação Nacional para Conservação dos Mamíferos da Mata Atlântica Central.
1187 Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio, 2016.
- 1188 RUIZ-MIRANDA, C. R; DE MORAIS, M. M. JR; DIETZ, L. A; ROCHA-ALEXANDRE,
1189 B; MARTINS, A. F; FERRAZ, L.P; MICKELBERG, J; HANKERSON, S. J; DIETZ, J. M.
1190 Estimating population sizes to evaluate progress in conservation of endangered golden
1191 lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*). PLoS ONE. 2019. DOI:
1192 10.1371/journal.pone.0216664

- 1193 RUIZ-MIRANDA, C; KLEIMAN, D. V; DIETZ, J. M; MORAES, E; GRATIVOL, A. D;
 1194 BAKER, A; BECK, B. B. Food transfers in wild and reintroduced golden lion tamarins,
 1195 *Leontopithecus rosalia*. American Journal of Primatology, v. 48, n. 4, p. 305-320. 1999.
 1196 DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2345\(1999\)48:4<305::AID-AJP6>3.0.CO;2-V](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2345(1999)48:4<305::AID-AJP6>3.0.CO;2-V)
- 1197 RYLANDS, A. B. An assessment of the diversity of New World primates. Neotropical
 1198 primates, v. 8, p. 61-93, 2000. Disponível em: < <https://ci.nii.ac.jp/naid/10020018416>>.
- 1199 RYLANDS, A. B.; MITTERMEIER, R.A.; SILVA JR, J.S. Neotropical primates:
 1200 taxonomy and recently described species and subspecies. Int. ZooYb, v. 46, p. 11–24,
 1201 2012. Disponível em: <
 1202 [https://zslpublications.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1748-](https://zslpublications.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1748-1090.2011.00152.x)
 1203 [1090.2011.00152.x](https://zslpublications.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1748-1090.2011.00152.x)>.
- 1204 SANTANA, C. H; DE OLIVEIRA, A. R; DOS SANTOS, D. O; PIMENTEL, S. P; DE
 1205 SOUZA, L. D. R; MOREIRA, L. G. A. Genotyping of *Toxoplasma gondii* in a letgal
 1206 toxoplasmosis outbreak affecting captive howler monkeys (*Alouatta* sp.). Journal of
 1207 Medical Primatology, v. 50, n. 2, p. 99-107. 2020.
- 1208 SCHIFFLER. F. B; PEREIRA, A. H. B; MOREIRA, S. B; ARRUDA, I. F; MOREIRA, F.
 1209 R. R; D'ARC, M; CLARO, I. M; PISSINATTI, T. A; CAVALCANTE, L. T. F; MIRANDA,
 1210 T. D. S, Lições de uma Força-Tarefa Multilaboratorial para Diagnóstico de um Surto
 1211 Fatal de Toxoplasmose em Primatas em Cativeiro no Brasil. Micro-organismos. 2023.
 1212 DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms11122888>
- 1213 SHAPIRO, K; BAHIA-OLIVEIRA, L; DIXON, B; DUMÈTRE, A; DE WIT LUZ, A;
 1214 VANWORMER, E; VILLENA, I. Environmental transmission of *Toxoplasma gondii*:
 1215 Oocysts in water, soil and food, Food and Waterborne Parasitology. 2019. DOI:
 1216 <https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2019.e00049>.
- 1217 SILVA, M. O. M. ANÁLISE FENOTÍPICA E GENÉTICA EM INDIVÍDUOS DE
 1218 CALLITHRIX (CALLITRICHIDAE: PRIMATES) NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.
 1219 Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO
 1220 RIO DE JANEIRO – UFRRJ, Seropédica, RJ, p. 112. 2018.
- 1221 SILVA, R. C. D.; MACHADO, G. P.; CRUVINEL, T. M. D. A.; CRUVINEL, C. A.;
 1222 LANGONI, H. Frequência de anticorpos contra *Toxoplasma gondii* em macacos-prego

- 1223 (Cebus apella nigritus) de uma estação ecológica no Estado de São Paulo,
1224 Brasil. Pesquisa Veterinária Brasileira, v. 33, p. 251-253. 2014.
- 1225 SILVA, R. C. D; MACHADO, G. P; CRUVINEL, T. M. D. A; CRUVINEL, C. A;
1226 LANGONI, H. Detection of antibodies to Toxoplasma gondii in wild animals in
1227 Brazil. Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases, v. 20, p.
1228 01-04, 2014.
- 1229 TROISI, C. A. Intergroup food transfers in wild golden lion tamarins (Leontopithecus
1230 rosalia). Primates, v. 62, p. 223-231. 2021. DOI: 10.1007/s10329-020-00846-x.
- 1231 VERONA, C. E. S; PISSINATTI, A. Primates – Primatas do Novo Mundo (Sagui,
1232 macaco- prego, Macaco-aranha, Bugio). In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.;
1233 CATÃODIAS, J. L. Tratado de animais selvagens: medicina veterinária. São Paulo:
1234 Roca. p. 358-377. 2006.
- 1235 VERONA, C. E.; PISSINATTI, A. Primates – Primatas do Novo Mundo (Sagui,
1236 Macaco-prego, Macaco-aranha, Bugio e Muriqui). In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.;
1237 CATÃO-DIAS, J. L. Tratado de animais selvagens: medicina veterinária. 2. ed. São
1238 Paulo: Roca, v. 1, p. 723-743. 2014.
- 1239 VILLAR-ECHARTE, G; ARRUDA, I. F; BARBOSA, A. S; GUZMÁN, R. G; AUGUSTO,
1240 A. M; TROCCOLI, F. *Toxoplasma gondii* among captive wild mammals in zoos in
1241 Brazil and Cuba: seroprevalence and associated risk factors. Braz J Vet Parasitol, v.
1242 30, n. 2. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612021053>
- 1243 VISSER, M. E.; AMBOS, C. Mudanças na fenologia devido às mudanças climáticas
1244 globais: a necessidade de um parâmetro. Anais da Royal Society B: Ciências
1245 Biológicas, v. 272, n. 1581, p. 2561-2569, 2005.
- 1246 YBAÑES, R. H. D; YBAÑES, A. P, NISHIKAWA, Y. Review on the Current Trends of
1247 Toxoplasmosis Serodiagnosis in Humans. Front Cell Infect Microbiology v.10. 2020.
1248 DOI: 10.3389/fcimb.2020.00204.
- 1249
- 1250
- 1251