

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ

THAISE DA SILVA OLIVEIRA COSTA

**SAÚDE E COMPORTAMENTO DO MICO-LEÃO-DA-CARA-DOURADA
(*Leontopithecus chrysomelas*) (KUHL, 1820) EM FRAGMENTO FLORESTAL E
AGROFLORESTAL NO SUL DA BAHIA, BRASIL**

**ILHÉUS – BAHIA
2019**

THAISE DA SILVA OLIVEIRA COSTA

**SAÚDE E COMPORTAMENTO DO MICO-LEÃO-DA-CARA-DOURADA
(*Leontopithecus chrysomelas*) (KUHL, 1820) EM FRAGMENTO FLORESTAL E
AGROFLORESTAL NO SUL DA BAHIA, BRASIL**

Tese apresentada à Universidade Estadual de Santa Cruz como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Área de concentração: Ciência Animal

Linha de pesquisa: Comportamento e Bem-estar Animal

Orientadora: Prof. Dra. Selene Siqueira da Cunha Nogueira

Coorientadora: Dra. Kristel M. De Vleeschouwer

**ILHÉUS – BAHIA
2019**

C837

Costa, Thaise da Silva Oliveira.

Saúde e comportamento do mico-leão-da-cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*) (Kuhl, 1820) em fragmento florestal e agroflorestal no sul da Bahia, Brasil / Thaise da Silva Oliveira Costa. – Ilhéus, BA: UESC, 2019.

xv, 217f. : il. ; anexos.

Orientadora: Selene S. da Cunha Nogueira.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-graduação em Ciência Animal.

Inclui referências.

1. Primatas – Comportamento. 2. Mudanças climáticas. 3. Degradação ambiental. 4. Desmatamento. 5. Biologia de conservação. 6. Parasitos. Título.

CDD 599.8

THAISE DA SILVA OLIVEIRA COSTA

**SAÚDE E COMPORTAMENTO DO MICO-LEÃO-DA-CARA-DOURADA
(*Leontopithecus chrysomelas*) (KUHL, 1820) EM FRAGMENTO FLORESTAL E
AGROFLORESTAL NO SUL DA BAHIA, BRASIL**

Ilhéus – BA, 21/02/2019

Profa. Dra. Selene Siqueira da Cunha Nogueira
UESC/DCB - Orientadora

Dra. Kristel M. De Vleeschouwer
Royal Zoological Society of Antwerp – Coorientadora

Prof. Dr. Danilo Simonini Teixeira
UESC/DCAA

Profa. Dra. Flávia Miranda
UESC/DCAA

Prof. Dr. Yvonnick Le Pendu
UESC/DCB

Prof. Dr. Carlos Ruiz Miranda
UENF

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais Amélia e Zito (In memoriam), aos meu irmãos, ao meu companheiro Uillians e aos meus filhos de pêlos e penas, por me ensinarem o que é o amor.

AGRADECIMENTOS

Hoje só existe dentro de mim gratidão. Por tudo que vivi, pelas pessoas que cruzaram meu caminho, por todos os aprendizados e pelas oportunidades que a vida me deu.

Agradeço a Deus por mais uma vida concedida e pelas experiências que me proporcionam evolução. Por ter me sustentado quando pensei que não conseguiria. Por mostrar-me que sou mais forte do que imaginava ser... E pela oportunidade de trabalhar com os animais. Nada me faria mais feliz!

Aos meus pais Amélia e Zito (*In memoriam*), por todos os esforços para que eu pudesse estudar (mesmo com toda a dificuldade que enfrentaram) e por tornarem isso uma prioridade. Agradeço por todo o amor, compreensão e por sempre acreditarem em mim.

Aos meus irmãos Péricles, Wendy, Wilce e Wellington por toda ajuda e incentivo. Em especial ao meu 'Pequinho': Obrigada por tudo! É muito bom saber que tenho com quem contar (sempre).

Ao meu companheiro Uillians pelo apoio, por ser sempre tão paciente e por todo o amor durante os momentos difíceis da realização desta pesquisa. Palavras não seriam suficientes para te agradecer.

À minha orientadora Selene, pelos vários anos de orientação (desde a iniciação científica no 4º semestre de graduação). Obrigada pelas oportunidades concedidas, pela confiança, incentivos na vida acadêmica e por me apresentar o maravilhoso mundo da Etologia!

Ao professor Sérgio por toda ajuda com as análises dos dados e estatística e por todo conhecimento compartilhado durante os vários anos que fui sua aluna (graduação, mestrado e doutorado).

À minha coorientadora Kristel por confiar em mim e no meu trabalho. Agradeço infinitamente pela oportunidade de contribuir um pouquinho com o Projeto BioBrasil e com a conservação dos micos.

Ao professor Leonardo Oliveira pela oportunidade de trabalhar com os micos na cabruca. Para mim é um prazer!

Aos meus queridos amigos e assistentes de campo Bila, Deni e Zaqueu, que não mediram esforços para me ajudar. Lembro dos meus dias de campo com muita saudade e gratidão. Com todas as dificuldades de um trabalho de campo, cada dia era uma superação e um novo aprendizado. Eu não conseguiria sem vocês! Obrigada pelos incentivos, pelos bons momentos, pelas partidas de baralho depois de um dia cansativo na mata, pelas risadas e por todos os ensinamentos (sobre os micos, sobre a mata e sobre a vida...). Jamais esquecerei vocês!

À Juliana e Dona Bete por permitirem que eu me hospedasse na Fazenda Almada durante a coleta de dados na cabruca. Ao Seu Tico, por ter sido tão generoso permitindo que eu ficasse na sua casa durante a coleta. Muito obrigada!!

À professora Dra. Maria Bernardete Souza Cordeiro, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, pelas análises de metabólitos de glicocorticoides.

Ao professor Dr. Alexandre Munhoz (UESC) por permitir que eu usasse o Laboratório de Análises Clínicas para os exames parasitológicos e para a realização dos hemogramas dos micos. Ao Uillians por todo o suporte e auxílio com as amostras biológicas e com as análises moleculares.

Ao professor Dr. Alan Lane de Melo, da Universidade Federal de Minas Gerais, pelo auxílio na identificação dos ovos dos parasitas. Obrigada pela disposição e boa vontade em ajudar, mesmo sem me conhecer.

Ao professor Dr. Mike Mendl por ter sido tão generoso permitindo que eu fizesse meu doutorado sanduíche na University of Bristol. Foi uma experiência maravilhosa e um sonho realizado! Minha eterna gratidão!

Às voluntárias da Alma Church de Bristol, Christine e Sarah, pela companhia, pelas aulas de inglês, pelos chocolates quentes, pelos corais durante o Natal e por encherem meu coração de paz durante meu período na Inglaterra. Thank you very much!

À Luciana Aschoff por toda ajuda com a coleta de dados no campo e pelo auxílio com os dados de fenologia.

À Ana Cláudia e Del pelo apoio logístico para a coleta de dados. Obrigada, Del, pelas inúmeras caronas de moto depois de vários dias cansativos de coleta.

Aos proprietários das fazendas onde vivem os grupos Ribeiro, Manoel Rosa, Ozawa, Almada e Bomfim, por permitirem a coleta de dados.

Aos colegas do Laboratório de Etologia Aplicada (LABET): Stella, Letícia, Vanessa, Rai, Jaqueline e Djalma pelas nossas reuniões semanais para discussões de artigos e por dividirem as angústias e alegrias. Ao Diego pela ajuda na coleta de dados na cabruca.

Aos professores Dr. Danilo Simonini e Dra. Maíra Benchimol pelos valiosos comentários no exame de qualificação.

Aos meus amigos Théo, Ana Julia, Paulinha e Lorena por sempre torcerem pelo meu sucesso. À Aluane por ser minha “companheira de aventuras” na Inglaterra (nos momentos de folga), por sempre ouvir minhas angústias, pela ajuda com os dados e pela amizade. Ao Igor Inforzato, foi um prazer te conhecer, rasta! Obrigada pelas palavras amigas quando eu mais precisei.

À profa. Dra. Lilian Catenacci, médica veterinária. Quando te vi pela primeira vez na UESC (ainda no 2º semestre da graduação), tive certeza do que eu queria ser. Obrigada pela confiança, pelos ensinamentos, estágios, e pela oportunidade concedida para que eu realizasse meu grande sonho de ser veterinária dos macacos em vida livre.

À FAPESB e CAPES pela concessão da bolsa de estudos. À CAPES pela concessão da bolsa de estudos no exterior. À FAPESB pelo auxílio financeiro por meio do Projeto Universal.

À UESC, por ser meu segundo lar durante tanto tempo (e lá se vão onze anos em um piscar de olhos...). Agradeço pela estrutura física, que possibilitou o desenvolvimento de parte da pesquisa, e pelo auxílio financeiro com algumas diárias para o campo.

Ao Projeto BioBrasil e ao Zoológico da Antuérpia por todo apoio logístico para a coleta de dados no campo e para as capturas dos micos.

Não poderia deixar de agradecer aos meus queridos ‘tamarins’. É um privilégio estar na mata e poder vê-los, acompanhá-los, ouvi-los e senti-los. Me sinto realizada por isso e por contribuir um pouquinho com a conservação dessa espécie.

*“Diz-se que, mesmo antes de um rio cair no oceano ele treme de medo.
Olha para trás, para toda a jornada, os cumes, as montanhas, o longo caminho
sinuoso através das florestas, através dos
povoados, e vê à sua frente um oceano tão vasto que entrar nele nada mais é do
que desaparecer para sempre.
Mas não há outra maneira. O rio não pode voltar.
O rio precisa se arriscar e entrar no oceano.
E somente quando ele entra no oceano é que o medo desaparece.
Porque apenas então o rio saberá que não se trata de desaparecer no oceano, mas
tornar-se oceano.”*

(Osho)

**SAÚDE E COMPORTAMENTO DO MICO-LEÃO-DA-CARA-DOURADA
(*Leontopithecus chrysomelas*) (KUHL, 1820) EM FRAGMENTO FLORESTAL E
AGROFLORESTAL NO SUL DA BAHIA, BRASIL**

RESUMO

A avaliação do estado de saúde e do comportamento do mico-leão-da-cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*) é fundamental para a conservação da espécie, visto que a maior parte das populações vive em ambientes antropicamente alterados e, portanto, sujeitas aos efeitos negativos destes ambientes tais como menor disponibilidade de alimentos, alterações climáticas e maior contato com patógenos. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o estado de saúde e o comportamento de indivíduos da espécie *L. chrysomelas* pertencentes a grupos de vida livre monitorados em um mosaico florestal entremeado em matriz agrícola ('degraded forest patches in agricultural matrix' - DFAM) - Colônia de Una (Una-BA) - e em um sistema agroflorestal de cacau (cabruca) - Ilhéus-BA. Quatro grupos (dois em cada área) foram acompanhados aproximadamente 22 horas por mês, durante o período de um ano, para a coleta de dados comportamentais e de material biológico (fezes). A cada seis meses os grupos foram capturados para procedimentos de identificação individual, troca de rádios-transmissores, avaliação clínica e coleta de sangue. Nós acessamos diferenças comportamentais entre os indivíduos em um contexto específico (resposta diante de um novo objeto – bandeira branca com bolas pretas). Também avaliamos mensalmente a variação da disponibilidade de frutos maduros na área DFAM, pelo método de transecção linear. Os resultados revelaram que houve diferenças comportamentais individuais na forma como os animais reagiam diante do objeto novo, sendo classificados como muito seguros e pouco seguros. Os indivíduos muito seguros que viviam na DFAM passaram menos tempo forrageando por presas animais do que os muito seguros que viviam na cabruca. Somente os indivíduos que viviam na DFAM apresentaram endoparasitas e a carga parasitária foi relacionada com o número de parceiros de *grooming*, sugerindo uma associação

entre a socialidade e a transferência de infecção entre os micos-leões. Não houve diferença entre os níveis de glicocorticóides entre os animais que viviam na DFAM e na cabruca, apesar de o ambiente DFAM apresentar mais desafios. Houve variação na disponibilidade de frutos maduros ao longo do ano na DFAM, sugerindo que os animais podem ter prejuízo nutricional em tempos de escassez e aumentem a busca por outras fontes de alimento, tais como insetos, o que pode elevar o contato com hospedeiros intermediários de endoparasitas. Foi encontrada correlação negativa entre a carga parasitária e a temperatura, sendo que nos meses mais quentes houve menor quantidade de endoparasitas nos animais. Por fim, foram encontrados animais positivos para hemoparasitas tanto na DFAM quanto na cabruca. Dos 21 animais avaliados, 38% foram positivos para *Mycoplasma* sp. nos ensaios de PCR e 65% foram positivos para microfilárias durante avaliação de esfregaços sanguíneos. Dos animais positivos para *Mycoplasma* sp., 75% apresentaram microfilárias. Não houve diferença entre os animais positivos e negativos para *Mycoplasma* sp. em relação aos parâmetros hematológicos avaliados. Por sua vez, animais positivos e negativos para microfilárias diferiram em relação à hemoglobina, que foi mais elevada nos indivíduos positivos. Os dados mostram que micos-leões-da-cara-dourada que vivem em ambientes antropicamente alterados no Sul da Bahia enfrentam desafios ambientais tanto pela redução na disponibilidade de alimentos ao longo do ano, como também por possuírem endo e hemoparasitas que podem comprometer o seu estado de saúde e bem-estar.

Palavras-Chave: Alteração climática. Áreas degradadas. Desmatamento. Medicina da conservação. Parasitas.

**HEALTH AND BEHAVIOUR OF GOLDEN-HEADED LION TAMARIN
(*Leontopithecus chrysomelas*) (KUHL, 1820) IN FOREST AND AGROFLOREST
FRAGMENTS IN SOUTHERN OF BAHIA, BRAZIL**

ABSTRACT

Evaluation of golden-headed lion tamarin (*Leontopithecus chrysomelas*) health status and behavior is important for conservation of the species. Most populations live in anthropically altered environments. The animals face environmental negative effects such as less food availability, climate change and increased contact with pathogens. Our aim was to evaluate health status and behavior of individuals from free-living groups of *L. chrysomelas* monitored in a forest mosaic interspersed in agricultural matrix (DFAM) - (Una-BA) - and in an agroforestry system of cocoa (cabruca) - Ilhéus-BA. Four groups (two in each studied area) were monitored approximately 22 hours per month during one-year period for behavioral data and biological material (faeces) collection. Every six months groups were captured for individual identification, transmitter radios exchange, clinical evaluation and blood collection. We assessed individual differences in a specific context (responding to a novel object - white flag with black dots). Finally, we evaluated monthly the variation of mature fruits availability by linear transection method. Results revealed that there were behavioral differences between individuals in the way they reacted to a test situation in front of a new object, being classified as 'High confident' and 'Low confident'. 'High-confident' individuals living in DFAM spent less time foraging for animal prey than 'High confident' who lived in cabruca. Only individuals living in DFAM presented endoparasites and parasite load was related to number of grooming partners, suggesting an association between sociality and infections' transfer among lion tamarins. There was no difference on glucocorticoid levels among tamarins living in DFAM and cabruca, although DFAM presented more challenges. There was variation in mature fruits availability throughout the year in DFAM, suggesting that animals may have nutritional concerns during scarcity periods and increase the search for

other sources of food, such as insects. This behavior may increase tamarins' contact with endoparasites, hosted by insects. A negative correlation was found between the parasite load and temperature. In warmer months there were fewer endoparasites. Finally, hemoparasites were found in both DFAM and cabruca animals. Thirty-eight percent of the 21 animals evaluated were positive for *Mycoplasma* sp. in PCR assays and 65% were positive for microfilariae during blood smear evaluation. From the positive animals for *Mycoplasma* sp., 75% presented microfilariae. There was no difference between positive and negative animals for *Mycoplasma* sp. in relation to hematological parameters evaluated. On the other hand, positive and negative microfilaria animals differed in relation to hemoglobin, which was higher in positive individuals. Our data showed that golden-headed lion tamarins living in anthropic altered environments in Southern Bahia face environmental challenges both due to reduction of food availability throughout the year, as well as to endoparasites and hemoparasites presence, that may compromise their health condition and welfare.

Keywords: Climate change. Conservation medicine. Deforestation. Degraded areas. Parasites.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. OBJETIVOS	20
2.1. OBJETIVO GERAL	20
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
3. REVISÃO DE LITERATURA	21
3.1. Saúde parasitária de animais silvestres em ambientes antropicamente alterados	21
3.2. Histórico e ameaças da Mata Atlântica	25
3.3. O gênero <i>Leontopithecus</i>	27
3.3.1. Comportamento social e formação de grupos	28
3.3.2. Dieta e comportamento alimentar	31
3.3.3. Estado de conservação e áreas de proteção para o gênero <i>Leontopithecus</i>	31
3.3.4. Mico-leão-da-cara-dourada (<i>Leontopithecus chrysomelas</i>)	32
3.3.4.1. Avaliação do estado de saúde do mico-leão-da-cara-dourada	37
3.4. Temperamento	41
3.4.1. Temperamento e <i>fitness</i>	43
3.4.2. Importância da avaliação do temperamento <i>in situ</i>	45
3.4.3. Respostas individuais ao estresse	46
3.4.4. Temperamento e parasitismo	49
3.4.5. Avaliação do temperamento	52
3.4.6. Temperamento em primatas não humanos	55

4. ARTIGO CIENTÍFICO I.....	58
Individual behavioural differences and health of golden-headed lion tamarins (<i>Leontopithecus chrysomelas</i>).....	59
ABSTRACT.....	59
INTRODUCTION.....	61
METHODS.....	64
RESULTS.....	78
DISCUSSION.....	90
5. ARTIGO CIENTÍFICO II.....	112
Influência de fatores ambientais e disponibilidade de frutos sobre a carga de endoparasitas do mico-leão-da-cara-dourada (<i>Leontopithecus chrysomelas</i>) em fragmento de Mata Atlântica no Sul da Bahia, Brasil.....	113
INTRODUÇÃO.....	116
MÉTODOS.....	119
RESULTADOS.....	126
DISCUSSÃO.....	132
6. ARTIGO CIENTÍFICO III.....	146
Ocorrência dos hemoparasitas <i>Mycoplasma</i> sp. e microfilárias no mico-leão-da-cara-dourada (<i>Leontopithecus chrysomelas</i>) no Sul da Bahia, Brasil.....	147
INTRODUÇÃO.....	148
MÉTODOS.....	150
RESULTADOS.....	155
DISCUSSÃO.....	160
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	176
REFERÊNCIAS.....	178

ANEXO 1.....	195
ANEXO 2.....	206
ANEXO 3.....	212

1. INTRODUÇÃO

A saúde e o bem-estar dos animais silvestres são afetados negativamente por uma diversidade de estressores ambientais (AMATO et al., 2013; FINN; STEPHENS, 2017; POLLEY; THOMPSON, 2015). A rápida mudança ambiental provocada pelo homem (SIH, 2013) tem prejudicado muitas espécies silvestres devido à perda e fragmentação dos habitats, mudanças macro e micro-climáticas e contaminação ambiental (DEEM et al., 2001). Tais mudanças podem reduzir a disponibilidade de alimentos e impactar negativamente o estado nutricional (AMATO et al., 2013), além de limitar a migração dos indivíduos devido à falta de cobertura vegetal. A migração dos animais é importante para a troca genética e persistência das populações em longo prazo (TABARELLI et al., 2005).

Além disso, a fragmentação pode proporcionar uma maior densidade de animais silvestres em uma menor área, além do maior contato com humanos e animais domésticos, tornando os indivíduos mais susceptíveis de entrar em contato com patógenos (GILLESPIE; CHAPMAN, 2008; THOMPSON, 2013). Portanto, animais que vivem em ambientes perturbados podem apresentar maior carga e diversidade parasitária, quando comparado àqueles que vivem em ambientes relativamente não perturbados (GILLESPIE et al., 2005; TREJO-MACIAS; ESTRADA, 2012; SANTICCHIA et al., 2015). Além disso, ambientes muito alterados podem acarretar uma elevação dos níveis de glicocorticoides dos animais (BALESTRI et al., 2014; MARTINEZ-MOTA et al., 2007). A secreção de níveis elevados destes hormônios, por longo período de tempo, pode comprometer a saúde dos indivíduos, afetando a função imunológica e aumentando o risco de adquirir doenças (ACEVEDO-WHITEHOUSE; DUFFUS, 2009; KUMARESAN et al., 2017) e pode ser considerada como uma potencial causa de mortalidade dos indivíduos (PRIDE, 2005).

Cada animal pode diferir em relação a sua capacidade de enfrentar estímulos aversivos ou estressores ambientais (KOOLHAAS et al., 1999). Diferenças comportamentais individuais que são consistentes ao longo do tempo e/ou em diferentes contextos são chamadas de temperamento ou personalidade (DALL et al.,

2004; SIH et al., 2004). O temperamento pode influenciar a forma como os animais lidam com os desafios ambientais, o que pode influenciar o *fitness* e a sobrevivência desses indivíduos (SIH et al. 2004). Além disso, traços individuais de temperamento podem influenciar aspectos relacionados à saúde tais como exposição e infecção parasitárias (BARBER et al., 2017). Animais mais exploradores, que enfrentam mais riscos ou que são mais ousados, por exemplo, podem ter mais parasitas que os menos exploradores, menos ousados ou que enfrentam menos riscos (BOHN et al., 2017; GARCIA-LONGORIA et al., 2014; HORVÁRTH et al., 2016; PATTERSON; SCHULTE-HOSTEDDE, 2011). Da mesma forma, o nível de socialidade de um indivíduo pode também influenciar a exposição a parasitas, com indivíduos mais sociáveis adquirindo e transmitindo mais parasitas na população (BARBER; DINGEMANSE, 2010). Desta forma, a avaliação do temperamento ou personalidade pode contribuir para o melhor entendimento dos agentes (indivíduos) que correm maior risco em contrair parasitas, auxiliando na avaliação da saúde, bem-estar e conservação de espécies ameaçadas como o mico-leão-da-cara-dourada.

O mico-leão-da-cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*) é um primata endêmico da Mata Atlântica no Sul da Bahia, que se encontra ameaçado de extinção (KIERULFF et al., 2008). Avaliar o estado de saúde desses animais em áreas antropicamente alteradas pode auxiliar na formulação de estratégias para a conservação desta espécie, como por exemplo, a identificação de áreas que são prioritárias para a implantação de reflorestamento no intuito de aumentar a conectividade entre os habitats e diminuir o efeito de borda.

Essa tese, que está dividida em três capítulos na forma de artigos científicos, foi desenvolvida em dois ambientes onde vive o *L. chrysomelas* e que apresentam diferentes níveis de impacto antrópico: (1) florestas degradadas entremeadas em matriz agrícola ('degraded forest patches in agricultural matrix' - DFAM), em Colônia de Una-BA e (2) sistemas agroflorestais de plantação de cacau (*cabruca*), em Ilhéus-BA. Acreditamos que os micos que vivem na área de DFAM apresentarão piores indicadores de bem-estar (saúde e comportamentais) quando comparado aos micos que vivem na cabruca. O ambiente DFAM é supostamente mais desafiador para os animais devido à intensa atividade humana neste local, além da grande quantidade de estradas e à falta de conectividade entre fragmentos florestais. O

ambiente cabruca estudado, por sua vez, é considerado menos desafiador à sobrevivência dos micos devido à presença de frutos durante o ano inteiro, principalmente jaca (*Artocarpus heterophyllus*). Além disso, foi relatado que os micos neste ambiente possuem maior sucesso reprodutivo e foram maiores e mais pesados que em outros tipos de vegetação (OLIVEIRA et al., 2011). Uma distância de aproximadamente 107 km separa as duas áreas e não há conexão entre as populações de micos estudadas nestes dois locais.

O primeiro capítulo avalia as diferenças comportamentais individuais em *L. chrysomelas* e a relação destas características com a saúde parasitária de indivíduos que vivem em áreas de DFAM e cabruca. Já o segundo capítulo analisa a relação entre os fatores abióticos (pluviosidade e temperatura), disponibilidade de frutos, carga de endoparasitas e o comportamento de micos-leões-da-cara-dourada que vivem na DFAM. O terceiro capítulo, por sua vez, avalia os hemoparasitas *Mycoplasma* sp. e microfilárias em *L. chrysomelas* pertencentes a cinco grupos que vivem em ambientes antropicamente alterados (DFAM e cabruca).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar o estado de saúde de indivíduos da espécie *Leontopithecus chrysomelas* pertencentes a grupos de vida livre monitorados em fragmentos florestais entremeados em matriz agrícola (DFAM) - Colônia de Una (Una-BA) - e em agroflorestas de cacau (cabruca) - Ilhéus-BA.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Analisar a relação entre diferenças comportamentais individuais com a sanidade, estresse e socialidade dos indivíduos da espécie *Leontopithecus chrysomelas* pertencentes a grupos de vida livre monitorados em Colônia de Una (Una-BA) e em sistemas de *cabruca* (Ilhéus-BA);
- b) Analisar a relação entre os fatores abióticos (pluviosidade e temperatura), disponibilidade de frutos, carga de endoparasitas e os comportamentos de micoss-leões-da-cara-dourada vivendo em áreas de DFAM;
- c) Investigar a presença de *Mycoplasma* sp., por métodos moleculares, e de microfilárias, em esfregaços sanguíneos, no *L. chrysomelas* que vive em ambientes antropicamente alterados, além de avaliar o impacto destas infecções na saúde destes animais.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Saúde parasitária de animais silvestres em ambientes antropicamente alterados

Segundo Stephen (2014), a saúde dos animais silvestres depende da capacidade dos indivíduos lidarem com uma série de mudanças biológicas, sociais e ambientais que interagem entre si. Um ambiente saudável, por sua vez, é aquele que é capaz de manter as diversas interações entre os componentes do sistema (estrutura) e a sua atividade (função) ao longo do tempo, mesmo com a presença de estressores externos (CONSTANZA; MAGEAU, 1999). Mudanças no uso da terra tais como desmatamento, construção de rodovias, expansão de atividades agrícolas e de ambientes urbanos são estressores ambientais que têm ocasionado processos ecológicos tais como degradação e fragmentação dos habitats (PATZ et al., 2004; POLLEY; THOMPSON, 2015).

Segundo Haila (2002), a fragmentação florestal induzida por atividade antrópica pode ser considerada como uma forma de degradação do habitat. A fragmentação de habitats consiste em um processo no qual uma grande extensão de habitat é transformada em pequenas manchas florestais, isoladas umas das outras por uma matriz de habitats que difere do habitat original (WILCOVE et al., 1986). Este processo resulta em mudanças na configuração do habitat no que diz respeito às manchas florestais tais como: aumento do número de manchas florestais, diminuição do tamanho e aumento do isolamento florestal (FAHRIG, 2003).

Mudanças causadas na configuração do habitat original podem ter efeitos diretos sobre a biodiversidade tais como diminuição da riqueza, distribuição e abundância de espécies, além da diminuição da diversidade genética, como também efeitos indiretos tais como diminuição da taxa de crescimento populacional, desaparecimento de espécies que ocupam o topo da cadeia alimentar, diminuição do sucesso reprodutivo e diminuição do sucesso de forrageamento (FAHRIG, 2003). Além disso, os processos de degradação e fragmentação florestal podem acarretar

na emergência de doenças e a transmissão de infecções endêmicas entre as espécies (CLEAVELAND et al., 2001; DASZARK et al., 2000), alteração da dinâmica das relações entre parasitas e hospedeiros (GILLESPIE et al., 2005; GILLESPIE; CHAPMAN, 2008), além da exposição a novos agentes infecciosos (THOMPSON, 2013).

Animais de vida livre são naturalmente expostos a uma variedade de parasitas, tanto macroparasitas, tais como helmintos e artrópodes, como microparasitas tais como vírus e bactérias (NUNN et al., 2003; STEPHEN, 2014). No entanto, mudanças ecológicas induzidas por ações antrópicas podem aumentar a população de parasitas e impactar a saúde dos animais (DASZAK et al., 2000). Esse aumento na população de parasitas nos animais que vivem em ambientes degradados e fragmentados pode ocorrer devido ao aumento da densidade de indivíduos em um menor espaço (animais silvestres, domésticos e o homem compartilhando o mesmo habitat) (GILLESPIE et al. 2005; GILLESPIE; CHAPMAN, 2008).

A maior parte dos patógenos existentes acomete mais de um grupo de hospedeiros, incluindo os humanos (DASZAK et al., 2000). Dessa forma, a saúde dos animais silvestres, domésticos e do homem, além da saúde ambiental, devem ser estudadas de forma integrada e consideradas como um único processo, já que se encontram diretamente interligadas, segundo a perspectiva da medicina da conservação (POLLEY; THOMPSON, 2015).

Dentre os agentes infecciosos e doenças que são decorrentes ou amplificados pelas mudanças da paisagem destacam-se aqueles transmitidos por vetores, pela água e solo contaminados, e aqueles de caráter zoonótico (PATZ et al., 2004). Portanto, os parasitas podem ser usados como indicadores da qualidade ambiental, visto que ambientes antropicamente modificados podem ter a abundância e composição de espécies de parasitas alteradas, influenciando a saúde das espécies que neles vivem (LAFFERTY, 1997; MARCOGLIESE, 2005).

Algumas características do hospedeiro podem afetar a diversidade, a carga parasitária e os padrões de parasitismo (VITONE et al., 2004). Nos primatas, por exemplo, destacam-se características tais como o tamanho corporal, área de vida, socialidade e dieta consumida (VITONE et al., 2004). Em relação à massa corporal,

é esperado que indivíduos maiores possuam mais parasitas porque esses consomem mais alimentos, aumentando assim as chances de ingestão de estágios infectantes de endoparasitas. Por sua vez, animais que possuem uma maior área de vida e que ocupam habitats mais diversos estão mais propensos a ter uma maior diversidade e quantidade de parasitas devido ao maior contato com o ambiente e com outros indivíduos durante a sua locomoção pela floresta (VITONE et al., 2004). Animais muito sociáveis são particularmente susceptíveis à infecção e transmissão parasitária devido às relações mais estreitas entre os indivíduos do grupo e ao comportamento de catação para remoção de ectoparasitas e manutenção das relações sociais (STONER, 1996). Em relação à dieta, primatas que consomem mais folhas podem ser mais propensos à infecção parasitária porque eles tendem a ser maiores em tamanho corporal e, conseqüentemente, necessitam de um maior consumo de biomassa total, o que pode aumentar as chances de ingestão de material fecal contaminado com parasitas (VITONE et al., 2004). Além disso, muitas espécies de primatas consomem invertebrados como fonte de proteína, que podem servir como hospedeiros intermediários para muitas espécies de parasitas, principalmente trematódeos, cestódeos e acantocéfalos (NUNN et al., 2003; VITONE et al., 2004). Hospedeiros intermediários podem ser mais comuns em ambientes que possuem algum grau de distúrbio humano, ou podem existir mais hospedeiros intermediários infectados nestes locais (GILLESPIE et al., 2005). Portanto, os primatas podem ter mais chances de se infectarem por meio do consumo de invertebrados nestes locais que sofreram alterações antrópicas, quando comparado a ambientes mais preservados (GILLESPIE et al., 2005).

Animais que vivem em ambientes com diferentes níveis de perturbações antrópicas podem variar em relação a sua carga parasitária. Estudos têm apontado que primatas que vivem em ambientes fragmentados ou que passaram por um processo de desmatamento possuem mais parasitas do que aqueles que vivem em ambientes mais preservados (*Cercopithecus ascanius*: GILLESPIE et al., 2005; *Procolobus rufomitratu*s: GILLESPIE; CHAPMAN, 2008; *Alouatta palliata*: STONNER, 1996; *Alouatta palliata mexicana* e *Alouatta pigra*: TREJO-MACIAS; ESTRADA, 2012). Além disso, existe uma maior densidade de estágios infectantes de parasitas na vegetação de áreas degradadas e fragmentadas, o que resulta em

um maior risco de infecção para os primatas que vivem nestes locais. A maior probabilidade de infecção em ambientes alterados pode ser explicada devido a maior sobreposição de áreas de vida de diferentes grupos e devido a menor disponibilidade de árvores frutíferas nestes ambientes, forçando os animais a percorrerem constantemente as mesmas rotas na floresta (GILLESPIE et al., 2005; GILLESPIE; CHAPMAN, 2008).

A ação humana tem provocado uma série de alterações nos fatores abióticos tais como precipitação, temperatura e radiação solar, que podem influenciar tanto na disponibilidade de frutos de uma determinada região (BORCHET, 1998; MENDOZA et al., 2017), como também nas taxas de infecções por parasitas (GILLESPIE et al., 2010; KRIEF et al., 2005; McLENNAN et al., 2017).

As respostas às mudanças climáticas são complexas e podem variar de acordo com as espécies de árvores avaliadas (CHAPMAN et al., 2005). Na região neotropical, por exemplo, muitas plantas concentram o florescimento e a frutificação durante o início da estação chuvosa (VAN SCHAICK et al., 1993; MENDOZA et al., 2017), no entanto, devido às mudanças nos regimes das chuvas que vem ocorrendo nos últimos anos, este padrão de frutificação pode ser alterado. Com relação às parasitoses, a alteração dos fatores abióticos pode provocar mudanças no ciclo de vida dos parasitas, na dieta do hospedeiro ou no uso do habitat durante os períodos de abundância ou escassez de recursos em ambientes impactados (HUFFMAN et al., 1997; MASI et al., 2012). O maior volume de chuvas e temperaturas mais baixas, por exemplo, foram associadas a maior frequência de infecção por *Oesophagostomun* sp. em chimpanzés (*Pan troglodytes schweinfertii*) em Uganda (McLENNAN et al., 2017). Além disso, ambientes úmidos fornecem melhores condições para o desenvolvimento larval quando comparado a ambientes mais secos (STONNER, 1996).

A redução da disponibilidade de alimentos tem efeito negativo no estado nutricional dos animais, podendo provocar uma queda do sistema imunológico, o que influenciará na sua capacidade de responder às infecções parasitárias, com consequente aumento da carga parasitária dos indivíduos afetados (CHAPMAN et al., 2006). A ocorrência e a intensidade de infecção por parasitas são mais prováveis em hospedeiros com piores condições corporais. Estas infecções, por sua vez,

reduzem a condição corporal do hospedeiro, tornando-se um ciclo vicioso (BELDOMENICO; BEGON, 2010). Além de haver um prejuízo na condição corporal e aptidão a nível individual, estes prejuízos podem se estender ao nível populacional, visto que indivíduos infectados podem ser importantes fontes de infecção para outros indivíduos (BELDOMENICO; BEGON, 2010).

Apesar de os parasitas poderem afetar significativamente a aptidão dos indivíduos, a sua presença não significa necessariamente que os hospedeiros estão doentes (HUDSON et al., 2006). Os parasitas são componentes do ecossistema e desempenham um importante papel na dinâmica populacional (MARCOGLIESE, 2005). Ao longo do processo evolutivo, a maioria dos parasitas tem desenvolvido estratégias que causam pouco prejuízo à sobrevivência do hospedeiro (NUNN et al., 2003). No entanto, alguns parasitas são altamente patogênicos, podendo inclusive levar o hospedeiro a morte, dependendo do seu estado imunológico (PISSINATI et al., 2007).

A saúde dos animais, assim como dos humanos, vai muito além da ausência de doença física (STEPHEN, 2014). Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a saúde é um estado de completo bem-estar físico, social e mental (DEEM et al., 2001). Com os avanços das pesquisas acerca da complexidade emocional e cognitiva dos animais nos últimos anos, a avaliação da saúde psicológica está cada vez mais sendo usada para acessar o bem-estar animal (NICKS; VANDENHEEDE, 2014). Devido à severidade com que os estressores ambientais podem impactar o bem-estar (físico e psicológico) dos animais silvestres, estudos sobre parasitas que podem comprometer a saúde desses animais em ambientes antropicamente alterados são importantes, tanto para o indivíduo, como também para a população. Esta questão é relevante, principalmente, quando se trata de espécies ameaçadas de extinção (POLLEY; THOMPSON, 2015).

3.2. Histórico e ameaças da Mata Atlântica

A Mata Atlântica está presente em três países: Brasil, Argentina e Paraguai, sendo que o Brasil possui a maior extensão desta floresta, que se estende do Rio Grande do Sul ao Piauí (LAGOS; MULLER, 2007). Esse bioma é o mais rico em biodiversidade do planeta, entretanto, restam apenas 11,7% da sua formação original, sendo a ação humana a principal ameaça ao equilíbrio dessa região (RIBEIRO et al., 2009). Ao longo de mais de 500 anos, a Mata Atlântica vem sendo degradada, passando por sucessivos ciclos econômicos e pelo grande crescimento populacional humano (LAGOS; MULLER, 2007). Quase metade dos remanescentes florestais está localizado a menos de 100 m de áreas abertas e são, dessa forma, sujeitos ao efeito de borda (RIBEIRO et al., 2009). Além disso, 83% dos fragmentos florestais são menores que 50 ha e somente 1% da floresta original é protegida por reservas naturais e, dessa forma, insuficientes para garantir a sobrevivência das espécies em longo prazo (RIBEIRO et al., 2009).

O alto grau de endemismo da região, a devastação e a fragmentação florestal, associados à caça e ao tráfico de animais silvestres fazem com que a Mata Atlântica seja um dos biomas mais ameaçados do mundo e um importante *hotspot* de biodiversidade (BRASIL, 2008). O Sul da Bahia é considerado um importante *hotpoint* dentro do *hotspot* da Mata Atlântica devido a sua elevada importância biológica por abrigar uma elevada riqueza de espécies, associado ao seu alto grau de endemismo (CHOMITZ et al., 2005; MARTINI et al., 2007). Nessa região, o sistema agroflorestal denominado *cabruca*, no qual o cacau (*Theobroma cacao*) é plantado à sombra de árvores da mata nativa, tem sido importante para a manutenção da biodiversidade, fornecendo uma conectividade entre os habitats (CASSANO et al., 2009). Entretanto, a partir do final da década de 80, com a queda do preço do cacau e a proliferação do fungo vassoura de bruxa (*Crinipellis pernicioso*), houve uma mudança da paisagem agrícola, dando lugar a grandes extensões de pasto (CHOMITZ et al., 2005; SAATCHI et al., 2001), além do desmatamento para a venda da madeira (ALGER; CALDAS, 1994). Esta modificação da paisagem comprometeu a sobrevivência de várias espécies, inclusive do mico-leão-da-cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*), espécie endêmica da Mata Atlântica do Sul da Bahia (MALLINSON, 2001), a qual é foco deste estudo.

3.3. O gênero *Leontopithecus*

Os micos-leões (*Leontopithecus* spp.) são os maiores primatas da família dos calitriquídeos (KLEIMAN et al., 1988), que inclui sete gêneros: *Cebuella*, *Callithrix*, *Mico*, *Saguinus*, *Callimico*, *Callibella* e *Leontopithecus* (RYLANDS et al., 2012) e estão entre os primatas mais ameaçados do Novo Mundo (RYLANDS et al., 2008).

No gênero *Leontopithecus* são reconhecidas quatro espécies e acredita-se que elas derivaram de um mesmo ancestral (SEUÁNEZ et al., 2008). Todas as espécies são endêmicas de diferentes regiões da Mata Atlântica: o mico-leão-da-cara-dourada (*L. chrysomelas*), encontrado no Sul da Bahia; o mico-leão-dourado (*L. rosalia*), encontrado na região costeira do Rio de Janeiro; o mico-leão-preto (*L. chrysopygus*), encontrado no oeste de São Paulo; e o mico-leão-da-cara-preta (*L. caissara*), encontrado no litoral norte do Paraná e litoral sul de São Paulo (RYLANDS et al., 2008) (Figura 1).

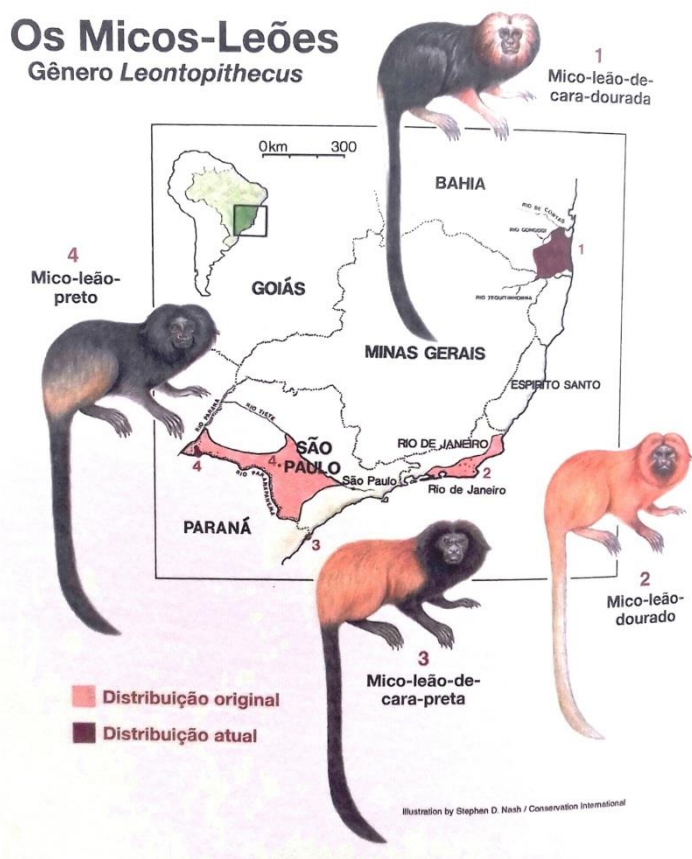


Figura 1. Distribuição geográfica do gênero *Leontopithecus*. Fonte: KLEIMAN; RYLANDS, 2008.

3.3.1. Comportamento social e formação de grupos

Os micos-leões são caracterizados por uma estrutura social mantida com baixos níveis de agressividade e elevado suporte social entre os indivíduos do grupo (BALES et al., 2006). Esses animais vivem em grupos de cinco a seis indivíduos, geralmente constituídos pelo casal reprodutor e seus descendentes- sub-adultos, juvenis e infantes (RYLANDS, 1993). Os indivíduos adultos possuem idade superior a 18 meses, pesam acima de 550g, além de possuírem os dentes caninos e incisivos desgastados (DIETZ; BARKER, 1993). Os sub-adultos possuem entre 12 e

18 meses, os juvenis de 3 a 12 meses e os infantes possuem até 3 meses de idade (MILLER et al., 2003).

Em calitriquídeos, a atividade reprodutiva geralmente está relacionada com o *status* de dominância (HEISTERMANN et al., 1989). As fêmeas não reprodutoras geralmente dispersam para outros grupos, enquanto que os machos não-reprodutores tendem a permanecer no grupo natal, onde podem herdar a posição reprodutiva (YAMAMOTO et al., 2014).

As fêmeas reprodutoras podem ser identificadas por meio da gestação e lactação e, geralmente, somente elas carregam os filhotes durante a primeira semana após o nascimento (DIETZ; BARKER, 1993). Tem sido sugerido que a inibição da função ovariana das fêmeas subordinadas pelas fêmeas dominantes pode ocorrer por meio de sinais químicos (feromônios) emitidos por meio da marcação com glândulas de cheiro (HEISTERMANN et al., 1989). Além disso, a inibição da reprodução de fêmeas submissas pode ser feita por meio de comportamentos agressivos e, quando estes mecanismos falham, medidas mais extremas podem ser tomadas tais como expulsão do grupo ou infanticídio dos filhotes das fêmeas submissas (YAMAMOTO et al., 2014).

Apesar do sistema de acasalamento nos micos-leões ser caracterizado como monogâmico, aproximadamente 10% dos grupos de *L. rosalia* estudados na Reserva Biológica de Poço das Antas apresentaram mais de uma fêmea reprodutora (DIETZ; BARKER, 1993). Geralmente estas fêmeas eram mãe e filha e havia dominância de uma fêmea sobre a outra, apesar de ambas reproduzirem (DIETZ; BARKER, 1993).

Em grupos que possuem apenas um macho adulto, assume-se que este seja o macho reprodutor (DIETZ; BARKER, 1993). Em grupos que possuem mais de um macho adulto, por sua vez, mais de um macho pode copular com a fêmea reprodutora (BAKER et al., 1993). Aproximadamente 40% dos grupos de *Leontopithecus rosalia* estudados na Reserva Biológica de Poço das Antas possuíam dois machos adultos, que não nasceram no grupo, e tinham interações sexuais com a fêmea reprodutora (BAKER et al., 1993). Apesar disso, foram registradas evidências de uma relação de dominância/subordinação entre eles e,

durante o período fértil da fêmea reprodutora, somente o macho dominante monopolizava as interações sexuais (BAKER et al., 1993).

Os micos-leões estão organizados em um sistema de cuidado cooperativo de filhotes, no qual os indivíduos não-reprodutores (ajudantes), junto com os pais, carregam os filhotes e os alimentam (TARDIF et al., 2008). Existem, inclusive, evidências que os adultos ensinam os filhotes a procurar presas (RAPAPORT; RUIZ-MIRANDA, 2002). Presas e frutas que necessitam de habilidade para processar antes do consumo compõem a maior parte dos itens alimentares transferidos dos adultos para os infantes (RUIZ-MIRANDA et al., 1999). Moura et al. (2010) estudando o compartilhamento de alimento entre pais e filhotes e entre ajudantes e filhotes de mico-leão-da-cara-dourada, observaram que os filhotes são altamente dependentes dos adultos para a obtenção do alimento. Neste estudo, os pesquisadores introduziram uma dificuldade aos filhotes na aquisição do recurso alimentar, forçando o compartilhamento de alimentos pelos adultos, e observaram que não há diferença entre os pais e ajudantes em relação ao compartilhamento de alimento com os filhotes (TARDIF et al., 2008). Pais e ajudantes atuam também na vigilância dos jovens no caso de uma ameaça ao grupo, realizam catação, são vigilantes durante as sessões de brincadeira e podem, inclusive, participar das brincadeiras com os jovens (TARDIF et al., 2008).

Embora os micos-leões sejam caracterizados pela baixa agressão entre os animais do mesmo grupo, são extremamente territorialistas com micos de outros grupos (PERES, 1989). Durante os encontros com outros grupos, utilizam vocalizações agressivas tais como '*long-calls*' e '*chatter*', podendo desencadear interações e posturas agonísticas tais como perseguições, mordidas e andar-arqueado (*arch-walk*) (PERES, 1989). Durante estes momentos de encontro, os animais correm o risco de se machucarem ou de serem expulsos de seus grupos (COELHO et al., 2008). Por outro lado, durante os encontros, os animais podem ganhar espaço territorial para o grupo, encontrar possíveis parceiros sexuais em outros grupos e também podem dispersar do seu grupo natal, o que é importante para aumentar o fluxo gênico da espécie (BAKER et al., 2008; COELHO et al., 2008).

3.3.2. Dieta e comportamento alimentar

A dieta dos micos-leões consiste principalmente de frutas maduras (KIERULFF et al., 2008), tendo preferência pelas macias, doces e carnudas (KLEIMAN et al., 1988). Além desses itens, os micos-leões podem consumir insetos, néctar, flores, exsudatos e pequenos vertebrados (KIERULFF et al., 2008; KLEIMAN et al., 1988). Os micos-leões possuem as mãos e os dedos longos, o que contribui para o sucesso de forrageamento em locais de difícil acesso tais como bromélias e pequenos orifícios em árvores (KLEIMAN et al., 1988), na busca principalmente por pequenos animais.

A diferença no tipo de dieta observada entre as quatro espécies de micos-leões está relacionada, principalmente, à disponibilidade de recursos nas diferentes áreas de abrangência das espécies do que as características morfológicas e nutricionais dos alimentos (CATENACCI, 2008; KIERULFF et al., 2008). Guidorizzi (2008), por exemplo, observou que o consumo de exsudatos (substâncias liberadas por plantas, como gomas e resinas) pelo mico-leão-da-cara-dourada somente aconteceu durante a estação seca devido à escassez de frutas, quando também houve um aumento do tempo de forrageio e consumo de pequenos animais.

3.3.3. Estado de conservação e áreas de proteção para o gênero *Leontopithecus*.

Atualmente, todas as espécies de micos-leões encontram-se ameaçadas de extinção (IUCN, 2008; ICMBio, 2018). *L. rosalia*, *L. chrysomelas* e *L. chrysopygus* estão classificados como 'em perigo'. *L. caissara*, por sua vez, está classificado como 'criticamente ameaçado' na lista vermelha das espécies ameaçadas da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN, 2008), enquanto que no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção está classificado como 'em perigo' (ICMBio, 2018). Acredita-se que a perda de habitat devido à destruição da Mata Atlântica seja o principal fator que contribui para o desaparecimento dessas espécies (RYLANDS et al., 2008).

Rylands et al. (2008) relataram a existência de várias Reservas e Parques para proteção dos micos-leões. Em 1974 foi criada a Reserva Biológica de Poço das Antas, no Rio de Janeiro, especificamente para proteger o mico-leão-dourado. Já o mico-leão-preto vive somente no Parque Estadual do Morro do Diabo e na Estação Ecológica Estadual de Caetetus. Portanto, a sobrevivência destes animais depende inteiramente da proteção efetiva destas áreas. O mico-leão-da-cara-preta, por sua vez, possui um terço da sua área de ocorrência no Parque Nacional do Superagui e no Parque Estadual Jacupiranga e o restante da área de ocorrência está dentro de duas Áreas de Proteção Ambiental (APAs).

Em 1980, na Bahia, foi criada a Reserva Biológica de Una para proteger o mico-leão-da-cara-dourada (RYLANDS et al., 2008). A Reserva Biológica de Una possui 18.500 ha e tem uma população estimada de 400 a 450 indivíduos desta espécie (KIERULFF et al., 2008). Esta Reserva é a única área de distribuição do mico-leão-da-cara-dourada que é protegida, mas acredita-se que seja muito pequena para a manutenção de uma população viável em longo prazo (PINTO; RYLANDS,1997).

3.3.4. Mico-leão-da-cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*)

O mico-leão-da-cara-dourada (Figura 2) encontra-se em perigo de extinção (categoria EN) (ICMBio, 2018; IUCN, 2008). Segundo a classificação da IUCN (2008), ao nível global, encontra-se no critério A2c. De acordo com este critério, é estimada uma redução maior que 50% da população nas últimas três gerações devido, principalmente, a elevadas taxas de desmatamento (IUCN, 2008). Além disso, segundo este critério, as causas para o declínio populacional ainda não cessaram ou não podem ser revertidas e as populações remanescentes encontram-se em ambientes severamente fragmentados (IUCN, 2008). Segundo o Livro Vermelho da Fauna Brasileira ameaçada de extinção, a espécie encontra-se no critério C2a(i). Segundo este critério, o número de indivíduos maduros é inferior a

2500 e existe um declínio populacional continuado, com um número de indivíduos maduros inferior a 250 em cada subpopulação (ICMBio, 2018).



Figura 2. Exemplos de mico-leão-da-cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*) consumindo jaca (*Artocarpus heterophyllus*). Fonte: Arquivo pessoal

A área de ocorrência original de *L. chrysomelas* era de cerca de 19.000 km² (RYLANDS et al., 2008), estendendo-se do rio de Contas ao rio Jequitinhonha, no Sul da Bahia, e ocupava uma pequena área no norte de Minas Gerais. Atualmente, a espécie encontra-se somente no Sul da Bahia. O limite oeste é a área correspondente à transição da Mata Atlântica com a Caatinga, associada ao aumento de altitude da região de Vitória da Conquista (PINTO; RYLANDS, 1997) (Figura 3).

Modelos matemáticos demonstraram que somente 6% dos habitats adequados para a sobrevivência dessa espécie são protegidos (GUY et al., 2016). A parte oeste da sua área de distribuição é a mais crítica, possuindo populações que vivem em fragmentos florestais extremamente pequenos e desconectados, devido, principalmente, à substituição das florestas por pastos (DE VLEESCHOUWER; RABOY, 2013). Isto implica em um elevado risco de extinção das populações

remanescentes nesta região (RABOY et al., 2010). A maior parte da população de *L. chrysomelas* vive em áreas de propriedades particulares na parte leste da sua distribuição, que é dominada por sistemas agroflorestais de cacau, associado a um mosaico de florestas maduras e secundárias, em vários estágios de degradação, entremeadas em matriz agrícola (CATENACCI et al., 2016a; DE VLEESCHOUWER; RABOY, 2013; DE VLEESCHOUWER; OLIVEIRA, 2017; RABOY et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2011) (Figura 3).

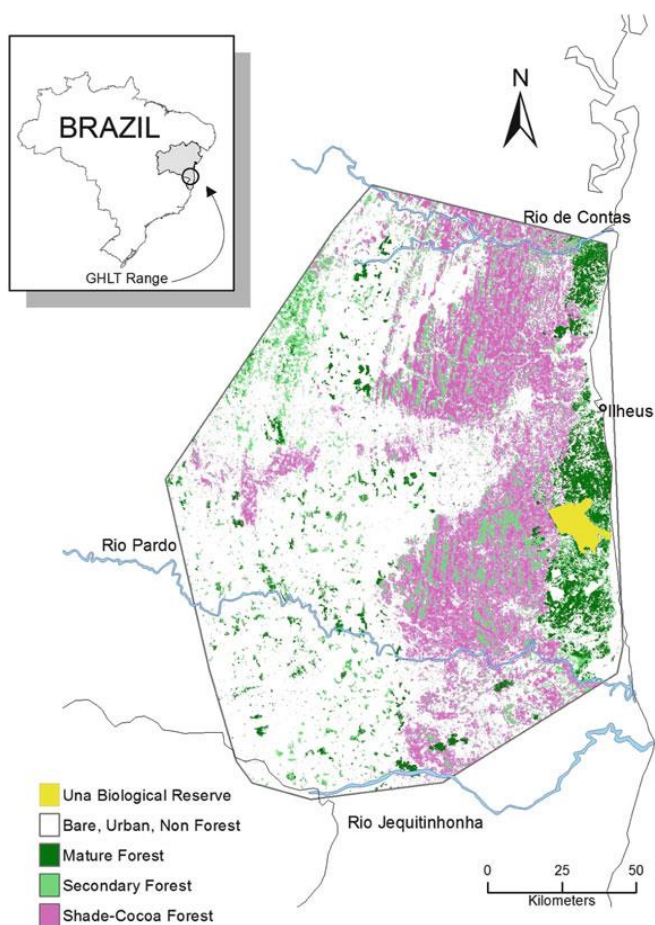


Figura 3. Mapa de distribuição do *L. chrysomelas* indicando os principais tipos de vegetação. Fonte: De Vleeschouwer; Raboy, 2003

Esta espécie possui uma área de vida de 20 a 200 ha (RABOY; DIETZ, 2004). Populações de micos-leões-da-cara-dourada que vivem em diferentes ambientes possuem variações na sua área de vida. Em floresta ombrófila densa na Reserva Biológica de Una, Raboy e Dietz (2004) verificaram uma área de vida média de 123,4 ha. Em floresta semidecidual, Guidorizzi (2008) verificou uma área de vida média de 76 ha. Em ambientes de *cabruca*, Oliveira et al. (2011) registraram uma área de vida média de 83 ha. Coutinho (2018), por sua vez, estudando três grupos de micos-leões em fragmentos de florestas secundárias em diferentes estágios de regeneração, intercalados por uma matriz agrícola, registrou a menor área de vida para a espécie, com uma média de 34,2 ha. Segundo Kierulff et al. (2008), diferenças no tamanho da área de vida podem estar relacionadas a diferenças na qualidade dos habitats e na quantidade de recursos disponíveis.

A disponibilidade de recursos nos diferentes habitats pode também influenciar o tempo alocado pelos micos nas diferentes atividades diárias (KIERULFF et al., 2008). Em floresta ombrófila, na Reserva Biológica de Una - Bahia, Raboy e Dietz (2004) observaram que as atividades realizadas estavam principalmente relacionadas à procura por alimento (forrageamento) e à procura por locais para dormir. A movimentação foi mais intensa no início e no fim do dia, o que pode estar relacionada à saída e à ida para os locais de dormida, que poderiam ser limitados nessa região, exigindo maior movimentação dos animais na floresta. Em floresta semidecidual, Guidorizzi (2008) também observou que grande parte do orçamento temporal era destinado às atividades de forrageamento e deslocamento. Já em áreas de *cabruca*, Reis (2012) observou que os micos passaram a maior parte do tempo em atividades de repouso e interação social, o que pode estar relacionado à grande oferta de frutos maduros nesse habitat.

Acreditava-se que o mico-leão-da-cara-dourada dependia de florestas maduras para a sua sobrevivência, por apresentarem maior quantidade de sítios de dormida em ocos de árvores e maior quantidade de bromélias para forrageamento de pequenos animais (RABOY et al., 2004), recursos indispensáveis para a sobrevivência desses animais. No entanto, estudos mais recentes têm mostrado que a espécie consegue sobreviver e reproduzir em áreas de floresta secundária (CATENACCI et al., 2016a) e *cabruca* (OLIVEIRA et al., 2011), o que mostra a

grande flexibilidade comportamental da espécie em se adaptar a diferentes condições ambientais.

Estudos têm mostrado que os micos conseguem sobreviver e reproduzir em áreas inteiramente de cabruca devido a presença de valiosos recursos neste ambiente tais como: plantações de banana, abundância de jaqueiras e presença de árvores nativas, que além de serem usadas no sombreamento do cacau, possuem sítios de dormida para os micos e abrigam uma grande quantidade de bromélias que são usadas como locais de forrageamento (DE ALMEIDA-ROCHA et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2011). Dessa forma, planos de manejo que visem a conservação das florestas secundárias e de áreas de cabruca, que dão acesso, ou não, às florestas maduras, são também importantes para a conservação da espécie (RABOY et al., 2004).

Outras formas de sistemas de manejo da terra, como pastos, não são usadas pelos micos e servem como barreiras para o movimento desses animais (DE VLEESCHOUWER; RABOY, 2013). Seringais e áreas agrícolas geralmente não fazem parte da área de vida de grupos de micos, mas podem funcionar como corredores naturais para facilitar a mobilidade da espécie na paisagem fragmentada (DE VLEESCHOUWER; RABOY, 2013). A sobrevivência dessa espécie, em longo prazo, pode depender da sua habilidade de usar a matriz entre os fragmentos florestais (DE VLEESCHOUWER; OLIVEIRA, 2017). De Vleeschouwer e Oliveira (2017) fizeram o primeiro registro de um grupo de mico-leão-da-cara-dourada usando uma plantação de seringueiras para diversas atividades tais como comer, locomover, dormir, além de atividades sociais, o que significa que esta plantação fazia parte da área de vida deste grupo e não era meramente um corredor entre os fragmentos. Coutinho (2018) também observou, na mesma área que o estudo anterior, o uso de seringais pelos micos para diversas atividades, principalmente para alimentação com espécies cultivadas como banana, cacau e jaca.

O mico-leão-da-cara-dourada possui um papel importante na regeneração natural de áreas degradadas da Mata Atlântica devido ao seu comportamento de dispersar sementes de frutos, por meio das fezes, nas diversas áreas que percorre ao longo do dia (CARDOSO et al., 2011; CATENACCI et al., 2009). Portanto, a conservação da Mata Atlântica permitirá a conservação do mico-leão-da-cara-

dourada, como também a conservação desta espécie auxiliará na regeneração florestal de um dos biomas mais ameaçados do mundo (CATENACCI et al., 2009).

A criação de novas Unidades de Conservação, o aumento da fiscalização contra o desmatamento e a caça ilegal, além do aumento de pesquisas relacionadas com a biologia, comportamento, ecologia, genética, saúde e reprodução são essenciais para a conservação dessa espécie (BRASIL, 2008). Desde a década de 90 alguns projetos têm sido desenvolvidos visando avaliar a ecologia, comportamento e saúde do mico-leão-da-cara-dourada (DE VLEESCHOUWER; RABOY, 2013). Dois projetos foram desenvolvidos na Reserva Biológica de Una: um em floresta contínua e o outro em floresta degradada. Outro projeto foi desenvolvido em um fragmento de floresta semidecidual (ver DE VLEESCHOUWER; RABOY, 2013). Atualmente, dois projetos estão em andamento, ambos desenvolvidos em áreas de propriedades particulares. Um deles, iniciado em 2008, é desenvolvido em área de cabruca, em Ilhéus - Projeto mico-leão-da-cara-dourada nas Cabruças (BICHO DO MATO INSTITUTO DE PESQUISA, 2018). O outro projeto, que teve início em 2002, é conduzido em áreas degradadas e heterogêneas - Projeto BioBrasil (BIOBRASIL-ZOOSCIENCE, 2018). O Projeto BioBrasil, além de desenvolver pesquisas sobre ecologia e comportamento do mico-leão-da-cara-dourada em ambientes degradados, trabalha com as comunidades locais para melhorar a conscientização ambiental e o desenvolvimento de formas sustentáveis de utilização da terra (BIOBRASIL-ZOOSCIENCE, 2018).

As estratégias de conservação da espécie devem ser voltadas, principalmente, para a proteção dos remanescentes florestais e para o estabelecimento de conectividade entre esses fragmentos (DE VLEESCHOUWER; RABOY, 2013). Além disso, a avaliação do estado de saúde do *L. chrysomelas* em diferentes ambientes na sua área de distribuição pode auxiliar na avaliação de áreas que são prioritárias para a implantação de estratégias de conservação, tais como reflorestamento para aumentar a conectividade entre os habitats e diminuir o efeito de borda (DE VLEESCHOUWER; RABOY, 2013).

3.3.4.1. Avaliação do estado de saúde do mico-leão-da-cara-dourada

Devido à sua estreita proximidade filogenética, humanos e primatas não humanos podem transmitir agentes causadores de doenças tais como bactérias, fungos e vírus por meio de mordidas, arranhões, aerossóis, materiais biológicos contaminados e vetores artrópodes (VIRGINIA DEPARTMENT OF HEALTH, 2011). Dentre as zoonoses que podem ser transmitidas entre esses mamíferos destacam-se a raiva, febre amarela, herpesvírus, hepatite A, tuberculose, além de doenças entéricas provocadas por bactérias, protozoários e helmintos (VIRGINIA DEPARTMENT OF HEALTH, 2011).

Pissinati et al. (2008) relataram patologias tanto infecciosas quanto não infecciosas, que podem acometer o gênero *Leontopithecus*, principalmente em condições *ex situ*. Dentre essas patologias, estão incluídos traumas, doenças dentárias, problemas reprodutivos, doenças congênitas, problemas de nutrição e metabólicos, doenças virais, bacterianas, micóticas e parasitárias, tumores, intoxicações e desordens em geral.

Alguns estudos já foram realizados especificamente com o mico-leão-da-cara-dourada, visando avaliar o seu estado de saúde, tanto em vida livre como também em cativeiro. Em relação às pesquisas visando o diagnóstico de protozoários em *L. chrysomelas*, Aitken et al. (2016) realizaram análise molecular para *Plasmodium* spp., protozoário causador da malária em uma população de *L. chrysomelas* que foi indevidamente introduzida no Rio de Janeiro e que passou por um período de quarentena anteriormente à sua translocação para a Bahia. Apesar do parasita causador da doença circular na região estudada, os resultados de PCR foram negativos, fornecendo uma maior segurança no processo de translocação dos micos de volta à sua área de distribuição original (AITKEN et al., 2016). Indivíduos dessa mesma população foram testados, por meio de sorologia, quanto à presença de anticorpos contra *Toxoplasma gondii*, apresentando um resultado negativo para este parasita (MOLINA et al., 2017). Já em cativeiro, micos-leões-da-cara-dourada que viviam no Zoológico de São Paulo foram diagnosticados com toxoplasmose após virem a óbito neste local (EPIPHANIO et al., 2000).

Além dos estudos relacionados ao diagnóstico de protozoários na população de *L. chrysomelas* introduzida no Rio de Janeiro, Monteiro et al. (2007a; 2010) e Kerr et al. (2016) verificaram soropositividade para *Trypanosoma cruzi*, agente

causador da doença de Chagas nos humanos, em micos de vida livre provenientes da sua área de distribuição original (Bahia).

Em relação à infecção bacteriana, foi relatado um caso de pneumonia causada pela bactéria *Klebsiella pneumoniae*, em um mico-leão-da-cara-dourada que veio a óbito durante o período de quarentena no Rio de Janeiro (BUENO et al., 2015). Esta bactéria possui potencial zoonótico e seu monitoramento em primatas não humanos é um procedimento importante para analisar sua área de ocorrência. Em relação à infecção fúngica, foi relatada a presença de *Malassezia* sp. no pavilhão auricular de 33% dos indivíduos avaliados, também pertencentes à população de *L. chrysomelas* introduzida no Rio de Janeiro (NEVES et al., 2017). Os autores sugeriram que este fungo faz parte da microbiota normal destes animais, já que todos estavam saudáveis e não apresentavam sinais de otite ou lesões cutâneas (NEVES et al., 2017).

Além de protozoários, bactérias e fungos acima descritos, uma grande diversidade de helmintos foram encontrados nas fezes de *Leontopithecus* sp. em vida livre. Monteiro et al. (2003, 2007b, 2010) relataram em *L. rosalia* e *L. chrysomelas* a presença de um Acanthocefalo: *Oncicola* sp., agora denominado *Prostenorchis* sp., e cinco nematódeos: Ancylostomatidae, Ascarididae, Oxyuridae, Trichostrongylidae e Spiruridae. O nematódeo Trichostrongylidae foi considerado o mais patogênico, seguido pelo acantocéfalo *Prostenorchis* sp. (MONTEIRO et al., 2010). Catenacci et al. (2016b) também observaram a ocorrência, durante a necropsia, de *Prostenorchis elegans* em *L. chrysomelas* que vivia na Reserva Biológica de Una. Foi observado, durante este procedimento, um grande número destes parasitas na forma adulta, associado a um elevado grau de injúrias intestinais. Catenacci et al. (*submetido*) também avaliaram parasitas intestinais em *L. chrysomelas* que viviam em diferentes ambientes no Sul da Bahia: floresta madura, mosaicos florestais e sistemas agroflorestais de cacau (cabruca). Estes autores observaram a presença de ovos dos parasitas pertencentes às famílias Acanthocephalidae, Spiruridae, Ancylostomatidae, Ascaridae e Oxiuridae, sendo que os micos que viviam em florestas maduras apresentaram uma maior prevalência de ovos, quando comparado aos micos que viviam em áreas de mosaico florestal e

cabruca. Além disso, foi encontrada uma alta prevalência de Acantocéfalos em ambientes com elevado grau de distúrbio antrópico.

Catenacci (2017) investigou a ocorrência e a prevalência de arbovírus em primatas (*Leontopithecus chrysomelas* e *Sapajus xanthosternos*) e preguiças (*Bradypus torquatus* e *Bradypus variegatus*) de vida livre, que viviam em mosaicos de fragmentos florestais com diferentes tipos de vegetação e pressão antrópica, nos municípios de Ilhéus e Una, Sul da Bahia. Os animais silvestres, apesar de não apresentarem sintomatologia clínica, evidenciaram a circulação de patógenos de caráter zoonótico. Esta autora verificou que os animais estudados estão expostos a pelo menos 13 arbovírus, com uma prevalência de 26,8%. A espécie *L. chrysomelas* apresentou uma prevalência de 25,4%, menor apenas que *B. torquatus* (41%). Houve quatro espécies de arbovírus comuns entre os animais silvestres e humanos: vírus Ilhéus (ILHV), vírus da dengue tipo 3 (DENV-3), vírus da encefalite equina do leste (EEEV) e vírus carapuru (CARV). O gênero Flavivirus foi encontrado com uma maior prevalência tanto nos animais (21,1%), como em humanos (69,8%). Com este resultado, a autora pôde concluir que existe risco de transmissão de arbovírus entre animais silvestres, vetores e humanos e que o risco de exposição pode aumentar com o desmatamento. Além disso, a presença de florestas e de primatas vivendo nestas florestas diminui o risco de infecção para as pessoas, o que pode ser explicado pelo efeito de diluição.

A comparação de amostras de micos provenientes de diferentes populações que vivem em diferentes ambientes pode fornecer uma melhor compreensão dos impactos causados pela intervenção antrópica na saúde desses animais (DE VLEESCHOUWER; RABOY, 2013). Estudos como esses revelam a importância da avaliação do estado de saúde do *L. chrysomelas* para a prevenção, controle e monitoramento de doenças que podem acometer esses animais, como também para o desenvolvimento de políticas que visem a conservação de áreas naturais e, conseqüentemente, promoção da saúde pública, visto que muitas destas enfermidades tratam-se de zoonoses (CATENACCI, 2017). O conhecimento dos patógenos que acometem os animais selvagens, domésticos e o homem tem se tornado cada vez mais importante dentro da perspectiva da medicina da conservação e mais estudos são necessários nesta área.

3.4. Temperamento

Alguns indivíduos são mais agressivos que outros (ZOHDY et al., 2017), mais sociáveis (WEINSTEIN; CAPITANIO, 2008), mais ativos (SIH et al., 2004) ou exploram mais o ambiente (DINGEMANSE et al., 2002). Estas diferenças comportamentais no modo como os indivíduos reagem aos mesmos estímulos ou desafios ambientais são denominadas personalidade (DINGEMANSE et al., 2004; GOSLING, 2001), temperamento (BOISSY, 1995; RÉALE et al., 2007), estilo de enfrentamento (KOOLHAAS et al., 1999) e síndromes comportamentais (SIH et al., 2004).

Na literatura, o termo usado para descrever as diferenças individuais dos traços comportamentais varia de acordo com a área do pesquisador (FREEMAN; GOSLING, 2001). Psicólogos humanos geralmente usam o termo 'personalidade' (GOSLING, 2001), enquanto que etólogos e ecólogos comportamentais geralmente usam os termos 'temperamento' ou 'síndromes comportamentais' (SIH et al., 2004). Já no campo da farmacologia usa-se o termo 'estilo de enfrentamento' (KOOLHAAS et al., 1999; KOOLHAAS, 2008). Segundo Gosling (2001), estas diferenças nas terminologias seriam uma tentativa dos pesquisadores evitarem quaisquer associações antropomórficas com a personalidade estudada em humanos.

Devido as diferentes terminologias encontradas na literatura para descrever a distinção dos traços comportamentais individuais, os termos personalidade, temperamento, tipos comportamentais e diferenças comportamentais individuais têm sido considerados como sinônimos na maioria dos estudos com animais (RÉALE et al., 2007). O termo 'síndromes comportamentais', por sua vez, tem sido usado para descrever diferentes traços de temperamento que são correlacionados entre si. Indivíduos que possuem elevados níveis de atividade, por exemplo, podem também ser bastante corajosos, ou o traço para 'exploração' pode estar diretamente correlacionado com a 'agressividade' (SIH et al., 2004). Já o termo 'estilo de enfrentamento' refere-se a diferenças entre os indivíduos em relação a respostas comportamentais e fisiológicas ao estresse (KOOLHAAS, 2008).

Para que haja caracterização do temperamento dos indivíduos é necessário que os traços comportamentais sejam consistentes ao longo do tempo, ou seja, um indivíduo deve apresentar respostas comportamentais similares a um determinado estímulo ao longo da sua vida (BELL et al., 2009) e essa característica deve estar presente em diferentes contextos (RÉALE et al., 2007; SIH et al., 2004). Animais com personalidade tímida, por exemplo, são consistentemente mais cautelosos e tendem a evitar riscos em diferentes contextos ao longo da sua vida, enquanto aqueles com personalidade ousada são menos cautelosos e enfrentam mais riscos (SIH et al., 2004). Como a maioria das características fenotípicas, o temperamento possui um caráter hereditário (DINGEMANSE et al., 2002) e também é a expressão da interação dos genes de um indivíduo com o ambiente no qual vive, o que inclui suas experiências de vida (WATTERS; MEEHAN, 2007).

Diferenças individuais nos comportamentos tornam-se aparentes quando os indivíduos são medidos repetidamente ao longo da sua vida. Assim, comportamentos que possuam baixa variação dentro do indivíduo, comparado com alta variação entre os indivíduos, possuem maior repetibilidade (BELL et al., 2009). Comportamentos sob limitações fisiológicas ou morfológicas são mais estáveis quando comparado com comportamentos influenciados por necessidades energéticas ou pelo ambiente (BELL et al., 2009). Além disso, quando os indivíduos são avaliados em curtos intervalos de tempo, de dias a semanas, por exemplo, apresentam uma maior repetibilidade nos comportamentos do que quando são avaliados em longos intervalos de tempo, como em anos diferentes (BELL et al., 2009). Isto ocorre porque em intervalos mais curtos de tempo provavelmente os animais estão em similares estados fisiológicos tais como fome, idade, período reprodutivo e dominância e estão expostos às mesmas condições ambientais (BELL et al., 2009).

A consistência dos comportamentos de um indivíduo ao longo do tempo e em diferentes contextos, que caracteriza o temperamento, pode sugerir uma má-adaptação devido a pouca flexibilidade comportamental existente (RÉALE et al., 2007; SIH et al., 2004). Esta consistência comportamental ocorre quando um indivíduo não expressa ampla variação fenotípica de um traço observado numa população (BERGMÜLLER, 2010). Os indivíduos podem apresentar flexibilidade

comportamental limitada provavelmente devido ao custo energético, que pode ser muito alto para alterar o comportamento de acordo com a situação ambiental (ex: muito ou pouco predador), ou porque indivíduos com elevada plasticidade comportamental podem apresentar respostas inapropriadas, devido a falta de obtenção de informações confiáveis sobre o ambiente, que está em constante mudança (BERGMÜLLER, 2010).

Por outro lado, a flexibilidade comportamental é importante para facilitar respostas apropriadas a mudanças ambientais (DINGEMANSE et al., 2010). A abordagem chamada 'norma de reação comportamental', que se refere a um conjunto de fenótipos que um dado genótipo produz em um conjunto de ambientes, explica como um indivíduo pode ser consistente em suas respostas comportamentais e ao mesmo tempo ser flexível, a depender das condições ambientais, ou seja, o temperamento e a plasticidade podem ser considerados aspectos complementares do fenótipo individual (DINGEMANSE et al., 2010). Esta abordagem refere-se a como um indivíduo comporta - se de forma geral e como seu comportamento muda ao longo de um gradiente, a depender da condição ambiental (DINGEMANSE et al., 2010). Um indivíduo pode ser, por exemplo, muito agressivo em relação a outros indivíduos, mas variar o seu grau de agressividade a depender da situação.

3.4.1. Temperamento e *fitness*

Diferenças de temperamento possuem consequências ecológicas e evolutivas (DALL et al., 2004). Evidências acerca da influência do temperamento dos indivíduos têm sido relatadas mostrando conexões com respostas de enfrentamento de predadores (JONES; GODIN, 2010), durante o forrageamento (TOSCANO et al., 2016), na defesa de território (AMY et al., 2010) e no sucesso reprodutivo (RÉALE et al., 2007). Os traços de temperamento também podem influenciar aspectos relacionados à saúde dos animais tais como infecção por parasitas (BARBER et al., 2017) e a resposta ao estresse (CASTANHEIRA et al., 2013; GRAND et al. 2012). Além disso, traços de temperamento podem influenciar na longevidade dos

indivíduos. Por exemplo, gorilas (*Gorilla gorilla gorilla*) mais extrovertidos sobrevivem por um maior período de tempo, o que pode estar relacionado a diferenças no funcionamento do sistema imune ou a laços sociais mais fortes com co-específicos (WEISS et al., 2014).

Tais evidências nas respostas dos animais de acordo com o temperamento influenciarão o *fitness* destes indivíduos (SMITH; BLUMSTEIN, 2008). Um animal corajoso, por exemplo, pode beneficiar-se explorando novos ambientes ou passando mais tempo forrageando, além de ter maior sucesso reprodutivo em curto prazo. No entanto, pode viver menos por estar mais propenso ao risco de ataque de predadores (BLUMSTEIN, 2008; BREMNER-HARRISON et al., 2004; SIH et al., 2004; SMITH) e ao contato com patógenos (BARBER et al., 2017). Ao contrário, um animal mais tímido, ou cauteloso, estará mais seguro contra o ataque de predadores, porém, pode alimentar-se de forma insatisfatória, retardando seu crescimento ou ganho de peso, ou ter um menor sucesso reprodutivo em curto prazo, por medo de enfrentar desafios (SMITH; BLUMSTEIN, 2008).

Quando o risco de predação é baixo, os animais mais corajosos obterão mais vantagens e possivelmente maior sucesso reprodutivo mais precocemente. Contudo, se o risco de predação é alto, os animais mais tímidos obterão mais vantagens (SIH et al., 2004). Portanto, as consequências da variação do temperamento no que diz respeito ao *fitness* dos indivíduos variam de acordo com as condições ambientais (BERGMÜLLER, 2010; RÉALE; FESTA-BIANCHET, 2003; SIH et al., 2004). Assim sendo, a manutenção da coexistência dos diferentes tipos de temperamento nas populações pode então ser explicada devido a variações espaço-temporais nas condições ambientais, tais como densidade populacional, presença de predadores, disponibilidade de alimentos e presença de patógenos (BERGMÜLLER, 2010; WOLF; WEISSING, 2010).

A influência do temperamento sobre o *fitness* dos indivíduos sugere a importância de se avaliar o temperamento dos animais e suas habilidades de sobrevivência tanto em cativeiro (McDOUGALL et al., 2006; PAULINO et al., 2018), como também em condições naturais (DELARUE et al., 2015; MERRICK; KOPROWSKI et al., 2017).

3.4.2. Importância da avaliação do temperamento *in situ*

O temperamento dos indivíduos pode influenciar a habilidade de lidar com as mudanças ambientais, no modo como respondem ao estresse, como usam o espaço, na escolha de parceiros e no sucesso reprodutivo, além da propensão a infecções parasitárias e a probabilidade de serem capturados (MERRICK; KOPROWSKI, 2017). Portanto, avaliar o temperamento dos indivíduos em condições naturais e em ambientes impactados fornece um indicativo de como estes animais estão respondendo às alterações ambientais e isto pode ser estendido, em longo prazo, a nível de população e espécie (DELARUE et al., 2015; MERRICK; KOPROWSKI, 2017).

A presença de diferentes tipos de temperamento nas populações pode influenciar a persistência da espécie (DALL et al., 2004; WATTERS; MEEHAN, 2007). Indivíduos mais corajosos ou exploradores, por exemplo, podem ter maiores chances de localizar novos recursos, caso os recursos tradicionais deixem de existir, ou os indivíduos mais agressivos podem ter maiores chances de vencer competições por recursos, caso estes se tornem escassos (SIH et al., 2004). Além disso, indivíduos corajosos, ativos e exploradores são associados a taxas mais rápidas de aprendizagem, reduzida neofobia, maior tolerância a ruídos e outros distúrbios antropogênicos, o que favorece a persistência destes indivíduos em ambientes desafiadores (MERRICK; KOPROWSKI, 2017). No entanto, indivíduos mais corajosos ou que exploram mais o ambiente podem ter maiores chances de se infectarem com parasitas (BARBER et al., 2017), inclusive aqueles com potencial zoonótico, comprometendo a sua própria saúde, como também a saúde do seu grupo e população.

Delarue et al. (2015) apresentaram três possíveis cenários relacionados a respostas de animais com diferentes tipos de temperamento vivendo em ambientes alterados pela ação humana. O primeiro cenário revela que, independente do temperamento, o distúrbio ambiental é tão intenso que a população torna-se extinta. O segundo cenário mostra que indivíduos com temperamento corajoso e reativos dispersam para novas áreas, enquanto que os tímidos e reativos persistem no

ambiente degradado. Já o terceiro cenário é que os indivíduos com personalidade corajosa e proativa dispersam para novas áreas, enquanto que os corajosos e reativos persistem no ambiente degradado.

A degradação e fragmentação dos habitats têm levado a um processo de homogeneização ambiental, que resulta na redução da biodiversidade (JONGMAN, 2002), além de expor os indivíduos a uma série de impactos negativos tais como menor disponibilidade de recursos, mais predadores e patógenos (LIEBL; MARTIN, 2012). Os diferentes tipos de temperamento são mantidos na população devido à complexidade das florestas - baseada no nível de heterogeneidade na estrutura, diversidade e densidade da vegetação, além da imprevisibilidade na disponibilidade de recursos e risco de predação (DELARUE et al., 2015). Portanto, a manutenção de um ambiente heterogêneo é fundamental para a persistência das espécies em ambientes que sofrem constantes alterações antrópicas (DELARUE et al., 2015).

3.4.3. Respostas individuais ao estresse

Quando o sistema nervoso central percebe uma ameaça em potencial a homeostase, inicia-se uma série de respostas ao estresse que consiste em quatro linhas de defesa: comportamental, resposta do sistema nervoso autônomo, resposta neuroendócrina e resposta imune (MOBERG, 2000). Estas respostas são consideradas adaptativas e ajudam o organismo a enfrentar períodos críticos que ameaçam a homeostase (SAPOLSKY et al., 2000).

A resposta comportamental se resume a se afastar do agente estressor (MOBERG, 2000). A ativação do sistema nervoso autônomo (SNA), por sua vez, envolve a liberação de catecolaminas (adrenalina e noradrenalina) pela medula da glândula adrenal e afeta vários sistemas biológicos tais como cardiovascular, gastrointestinal e glândulas exócrinas. A ativação desses sistemas resulta em alterações na frequência cardíaca e respiratória, pressão sanguínea e atividade gastrointestinal, na tentativa de preparar o organismo para uma reação de 'luta ou fuga' (SAPOLSKY, 1990). Devido ao fato do SNA afetar sistemas biológicos

específicos e os efeitos terem curta duração, esta reação não implica em um impacto significativo no bem-estar dos animais em longo prazo (MOBERG, 2000).

Dentre as respostas neuroendócrinas ao estresse, a mais conhecida e consistente é a ativação do eixo hipotálamo-pituitária-adrenal (HPA). O hipotálamo libera o hormônio liberador de corticotropina (CRH), que resulta na liberação do hormônio adrenocorticotrópico (ACTH) pela pituitária anterior que, por sua vez, estimula a secreção de glicocorticoides (cortisol e corticosterona) pelo córtex da glândula adrenal (MATTERI et al., 2000). Os glicocorticoides desempenham um importante papel na gliconeogênese, auxiliando na mobilização dos estoques de energia necessários para o equilíbrio homeostático (MATTERI et al., 2000). Se um agente estressor persiste por um longo período, a elevação nos níveis de glicocorticoides pode acarretar em uma ação deletéria à saúde do indivíduo, suprimindo seu sistema imune, promovendo severa perda proteica, hiperglicemia, além de inibir o crescimento do indivíduo e suas funções reprodutivas (SAPOLSKY, 1990).

A resposta imune é outra linha de defesa que é ativada durante situações de estresse. Durante o estresse agudo, aquele que pode durar de minutos a alguns dias, a resposta imune tende a aumentar, principalmente em áreas corporais que requerem uma maior proteção imune como, por exemplo, em áreas que possuem alguma lesão (MARTIN, 2009). Porém, durante o estresse crônico, no decorrer de dias ou meses, a ativação excessiva do sistema neuroendócrino pode causar consequências negativas à saúde dos animais devido à supressão do sistema imune (MARTIN, 2009).

Ambientes impactados podem ser uma fonte de estresse crônico e causar um bem-estar empobrecido nos animais (ACEVEDO-WHITEHOUSE; DUFFUS, 2009; DELARUE et al., 2015; MARTINEZ-MOTA et al., 2007). A análise de glicocorticoides é o método mais comum para avaliar o estresse dos animais e inferir sobre seu bem-estar nesses ambientes (WASSER et al., 2000). Portanto, a análise desses hormônios pode ser uma ferramenta útil para monitorar o nível de estresse de espécies que vivem em condições ambientais sub-ótimas, auxiliando na sua conservação, por exemplo, através da formulação de planos de reflorestamento nesses ambientes impactados (BALESTRI et al., 2014; MARTINEZ-MOTA et al.,

2007). Há relatos, por exemplo, de que macacos bugios preto (*Alouatta pigra*) e lêmures-do-colarinho-marrom (*Eulemur collaris*) que viviam em florestas degradadas e fragmentadas apresentaram maiores concentrações de glicocorticoides fecais do que aqueles que viviam em florestas contínuas (BALESTRI et al., 2014; MARTINEZ-MOTA et al., 2007). Tais elevações nos níveis de glicocorticoides sugerem efeitos negativos de ambientes degradados na saúde dos indivíduos, podendo comprometer a reprodução e a sobrevivência destes animais.

Cada indivíduo difere na sua capacidade de enfrentar estímulos aversivos ou estressores do ambiente, o que dependerá tanto do seu genótipo como da experiência prévia e suporte social (KOOLHAAS et al., 1999). Animais que expressam diferentes tipos comportamentais expressam também diferentes respostas fisiológicas a estressores ambientais (KOOLHAAS et al., 1999; KOOLHAAS, 2008; WATTERS; MEEHAN, 2007).

Existem duas principais estratégias de enfrentamento (*coping styles*) em situações de estresse: proativa e reativa (KOOLHAAS et al., 1999). Os animais proativos são mais agressivos, corajosos, inflexíveis diante de mudanças e são caracterizados por uma tentativa de eliminar a fonte de ameaça através de respostas de 'luta ou fuga' (CARERE et al., 2010; KOOLHAAS et al., 1999; STEIMER, 2011). Os animais reativos, por sua vez, são menos agressivos, são aversivos a situações de risco, são flexíveis a mudanças e adotam uma resposta conservativa na tentativa de protegerem-se de uma possível ameaça, através do comportamento de *freezing*, por exemplo (CARERE et al., 2010; KOOLHAAS et al., 1999; STEIMER, 2011).

Indivíduos proativos geralmente respondem ao estresse com uma forte ativação do sistema nervoso simpático, com aumento da secreção de adrenalina e noradrenalina, além de elevação da frequência cardíaca e da pressão sanguínea (KOOLHAAS, 2008) e baixas concentrações de glicocorticoides (CARERE et al., 2010). Indivíduos reativos, por sua vez, respondem ao estresse com uma forte estimulação do eixo HPA e consequente aumento dos glicocorticoides na circulação (CARERE et al., 2010), além de serem caracterizados por uma alta reatividade parassimpática e consequente bradicardia diante de estressores imprevisíveis (KOOLHAAS, 2008).

Traços de personalidade podem afetar a saúde dos indivíduos porque tais traços comportamentais refletem diferentes perfis fisiológicos que tornam os indivíduos mais ou menos susceptíveis a certas doenças específicas, quando há falhas no enfrentamento aos estímulos aversivos (CAVIGELLI, 2005; WATTERS; MEEHAN, 2007). Estas doenças podem ser tanto físicas tais como alterações cardiovasculares, formação de úlceras estomacais e doenças infecciosas (KOOLHAAS et al., 1999; KOOLHAAS, 2008), quanto comportamentais como o arrancamento de penas, no caso de aves (CUSSEN; MENCH, 2015).

A elevada ativação do sistema nervoso simpático e dos níveis circulantes de testosterona e cortisol, que pode ser observada em indivíduos corajosos e agressivos, é associada com o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares e com a diminuição do sistema imune (CARERE et al., 2010). Macacos rhesus (*Macaca mulatta*) com temperamento 'nervoso' apresentaram elevadas concentrações de cortisol e uma desregulação no sistema imune (CAPITANIO et al., 2011). Papagaios com elevados escores para o traço neuroticismo, por sua vez, apresentaram mais distúrbios comportamentais tais como arrancamento de penas (CUSSEN; MENCH, 2015).

Levando em consideração novas situações, ambientes ou objetos, pode-se observar que o traço comportamental para neofobia, que se refere a exploração cautelosa ou elevada evitação destes novos estímulos pode estar presente em várias espécies (CAVIGELLI, 2005). Os indivíduos neofóbicos tem uma reação ao estresse mais forte e mais duradoura quando são apresentados a novos estímulos e é possível que estes indivíduos tenham maior exposição a hormônios do eixo HPA ao longo da sua vida, podendo levar a consequências negativas a saúde (CAVIGELLI, 2005). Portanto, tal característica também deve ser avaliada em estudos que envolvam a relação entre temperamento e estado de saúde dos animais.

3.4.4. Temperamento e parasitismo

Os parasitas podem acarretar sérios riscos à saúde e sobrevivência dos hospedeiros, afetando as espécies tanto a nível individual como também populacional (KAPPELER et al., 2015). Os parasitas podem impactar o *fitness* do hospedeiro diretamente, por meio de doenças e, indiretamente, por prejudicar a nutrição, o deslocamento, alimentação, fuga de predadores e competição por recursos (GILLESPIE et al., 2005). Dessa forma, os parasitas podem contribuir para a regulação da população de hospedeiros e isto é uma questão chave quando se leva em consideração a conservação de espécies ameaçadas de extinção (THOMPSON et al., 2010).

Na natureza, os animais podem adotar diferentes estratégias comportamentais para evitar ou reduzir infecções por parasitas e patógenos (HOU et al., 2016; POIROTTE et al., 2017; WISENDEN et al., 2009). Tais estratégias incluem defecar afastado das áreas de descanso, evitar forragear nos locais onde defecam, uso da saliva com propriedades bactericidas nas feridas, uso de plantas medicinais com propriedades antiparasitárias, comportamento de catação (*grooming*) para remoção de ectoparasitas, além de evitarem a interação com indivíduos parasitados (HART; HART, 2018).

Apesar de os animais usarem estratégias comportamentais para controlarem o risco de infecção, algumas características comportamentais individuais ou traços de temperamento podem acentuar essa exposição e a susceptibilidade à parasitas (NATOLI et al., 2005; WILSON, 1993; ZOHDY et al., 2017), além de aumentar as chances de transmissão de parasitas e doenças entre indivíduos (McDOUGALL et al., 2006).

Tem sido sugerido que os parasitas, juntamente com a competição por recursos e a predação, podem influenciar a evolução da personalidade nos animais (BARBER; DINGEMANSE, 2010; KORTET et al., 2010). Duas explicações têm sido apontadas em relação à evolução da personalidade nos animais por meio da influência dos parasitas: uma delas é que o risco de adquirir parasitas pode ser influenciado pelo tipo comportamental do indivíduo (ex. ousado/*bold* ou tímido/*shy*) e, portanto, o regime parasitário local pode impor uma seleção sobre os traços de personalidade. A segunda explicação é que infecções parasitárias acarretam consequências negativas ao *fitness* do hospedeiro, devido aos prejuízos causados à

nutrição, tais como menor habilidade competitiva, menor sucesso reprodutivo e maior susceptibilidade à predação (BARBER; DINGEMANSE, 2010). Dessa forma, os parasitas poderiam influenciar o comportamento dos indivíduos de populações com infecções endêmicas. Além disso, os parasitas podem também alterar aspectos do comportamento do hospedeiro para aumentar a sua eficiência de transmissão (BARBER; DINGEMANSE, 2010).

Estudos têm apontado que indivíduos mais corajosos ou que exploram mais o ambiente possuem mais parasitas comparados com aqueles que são mais tímidos ou que exploram menos o ambiente (BOHN et al., 2017; GARCIA-LONGORIA et al. 2014; HORVÁRTH et al., 2016; PATTERSON; SCHULTE-HOSTEDDE, 2011). Indivíduos mais agressivos também têm sido associados a maior probabilidade de exposição a parasitas, além de espalharem mais parasitas na população, quando comparados com os animais mais dóceis, devido a maiores taxas de encontro com co-específicos durante as interações agonísticas (ZOHDY et al., 2017). Os traços de socialidade também podem influenciar o fluxo de parasitas; quanto mais sociáveis os indivíduos, mais parasitas são espalhados na população (BARBER; DINGEMANSE, 2010) e conseqüentemente, maior pode ser a probabilidade de infecção por parasitas (WREN et al., 2016). Neste contexto, a elevada socialidade pode desencadear o aumento de interações de *grooming*, o que proporciona maior contágio (WREN et al., 2016).

Os animais podem também diferir quanto à carga e tipo de parasitas que hospedam, o que pode estar relacionado ao tipo de ambiente que frequentam (COLEMAN; WILSON, 1998). Esquilos (*Tamias minimus*) mais exploradores, por exemplo, podem investigar mais tocas que os menos exploradores e, desta forma, se infectarem com mais ectoparasitas (BOHN et al., 2017). Por sua vez, lagartos (*Tiliqua rugosa*) que compartilhavam refúgios que foram ocupados por outros indivíduos, tiveram mais parasitas do que aqueles que não frequentavam tais refúgios (SIH et al., 2018).

Além do temperamento dos indivíduos influenciarem na probabilidade de exposição e infecção por parasitas, estudos têm apontado que muitas espécies de parasitas podem modificar o comportamento dos hospedeiros de modo que facilite a sua transmissão e, portanto, o fechamento do ciclo do parasita (BARBER;

DINGEMANSE, 2010; BARBER et al., 2017; POULIN; MAURE, 2015). A manipulação do comportamento do hospedeiro pelo parasita pode influenciar o uso do habitat, a sua capacidade de enfrentar riscos, a probabilidade de ser capturado e as dinâmicas das populações (BARBER; DINGEMANSE, 2010). O protozoário *Toxoplasma gondii*, por exemplo, representa um exemplo clássico da manipulação do comportamento do hospedeiro pelo parasita, tanto em animais (BERDOY et al., 2000) como em humanos (FLERG, 2013). No seu ciclo de vida, este parasita precisa ser transmitido de um hospedeiro intermediário (qualquer animal de sangue quente) para o hospedeiro definitivo (felídeos), que elimina a forma infectante do parasita por meio das fezes (BERDOY et al., 2000). Desta forma, o *Toxoplasma* pode manipular o comportamento do hospedeiro intermediário para aumentar a probabilidade de que este seja capturado pelos felídeos. Ratos infectados com *Toxoplasma*, por exemplo, ao invés de se afastarem do odor da urina de gatos, sentem atração por este odor, o que aumenta a chance de serem predados (BERDOY et al., 2000).

Não há uma regra sobre qual tipo de temperamento é mais propenso à infecção por parasitas, devendo cada espécie ser estudada separadamente para melhor compreensão desta característica (KORTET et al., 2010). Além disso, o temperamento dos indivíduos não é o único fator responsável pelo parasitismo. Outros fatores tais como diferenças sexuais (KLEIN, 2004) e declínio da disponibilidade de alimentos em florestas fragmentadas (CHAPMAN et al., 2006) também podem interferir na resposta imune, tornando o indivíduo mais susceptível a infecções.

3.4.5. Avaliação do temperamento

O principal objetivo da avaliação do temperamento é compreender as diferentes propensões individuais em realizar certos comportamentos em uma variedade de contextos (WATTERS; POWELL, 2011). O temperamento pode ser avaliado por meio de duas abordagens: Classificação (*rating*) e codificação (*coding*). Cada uma das abordagens tem suas vantagens e desvantagens (POWELL; GARTNER, 2010).

A maioria dos estudos de temperamento realizados em zoológicos utiliza a abordagem *rating*, que consiste em pessoas familiarizadas com os animais (geralmente tratadores) responderem questionários, baseados na experiência acumulada e impressões sobre os animais, para avaliar o comportamento do animal de interesse (WATTERS; POWELL, 2011; TETLEY; O'HARA, 2012). Como as avaliações são feitas por pessoas familiarizadas com os animais, os traços individuais podem ser avaliados em vários contextos e, desta forma, fornecerem uma avaliação mais abrangente de diversos traços de personalidade. As principais desvantagens deste método são validar se o julgamento do observador realmente corresponde às diferenças reais entre os indivíduos, além da escolha de adjetivos que sejam facilmente compreendidos pelos juízes e que possam ser aplicados à espécie em estudo (POWELL; GARTNER, 2010). Este método tem sido criticado pela sua subjetividade e, para ser útil, deve haver confiabilidade entre os juízes (GOSLING, 2001; TETLEY; O'HARA, 2012). Como vários juízes entram em consenso ao avaliar as mesmas características nos indivíduos, acredita-se que este método é válido para avaliar o temperamento nos animais (GOSLING, 2001). Weiss et al. (2009) verificaram que mesmo juízes com origens históricas, culturais e linguísticas diferentes, entram em consenso ao avaliar características individuais dos animais, indicando a validade e aplicabilidade deste método.

A abordagem *coding*, por sua vez, é a técnica mais empregada nos estudos de temperamento (WATTERS; POWELL, 2011). É considerada mais objetiva e fornece uma visão mais confiável das tendências comportamentais, pois envolve observação direta e registro quantitativo dos comportamentos de um animal (POWELL; GARTNER, 2010). As principais desvantagens são compreender quais comportamentos são mais importantes para distinguir os indivíduos, além de requerer muito tempo de observação dos animais numa variedade de contextos. Geralmente, envolve testes que medem como os animais respondem a desafios ambientais que podem ser considerados ameaçadores tais como diante de novos objetos, novos ambientes ou de um espelho. Estes testes avaliam uma seleção limitada de traços de personalidade como, por exemplo, reatividade ou medo, além de avaliarem indivíduos isolados, ou seja, não fornecem informações sobre os traços

de personalidade relacionados a interações com outros indivíduos, tais como a socialidade (POWELL; GARTNER, 2010).

Existem três situações - observação naturalista, contextos de testes e observação cumulativa – nas quais podemos usar as abordagens *rating* ou *coding* para avaliar o temperamento (FREEMAN; GOSLING, 2010). Na observação naturalista, as abordagens *rating* ou *coding* podem ser usadas quando o observador registra os comportamentos dos animais em situações cotidianas, seja em cativeiro ou em vida livre. No contexto de teste, é usada a abordagem *rating* ou *coding* para avaliar a resposta dos animais diante de um estímulo (novo objeto ou novo ambiente). Usando a abordagem *rating* no contexto de teste, juízes podem avaliar subjetivamente a reação de cada indivíduo no novo ambiente ou com o objeto introduzido (PAULINO et al., 2018). Já usando a abordagem *coding*, o temperamento pode ser avaliado, por exemplo, através da latência para inspecionar e interagir com o novo ambiente ou objeto e através da duração e da qualidade da interação (WATTERS; MEEHAN, 2007). Na observação cumulativa, por sua vez, aplica-se somente a abordagem *rating*, na qual pessoas familiarizadas com os animais experimentais respondem questionários sobre traços comportamentais destes indivíduos, com base na experiência acumulada ao longo do período de convivência com estes animais (FREEMAN; GOSLING, 2010).

Pode-se ter uma avaliação mais confiável do temperamento ao utilizar uma combinação de abordagens para a avaliação desta característica (CARTER et al., 2012). Estudos que usam observações naturalistas em conjunto com testes comportamentais, por exemplo, geralmente obtêm resultados semelhantes ao avaliar o temperamento dos indivíduos, o que reforça a validade destas abordagens (GOSLING; JOHN, 1999). Além disso, indicadores comportamentais e fisiológicos, quando integrados, geram também uma melhor compreensão do temperamento de cada indivíduo (RÉALE et al., 2007).

Segundo Réale et al.(2007), as seguintes categorias ou traços podem ser usados para acessar o temperamento dos indivíduos: (1) timidez-coragem, que se refere à reação de um indivíduo a qualquer situação de risco, tais como predadores e humanos, mas não à novas situações; (2) exploração-evitação, que se refere à reação de um indivíduo a uma nova situação, tais como novos ambientes, alimentos

ou objetos; (3) nível de atividade geral, que se refere a todas atividades realizadas por um animal, excluindo àquelas em resposta a um novo ambiente ou situação de risco; (4) agressividade, que se refere à reação agonística direcionada a co-específicos e (5) socialidade, que se refere à procura ou evitação de co-específicos. Estes traços podem ser avaliados através de observação direta ou testes realizados no campo ou em laboratório (McDOUGALL et al., 2006).

3.4.6. Temperamento em primatas não humanos

Pesquisas sobre diferenças individuais em primatas não humanos iniciaram na década de 30, mas somente a partir da década de 80 houve uma expansão no número de artigos publicados sobre personalidade nestes animais (FREEMAN; GOSLING, 2010). Em 2010, Freeman e Gosling fizeram uma revisão dos estudos sobre personalidade em primatas não-humanos e verificaram que somente 7% dos primatas existentes no mundo tinham sido incluídos nestes estudos, sendo a maior parte primatas do Velho Mundo. Dos estudos realizados, 40% foram com macacos rhesus (*Macaca mulatta*), 21% com chimpanzés (*Pan sp.*), 6% com babuínos (*Papio sp.*), 5% com macaco vervet (*Chlorocebus sp.*) e 28% com outras espécies (FREEMAN; GOSLING, 2010). Além disso, somente 9% destes estudos foram realizados em vida livre, 59% foram conduzidos em laboratório e 14% em zoológicos (FREEMAN; GOSLING, 2010).

Em 1994, Gold e Maple desenvolveram o índice Comportamental do Gorilla (Gorilla Behavior Index - GBI) que tinha o objetivo de avaliar diferenças comportamentais nesta espécie. A avaliação das diferenças entre os indivíduos poderia auxiliar na tomada de decisões em relação a práticas de manejo, acasalamento e transferência entre instalações de zoológicos. O GBI consistia numa lista de 25 adjetivos que foram avaliados por três tratadores, utilizando uma escala de 5 pontos. Esta escala variava de ausência da expressão comportamental (1 ponto) até a manifestação mais intensa do comportamento (5 pontos). Foram determinadas as dimensões de personalidade: Extroversão, Medo (Neuroticismo),

Compreensão (Amabilidade) e Dominância, com base nos comportamentos observados pelos avaliadores (GOLD; MAPLE, 1994).

Em 1997, King e Figueredo desenvolveram o Chimpanzee Personality Questionnaire para avaliar a personalidade de 100 chimpanzés (*Pan troglodytes*) mantidos em zoológicos. Este questionário, que também foi respondido pelos tratadores dos animais, foi baseado no modelo de cinco dimensões de personalidade (Five-factor Model, ou Big Five) usado para avaliar a personalidade em humanos. Tais dimensões incluem Extroversão, Amabilidade, Neuroticismo, Abertura a novas experiências e Nível de Consciência. Além destes cinco fatores, King e Figueredo (1997) identificaram outro fator nos chimpanzés relacionado à dominância.

O Chimpanzee Personality Questionnaire foi posteriormente adaptado e denominado Hominoid Personality Questionnaire (HPQ) (WEISS et al., 2009), que poderia ser aplicado a outras espécies de primatas. O HPQ consiste de 54 adjetivos descritivos de personalidade, onde os juízes deveriam marcar cada um dos adjetivos numa escala de 7 pontos, sendo que 1 representa ausência do traço comportamental e 7 representa elevada manifestação do traço comportamental (WEISS et al., 2009).

Orangotangos (*Pongo pygmaeus* e *Pongo abelii*), também foram avaliados quanto às dimensões de personalidade (WEISS et al., 2006). Foram detectadas as dimensões Extraversão, Dominância, Neuroticismo, Amabilidade e Intelecto (WEISS et al., 2006).

Devido à estreita proximidade filogenética, algumas dimensões de personalidade são compartilhadas entre diferentes espécies de primatas (GOSLING; JOHN, 1999). Isto sugere que estas dimensões podem ter surgido em um ancestral comum e podem ter evoluído em resposta a desafios ecológicos e sociais enfrentados por cada espécie (WEISS et al., 2015), sendo um fator muito importante para compreensão das origens evolutivas da personalidade humana.

Além dos grandes primatas do Velho Mundo, que possuem uma estreita proximidade com humanos, primatas do Novo Mundo foram também avaliados em relação a traços de personalidade por meio do Hominoid Personality Questionnaire (HPQ) (WILSON et al., 2018). *Saimiri sciureus* e *Saimiri boliviensis*, por exemplo,

apresentaram quatro dimensões de personalidade – Abertura a novas experiências, Neuroticismo, Assertividade e Amabilidade, semelhantes às dimensões presentes nos grandes primatas (WILSON et al., 2018).

Além de pesquisas visando a avaliação da presença das dimensões de personalidade nos primatas do Novo Mundo (FERREIRA et al., 2016; KOSKI et al., 2018; MANSON; PERRY, 2013) e visando comparar dimensões de personalidade de primatas pertencentes a diferentes espécies (BAKER et al., 2015), pesquisas mais aplicadas também têm sido desenvolvidas para avaliar a influência da personalidade no uso de enriquecimento ambiental em primatas mantidos em zoológicos (*Saguinus oedipus*: FRANKS et al., 2013).

Apesar de vários estudos terem sido conduzidos com primatas do Novo mundo, até o momento nenhum deles avaliou diferenças comportamentais entre indivíduos da espécie *Leontopithecus chrysomelas* e como estas diferenças podem influenciar o estado de saúde desses animais. Dessa forma, o estudo de diferenças individuais do mico-leão-da-cara-dourada em seu habitat natural e a relação com seu estado de saúde em ambientes impactados pela ação humana é algo inovador e útil para a conservação da espécie na Mata Atlântica do Sul da Bahia.

4. ARTIGO CIENTÍFICO I

INDIVIDUAL BEHAVIOURAL DIFFERENCES AND HEALTH OF GOLDEN-HEADED LION TAMARINS (*Leontopithecus chrysomelas*)

Artigo submetido ao periódico *Animal Behaviour*

1 Individual behavioural differences and health of golden-headed lion tamarins
2 (*Leontopithecus chrysomelas*)

3
4 ABSTRACT

5
6 Individual behavioural differences may influence how animals cope with altered
7 environments and their resulting impact on their health status. We investigated the
8 relationship between individual behaviour of free-living golden-headed lion tamarins in one
9 context (responding to a novel object) and their habitat use and health status (endoparasitism,
10 clinical condition, and glucocorticoid metabolite concentration in faecal samples). Four
11 groups lived in environments with different levels of human disturbance; two in degraded
12 forest fragments in agricultural matrix (DFAM), and two in cocoa agroforestry system
13 (*cabruca*) in Atlantic Forest of South Bahia, Brazil. The tamarins differed in how they
14 responded to a novel object and, using a subjective ratings approach, their responses were
15 classified according to a single derived variable – ‘confidence’ – with some individuals being
16 ‘high confident’ (‘bold’, ‘calm’, and low in ‘stressfulness’ and ‘fearfulness’) and others ‘low
17 confident’. Both response types occurred in both environments. ‘High confident’ individuals
18 living in DFAM environment spent less time on foraging for animal prey than those living in
19 *cabruca*. Only individuals from DFAM showed intestinal parasite infections, and their
20 parasite loads were correlated with the number of grooming partners they had, suggesting an
21 association between grooming levels and infection transfer. Glucocorticoid concentrations did
22 not differ between animals from different environments. Individual behavioural responses to
23 novelty may thus be associated with tamarins’ foraging for animal prey in human modified
24 habitats, and social behaviour may in turn be linked to the likelihood of parasitic infection.
25 Individual behaviour in a test situation may thus have some predictive value for behaviour in

26 the free-living context, and for its knock-on health consequences, but the causal direction of
27 any links remains to be determined.

28

29 Keywords: animal behaviour; applied ethology; conservation medicine; coping styles;
30 parasites; primates; wildlife; personality; temperament.

31

32 *Highlights*

- 33 • Individual behavioural responses to novelty were correlated with foraging for animal
34 prey.
- 35 • Only individuals from degraded area showed intestinal parasite infections.
- 36 • The parasite loads were correlated with the number of grooming partners.

37

38 INTRODUCTION

39

40 The Brazilian Atlantic Forest is ranked among the top biodiversity hotspots in the
41 world, because of its species richness and extremely high levels of endemism (Myers et al.,
42 2000). This biome, however, is also one of the most threatened on our planet due to habitat
43 destruction and fragmentation (Colombo & Joly, 2010). There is relatively little information
44 on how wild animals cope in fragmented habitats such as those of the Atlantic Forest, and
45 how this impacts individual health and welfare (Acevedo-Whitehouse & Duffus, 2009;
46 Delarue, Kerr, & Rymer, 2015; Zinsstag et al., 2011). Human-induced rapid environmental
47 change (Sih, 2013) has imperilled many animal populations due to its effects on habitat
48 fragmentation, climate change and environmental contamination (Deem, Karesh, & Weisman,
49 2001), which may lead to reduced food availability and impaired nutritional status (Amato et
50 al., 2013). Animals that live in fragmented and degraded habitats usually face increased
51 threats and challenges and may show higher faecal glucocorticoid metabolite levels than those
52 living in more preserved areas (Balestri et al., 2014; Martinez-Mota et al., 2007). Prolonged
53 elevation of glucocorticoid levels may negatively affect an animal's health (Acevedo-
54 Whitehouse et al., 2009; Breuner, Patterson, & Hahn, 2008; Cavigelli, 2005; Kumaresan et
55 al., 2017). Whether individual behavioural characteristics are associated with health
56 (Capitanio, 2011) and survival in these changed environmental conditions has not been
57 studied.

58 The relationship between individual personality/temperament and survival and fitness
59 has been debated (Réale & Festa-Bianchet, 2003; Sih, Bell, & Johnson, 2004). Correlations
60 between boldness and reproductive success have been found (Smith & Blumstein, 2008).
61 Individuals who are more exploratory and take more risks may host higher parasite loads
62 compared to ones with a lower propensity to explore and take risks (Barber et al., 2017; Bohn

63 et al., 2017; Garcia-Longoria, Garamszegi, & Møller, 2014; Horváth et al., 2016; Patterson &
64 Schulte-Hostedde, 2011). In contrast, shy individuals expose themselves less to risky
65 situations, by limiting their foraging activity in comparison with bolder ones (Réale et al.,
66 2007), and this may adversely affect their nutritional status (Barber et al., 2017). The sociality
67 of individuals can influence primates general health (Capitanio, 2011). Non-human primates
68 involved in more social interactions, seems to have more health benefits than less social
69 individuals (baboons: Silk et al., 2003; golden snub-nosed monkeys: Jin et al., 2013; rhesus
70 macaques: Robinson et al., 2018). However, parasite flow due to variation in social
71 interactions may also influence primates' health negatively (Rushmore et al., 2017). For
72 instance, a study on parasite transmission in Japanese macaques (*Macaca fuscata yakui*)
73 showed a clear bias in nematode prevalence toward high-ranking individuals, which occupy
74 more central positions in both the outward and inward directed grooming networks
75 (MacIntosh et al., 2012). Therefore, highly social individuals may be more susceptible to
76 acquire parasites from other group-members (Barber & Dingemans, 2010; Godfrey et al.,
77 2009). Additionally, animals can vary in their neuroendocrine and behavioural responses to
78 acute stressors (Baugh et al., 2012; Koolhaas et al., 2010), which in turn may influence their
79 health, reproductive success, and survival (Breuner, Patterson & Hahn, 2008, Cavigelli,
80 2005). Consequently, individual behavioural differences may be associated with health and
81 wild populations survival, which may have implications for their conservation (McDougall,
82 Réale, & Reader, 2006; Smith & Blumstein, 2008).

83 Studies of links between individual behaviour differences and health are of particular
84 importance in endemic and threatened species such as the golden-headed lion tamarin
85 (*Leontopithecus chrysomelas*) that are ecologically important but have a limited distribution
86 range. The tamarin is a small primate species of southern Bahia State in the Brazilian Atlantic

87 forest (Pinto & Rylands, 1997). The species is classified as endangered (IUCN; Kierulff et al.,
88 2008), due to forest loss resulting in degradation and fragmentation of its habitat (Kierulff et
89 al., 2008). It interacts with up to 242 species of plants (Catenacci et al., 2016a; Oliveira et al.,
90 2010) and plays an important role in Atlantic forest regeneration (Catenacci, De
91 Vleeschouwer, & Nogueira-Filho, 2009). It lives in social groups ranging from three to fifteen
92 individuals (Oliveira et al., 2011), usually composed of one dominant breeding pair, and a
93 variable number of offspring of various ages: adults, subadults, juveniles and infants
94 (Rylands, 1993). Groups defend their territory against other lion tamarin groups using
95 aggressive vocalizations such as long-calls, staccato of short whistles and chatter that can be
96 also followed by agonistic interactions (Peres, 1989).

97 Most populations of tamarin live in unprotected areas altered by human activities, such
98 as degraded forest fragments embedded in an agricultural matrix and *cabruca* – a shaded
99 cocoa (*Theobroma cacao*) agroforestry system (Oliveira et al., 2011; Raboy, Christman, &
100 Dietz, 2010). Both of these environments (*agricultural matrix* and *cabruca*) present specific
101 challenges to groups of tamarins, such as lower resource availability, higher exposure to
102 predators, higher hunting levels and human contact in comparison with groups living in more
103 preserved areas (De Vleeschouwer & Oliveira, 2017; Oliveira & Dietz, 2011; Raboy,
104 Christman, & Dietz, 2010). These challenges may result in increased stress levels and affect
105 the animals' health. Agricultural matrix composition and lack of connectivity may influence
106 dispersal and persistence of primates (Anderson, Rowcliffe, & Cowlishaw, 2007). This
107 environment, in general, seems to result in higher levels of disturbance and risks to animals,
108 because non-forested patches of cultivated land, interspersed with roads, dirt paths and with
109 frequent human presence typically characterize the agricultural matrix area (Anderson,
110 Rowcliffe, & Cowlishaw, 2007). In turn, *cabruca* is considered a valuable environment

111 because it connects forest patches, making populations less vulnerable to negative genetic
112 effects of habitat fragmentation (Estrada, Raboy, & Oliveira, 2012). Furthermore, in contrast
113 to other degraded environments, *cabruca* seems to provide important resources such as
114 sleeping sites and bromeliads for foraging tamarins (Oliveira et al., 2011; Raboy, Christman,
115 & Dietz, 2004). However, as far we know, no data concerning the links between tamarin
116 individual behavioural characteristics and health are available from either environment.

117 In this study, we evaluated the relationship between individual behavioural responses
118 of tamarins in one context – exploration/avoidance of a novel object (Réale et al., 2007) – and
119 individual health status in two different environments. We compared individuals from groups
120 living in degraded forest fragments in an agricultural matrix, and in *cabruca* systems to
121 determine whether the tamarins’ behavioural responses varied according to their
122 environments (Wolf & Weissing, 2012). Furthermore, if exploratory behaviours and social
123 interactions among individuals influence parasite flow (Barber & Dingemanse, 2010; Wren et
124 al., 2016), we predicted that more exploratory or more sociable individuals will show higher
125 parasite loads compared to less exploratory and less sociable ones. Finally, as the agricultural
126 matrix environment poses a higher level of human disturbance compared to *cabruca*, and this
127 is likely to be associated with greater stress and welfare challenges to tamarins, we also
128 predicted lower levels of health and a higher incidence of raised faecal glucocorticoid
129 metabolites concentrations, as an indicator of physiological stress, in the groups living in
130 agricultural matrix.

131

132 METHODS

133

134 *Ethical note*

135

136 This work followed the principles of laboratory animal care (NIH publication No. 86-
137 23, revised in 1985) and was approved by the Committee on Animal Research and Ethics of
138 the Universidade Estadual de Santa Cruz, under protocol # 018/2015. The permission to
139 capture, mark animals and collect biological materials was approved by the Brazilian
140 Environmental Agency (ICMBio/SISBIO), under # 23457-6 and # 471783.

141

142 *Animals and study areas*

143

144 From August 2016 to April 2017 we studied 27 individuals (25 adults and 2 sub-adults
145 (120DF and 121DF) (Table 1) belonging to four groups of golden-headed lion tamarins.
146 Group composition changed over the study period, mainly due to births, predation, natural
147 deaths or disappearances, and migration. Therefore, it was not possible to collect all types of
148 data (novel object test, direct observation, sociality assessment, faecal sampling for
149 glucocorticoid metabolites analysis, and parasite load) for all individuals. The information we
150 collected for each individual in the four social groups is indicated in Table 1.

151

152 The tamarin groups lived in two environments of the Brazilian Atlantic forest in
153 South-Bahia state. Two of these groups (RIB and MRO) lived in the rural area of the
154 Municipality of Una (15°15'52"S, 39°8'46"W). This environment is characterized by
155 disturbed secondary forest patches in an agricultural matrix of pastures, rubber-trees, cassava,
156 and cocoa crops, unpaved roads and intense human presence. We classified this area as
157 'degraded forest patches in agricultural matrix' – DFAM. The other two groups (ALM and
158 BOM) lived at Almada and Bomfim private farms in the rural zone of Ilhéus, Bahia (14°39'S,
39°11'W), in an environment characterized by the cocoa (*Theobroma cacao*) agroforestry

159 system - *cabruca*. *Cabruca* is a system of shade cropping in which the middle and understory
160 trees of intact forests are removed and replaced with cocoa trees but with preservation of the
161 tall trees (Raboy, Christman, & Dietz, 2004). The two studied environments are part of the
162 Atlantic Forest biome, characterized by high temperature and high relative humidity. In this
163 region, temperature ranges from 19⁰C to 28⁰C, with an annual rainfall of over 2,100 mm
164 (Coimbra-Filho & Mittermeier, 1973; Mori et al., 1983).

165 The golden-headed lion tamarin groups from both environments, DFAM and *cabruca*,
166 have been monitored and habituated to the presence of researchers since 2007 and 2014,
167 respectively. Groups are monitored in the forest by using radio-telemetry and twice per year
168 individuals are captured using tomahawk traps baited with bananas (48.3 cm length × 15.2 cm
169 width × 15.2 cm height), following procedures described in (Dietz, De Sousa, & Billerbeck,
170 1996). In the present study, after capture, we took the animals to a field laboratory (about
171 500m from the capture site), where they were anesthetized (intramuscular 10 mg/kg ketamine
172 and 0.3 mg/kg midazolam, following (Catenacci et al., 2016a). Anaesthesia was applied by
173 the first author, a veterinarian who checked the individuals' general clinical condition [heart
174 rate (bpm), respiratory frequency (mpm) and temperature (°C)] during sedation, determined
175 the tamarins' sex and biometric measures [body mass (kg) and total length (mm)], and
176 estimated their age. These procedures took around 20 minutes after sedation.

177 The individuals received a unique tattoo number and dye mark (Nyanzol Dye®) on the
178 tail and arm, for identification during observations in the field. One or two individuals in each
179 group were equipped with a radio collar (model RI-2D, Holohil Ltd., Ontario, Canada) to
180 facilitate later monitoring and observation in the field using radio telemetry. In general, for
181 this purpose, we chose the heaviest animals and always excluded pregnant females. We kept
182 the subjects in the laboratory overnight to ensure full recovery from anaesthesia and released

183 them early in the morning of the next day at the site where they were captured. This procedure
184 has been used and adapted to ensure animal safety over the course of the past 25 years,
185 resulting in a very safe process with no detrimental effects on the animals if performed
186 adequately (Catenacci et al., *in press*).

187 Table 1. Characterization of golden-headed lion tamarins' individuals of each group and
 188 description of data collected.

Individual	Group	Environment	Sex	Weight (kg)	Length (mm)	Evaluation *	Obs.
14CM	ALM	CAB	M	0.69	633	1,2,3, 4,5	
15CF	ALM	CAB	F	0.60	640	1,2,3,4,5	
17CM	ALM	CAB	M	0.68	621	1,2,3,4,5	
18CF	ALM	CAB	F	0.53	652	1,2,3,4,5	Breed. Fem.
19CF	ALM	CAB	F	0.69	623	1,2,3,4,5	
13CF	ALM	CAB	F	0.64	625	3	Breed. Fem.
21CM	ALM	CAB	M	0.57	615	3	
23CM	ALM	CAB	M	0.68	629	3	Breed. Male
5CM	BOM	CAB	M	0.63	645	1,2,3,4,5	
6CF	BOM	CAB	F	0.73	663	1,2,3,4,5	
7CF	BOM	CAB	F	0.68	663	1,2,3,4,5	
8CM	BOM	CAB	M	0.57	623	1,2,3, 4,5	
9CF	BOM	CAB	F	0.64	605	1,2,3,4,5	
12CM	BOM	CAB	M	0.51	624	3	
20CF	BOM	CAB	F	0.62	580	1,2,3,4,5	Breed. Fem.
82DM	RIB	DFAM	M	0.65	610	1,2,3,4,5	Breed. Male
92DF	RIB	DFAM	F	0.69	590	1,2,3,4,5	Breed. Fem.
93DF	RIB	DFAM	F	0.65	605	1,2,3,4,5	Breed. Fem.
118DM	RIB	DFAM	M	0.61	607	1,2,3,4,5	
119DF	RIB	DFAM	F	*	*	1,2,3,4,5	
126DM	RIB	DFAM	M	0.58	615	3	
102DM	MRO	DFAM	M	0.58	690	1,2,3,4,5	Breed. Male
115DM	MRO	DFAM	M	0.63	636	1,2,3,4,5	
120DF	MRO	DFAM	F	0.48	565	3	Sub-adult
121DF	MRO	DFAM	F	0.43	586	3	Sub-adult

125DF	MRO	DFAM	F	0.61	630	1,2,3,4,5	
1DF	MRO	DFAM	F	*	*	1,2,3,4,5	Breed. Fem.

189 Symbols code: Individual: number followed by environment (C: *cabruca* and D: DFAM) and
190 sex (F: female and M: male); Group: ALM: Almada; BOM: Bomfim; RIB: Ribeiro; MRO:
191 Manoel Rosa; Environments: CAB: *cabruca*; DFAM: degraded forest fragments in
192 agricultural matrix; Sex: M: male; F: female. Evaluations: 1 = novel object test; 2:
193 behavioural direct observation; 3: sociality assessment; 4: parasitological analysis; 5: faecal
194 glucocorticoid metabolite concentrations. Breed. Fem.: breeding female; Breed. Male:
195 breeding male.

196 *Data not available; ** Evaluation: indicates the test or measure in which each individual
197 participated.

198 *Behavioural data collection*

199

200 For eight months (Aug 2016 - Jan 2017; Mar - Apr 2017), we followed each group for
201 two days per month, resulting in a total of 506 hours of data collection. We used signals from
202 the radio transmitter collars to locate each group before the animals woke up and observed
203 them from the moment they left the sleeping site (tree hollow) in the morning until they
204 entered the same or a different sleeping site in the evening. Each group was followed for
205 about 22 hours a month. Individual marks disappeared in early January 2017 and forced us to
206 suspend observations until the animals were captured again in March 2017, after which
207 observations were resumed.

208 The golden-headed lion tamarins were observed using continuous focal animal
209 sampling (Altmann, 1974); each focal observation lasted 10 min/animal. We randomized the
210 order in which animals were observed, and when the last animal was observed, we restarted a
211 new random order. When the animal disappeared from sight, the observation was interrupted
212 and resumed when the animal was visible again. The observations were voice-recorded
213 (digital voice recorder RR-US450 Panasonic, Ontario, Canada). Then, weekly in the lab, we
214 calculated the proportions of observation time that each individual spent in social grooming
215 and in the behavioural categories related to exploration (eating, foraging for fruits and flowers
216 or animal prey, and travelling). Behavioural states descriptions are provided in Table 2.

217

218

219 Table 2. Behavioural states recorded by direct observation of golden-headed lion tamarins.

Behaviour	Definition
*Social grooming	The individual gives or receives grooming behaviour – manipulation of the fur of another conspecific with hands or mouth.
**Eating	The individual manipulates or puts inside its mouth fruits, flowers, nectar, gum or animal prey.
**Foraging for fruits and flowers	The individual appears to be visually searching for fruits and flowers.
** Foraging for animal prey	The individual uses manipulative foraging to locate animal prey concealed in sites such as dried leaves and tree barks.
**Travelling	The individual is moving from one place to another, covering a certain distance.

220

221 *Adapted from Muroyama, 1991. **Adapted from Raboy & Dietz, 2004.

222

223 *Individual behavioural differences*

224

225 Differences in the individual behaviour of tamarins were assessed using a test of
 226 exploration/avoidance of a novel object (Réale et al., 2007). Because gaining access to the
 227 individuals for testing was difficult, and hence it was not possible to measure individual
 228 behavioural consistency over time in response to different types of challenge (Gosling, 2001;
 229 Sih, Bell, & Johnson, 2004), we evaluated individual tamarin behaviour in this context alone
 230 (Réale et al., 2007).

231 One week before the start of behavioural data collection, we presented animals with a
 232 homemade flag (0.60 m length x 0.45 m height) of white fabric with five black dots (\varnothing : 5.0
 233 cm) on both sides of the flag. We set up the flag the day before the test and after animals had
 234 entered a tree hollow to sleep. The flag was set up in front of the entrance to the hollow, at a
 235 distance of 2.0 m on average from the sleeping site.

236 During the novel object test, we video-recorded individual's response to the novel
237 object when each one left the sleeping site and saw the flag for the first time, using a
238 camcorder (DCR-SR45 Sony, Tokyo, Japan) for later video analysis. On most occasions, each
239 individual left the tree hollow separately, but on two occasions (one in group ALM and
240 another in group RIB) the next animal to leave put its head out of the tree hollow and watched
241 the reaction of the previous one. Individual behaviour in the test analysis was assessed using a
242 subjective rating approach validated for other species (cats: Feaver, Mendl, & Bateson, 1986;
243 cattle: Sant'Anna & Paranhos da Costa, 2013; peccary: Nogueira et al., 2015) and adapted for
244 golden-headed lion tamarins. The video clips (30 seconds) with each lion tamarin's reaction
245 to the novel object were shown to three experts with experience in animal behaviour
246 observations who had not participated in data collection (SSCN, SLGNF, and ASF). The
247 judges were instructed to evaluate the animal's behaviour during the flag test in terms of 14
248 adjectives providing descriptors of tamarin behavioural style: 'relaxed', 'apathetic', 'calm',
249 'agitated', 'fearful', 'curious', 'stressed', 'alert', 'tense', 'active', 'shy', 'smart', 'bold', and
250 'cautious'. For each adjective (which was accompanied by a written definition (see Rouff,
251 Sussman, & Strube, 2005), each judge placed a mark on a visual analogue scale represented
252 by a line of 125 mm with a minimum value (0) at the left end of the line representing absence
253 of the behavioural characteristic and the maximum value (125) representing the most intense
254 manifestation. The scores were obtained by measuring the distance in millimetres from the
255 left end of the line to the judges' marks. The adjectives were previously chosen by
256 primatologists' researchers (BR and DSF- who had not participated in data collection) based
257 on studies of personality in nonhuman primates (*Macaca silenus*: Rouff, Sussman, & Strube,
258 2005; *Macaca nigra*, *Macaca sylvanus*, *Saimiri sciureus*: Baker, Lea, Melfi, 2015), and on
259 tamarin behavioural repertoire.

260

261 *Faecal samples collection and parasite analysis*

262

263 While following groups for behavioural data collection, we gathered fresh faeces non-
264 invasively from identified individuals immediately after defecation to determine both parasite
265 load and faecal glucocorticoid metabolite concentrations. Faeces were collected only during
266 the morning until midday to minimize confounding effects of circadian rhythms on hormone
267 levels. After collection, part of each sample was weighed and immediately preserved in 4%
268 buffered formalin solution for later parasitological analysis (Monteiro et al., 2007). Sample
269 weights ranged from approximately 0.5 to 1.5 g of faeces. Parasite identification and parasite
270 load (EPG: number of eggs/g faeces) were determined following a modified Ritchie's
271 technique adopted by Monteiro, Jansen, & Pinto (2003) and Monteiro et al. (2007) for golden
272 lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*). Nevertheless, due to the small amount of faeces
273 collected per individual, we could not test for faecal flotation (Willis method) (Gillespie,
274 2006). Part of this material was sent to Universidade Federal de Minas Gerais, Brazil for
275 parasitological identification.

276

277 *Faecal glucocorticoid metabolites concentration (FGCM) analysis*

278

279 Part of each faecal sample mentioned before was used to assess the individual's
280 glucocorticoid metabolite concentration. These samples were individually stored in Eppendorf
281 plastic tubes labelled with individual identity, date and hour and kept inside Styrofoam at a
282 mean temperature of 7°C until return to the field station in the evening after behavioural data
283 collection. Faecal samples were subsequently refrigerated (-20°C) at the field laboratory. On

284 the following day, we took the faecal samples to Universidade Estadual de Santa Cruz where
285 they were thawed to prepare for freeze-drying (FreeZone® Plus 4.5 l Cascade Benchtop,
286 LABCONCO) following (Wasser et al., 2000).

287 The freeze-dried samples were sent to the Laboratory of Hormonal Measurements at
288 the Federal University of Rio Grande do Norte, Brazil. In this laboratory an ELISA
289 immunoassay for glucocorticoid metabolites, in which cortisol is the main hormone (around
290 60%), was performed in line with methods described by (Sousa & Ziegler, 1998).
291 Accordingly, 0.1 g of faeces was weighed, and steroids were extracted into 5 ml of ethanol at
292 50%. A 500 µl aliquot was reserved for solvolysis (Ziegler et al., 1996) and after this
293 procedure samples were resuspended in 500 µl of ethanol and stored at 5°C until assay
294 quantification.

295 The polyclonal anticortisol R4866 was used at dilution of 1:16.000 and the enzyme
296 horseradish peroxidase conjugated to the antigen used at dilutions of 1:75.000. Both were
297 obtained from University of California (Davis, CA, USA). The standard curves ranged from
298 3.16 to 1000 pg/ml. For assay precision assessment, intra- and inter-assay coefficients of
299 variation (CV) were calculated. For intra-assay CV, the measured concentrations were used
300 from samples run in duplicates in each assay, while inter-assay CV was estimated from
301 concentrations of a high (30 % of binding) and low control (70 % of binding) run in each
302 assay. Intra- and inter-assay CVs were 2.5 ± 1.3 % and 8.7 ± 3.0 %, respectively. For
303 subsequent analysis, we used the individuals' glucocorticoid metabolites concentration mean
304 obtained from each animal for which we had at least three samples collected in three different
305 months over the study period.

306

307

308 *Analysis of individuals' sociality*

309

310 We used grooming interactions to assess the sociality of each individual in the tamarin
311 groups. Through the observations, we identified the givers and receivers of grooming
312 interactions and, using the software package SOCPROG 2.8 (Whitehead, 2009) we obtained
313 the eigenvector centrality of each tamarin in the grooming interactions. The eigenvector
314 centrality measures the importance of a node (that is, an individual) in a network. Individuals
315 with high eigenvector centralities are connected to many other individuals that are, in turn,
316 connected to many individuals (Whitehead, 2009). Following, we also used the software
317 package SOCPROG 2.8 (Whitehead, 2009) to obtain the network diagrams of social
318 grooming for each group. From such network diagrams, we obtained the number of grooming
319 partners of each individual allowing to test the correlation of this parameter with the parasite
320 load following Wren et al. (2016).

321

322 *Data analyses and statistics*

323

324 To assess individual behavioural characteristics during the novel object test (flag), we
325 followed the method of Feaver, Mendl, & Bateson (1986). This method is based on non-
326 parametric analysis, which is a more appropriate method for small sample sizes ($N < 40$)
327 (Feaver, Mendl, & Bateson, 1986). In this analysis, seven golden-headed lion tamarins listed
328 in Table 1 (13CF, 21CM, 23CM, 12CM, 120DF, 121DF, and 126DM) were not included
329 because they were not present in the groups at the time of the test or we were unable to
330 identify them during the novel object test. From the 14 adjectives used during subjective
331 ratings (cited above), we used only those with Kendall's coefficients of concordance ($W >$

332 0.70 among the three judges, as recommended by (Feaver, Mendl, & Bateson, 1986). Six out
 333 of 14 adjectives (calm, agitated, fearful, stressed, shy, and bold, Table 3) showed $W > 0.70$
 334 inter-judge concordance and were used to assess responses in the novel object test.

335

336 Table 3. Inter-observer Kendall's concordance coefficients (W) of ratings of free-living
 337 golden-headed lion tamarins' behaviours.

338

Adjective	W	P
Active	0.55	<0.05
Agitated	0.84	<0.05
Alert	0.63	<0.05
Apathetic	0.54	<0.05
Bold	0.80	<0.05
Calm	0.92	<0.05
Cautious	0.61	<0.05
Curious	0.64	<0.05
Fearful	0.80	<0.05
Relaxed	0.60	<0.05
Shy	0.81	<0.05
Smart	0.40	<0.05
Stressed	0.76	<0.05
Tense	0.66	<0.05

339

340 Items in bold type are those in which the inter-observer Kendall's concordance coefficients
 341 (W) were greater than 0.70 and thereby qualified for use in further analysis.

342

343 For each one of these most reliable six adjectives we calculated the mean value of the
 344 observers' ratings for each individual. Thereafter, to reduce the influence of distributional
 345 effects, the ratings of the three judges were converted to a z-score [(individual score -
 346 mean)/SD]. These mean z-scores were then checked for between-adjective correlations using
 347 Spearman rank correlation tests. Following that, highly correlated adjective descriptors were
 348 combined to produce z-score ratings, providing an indication of dimensions of behavioural

349 distinctiveness in exploration/avoidance of golden-headed lion tamarins. One derived variable
350 ('confidence') was selected to characterise responses in the novel object test.

351 To test our prediction of relationships between behavioural characteristics with the
352 environment in which the animals live, we compared the proportion of time each tamarin was
353 observed in the behavioural categories related to exploration (eating, foraging for fruits and
354 flowers or animal prey, and travelling) using mixed factorial ANOVA, considering
355 environment (*cabruca* x DFAM) and individual behaviour in the novel object test (high
356 confident or low confident) as independent variables, followed by Tukey *post-hoc* tests when
357 appropriate.

358 We used the same statistical model to compare the proportion of time each tamarin
359 was observed in social grooming. As endoparasites were only recorded in faecal samples from
360 golden-headed tamarins living in DFAM, we compared how parasite load of tamarins (EPG:
361 eggs/g) varied according to individual's behavioural characteristics using the *t*-test.
362 Thereafter, we used Pearson correlation to test for a relationship between the number of
363 grooming partners an individual had and its parasite load (EPG), followed by a linear
364 regression analysis.

365 Subsequently, to test our prediction that the agricultural matrix environment poses a
366 higher level of human disturbance in contrast with *cabruca*, we compared the biometrical
367 measures [body mass (kg) and total length (mm)], general health parameters recorded during
368 sedation [heart rate (bpm); respiratory frequency (mpm), body temperature (°C)], and faecal
369 glucocorticoid metabolites concentration (FGCM - ng/g dry faeces) between environments
370 (*cabruca* x DFAM) using *t*-tests. Before the analyses, we evaluated if all data fulfilled the
371 parametric requirements of normality of residuals and homogeneity of variance, and data were
372 log transformed when necessary. Due to lack of normality, we analysed how the number of

373 grooming partners were affected by sex (females vs. males) and environments (*cabruca* vs.
 374 DFAM) using non-parametric Mann-Whitney tests. The software Statistica 7.0 (StatSoft, Inc.
 375 1984-2004) was used for all analyses, considering a $P < 0.05$ significance level.

376

377 RESULTS

378

379 *Individual behavioural differences in the novel object test*

380

381

382 The six most reliable adjective descriptors of the behaviour of tamarins resulted in two
 383 groups of highly correlated ($r_s > 0.70$ or $r_s < -0.70$) variables (Table 4), which were combined
 384 in three behaviour categories named ‘Explorer’, ‘Unperturbed’, and ‘Equable’ in the
 385 following way:

386 (1) Explorer = (bold + not-fearful)/2

387 (2) Equable = (calm + bold)/2

388 (3) Unperturbed = (calm + not-stressed)/2

389

390 Table 4. Spearman correlations coefficients of mean ratings of descriptor adjectives.

	Calm	Agitated	Fearful	Stressed	Alert	Bold
Calm	-					
Agitated	0.36	-				
Fearful	-0.58	-0.13	-			
Stressed	-0.71	-0.22	0.51	-		
Alert	-0.45	-0.57	0.41	0.11	-	
Bold	0.71	-0.01	-0.72	-0.56	-0.19	-

391 Bold values represent $r_s > 0.70$ or $r_s < -0.70$ used to combine the behavioural descriptors.

392 It should be mentioned that to properly combine the z-scores for each tamarin we
 393 determined the opposite z-scores of the following adjective descriptors: z-scores of not-

394 fearful = (-1) * z-scores of fearful; z-scores of not-stressed = (-1) * z-scores of stressed.
 395 Moreover, there were correlations between explorer and equable rating z-scores ($r_s = -0.92$;
 396 $P < 0.0001$) and between explorer and unperturbed rating z-scores ($r_s = 0.69$; $P < 0.001$), and
 397 there was a correlation between equable and unperturbed rating z-scores ($r_s = 0.81$;
 398 $P < 0.0001$), meaning that these three adjective groups were all highly correlated and likely
 399 corresponded to just one behavioural dimension, named 'confidence', which was used in
 400 further analyses. The all four correlated ratings were combined in the following way:

401

402 (4) Confidence = (bold + calm+ not-fearful + not-stressed)/4

403

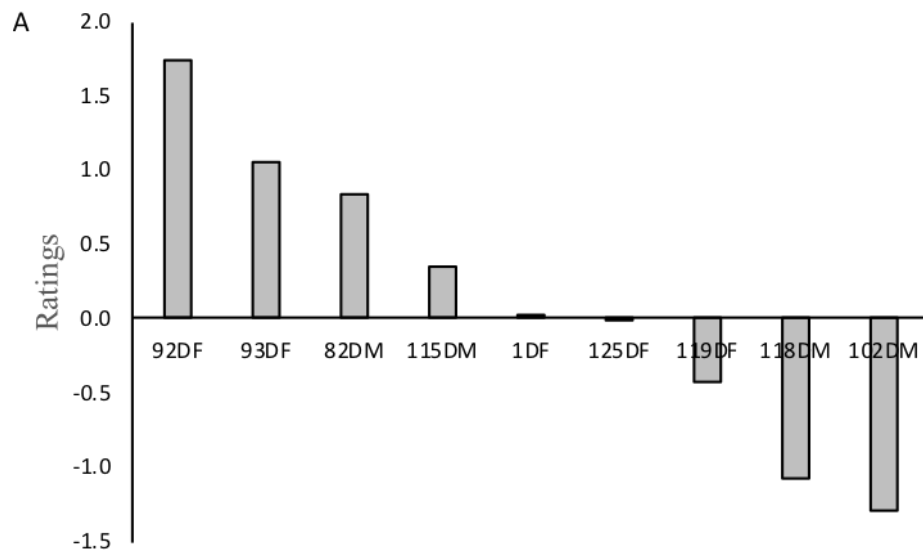
404 There were no differences in the mean (\pm standard deviation-SD) z-scores of the
 405 confidence behavioural category for tamarins living in DFAM and *cabruca* (DFAM:
 406 0.13 ± 0.99 , $N = 9$, *cabruca*: -0.11 ± 0.73 , $N = 11$, t -value = -0.63 , $P = 0.54$). The mean (\pm SD)
 407 z-scores of the confidence behavioural category also did not differ between female and male
 408 tamarins (Female: 0.01 ± 0.80 , $N = 11$; Male: -0.01 ± 0.94 , $N = 9$, t -value = -0.06 , $P = 0.95$).

409 Eight individuals showed derived confidence scores which were above zero and hence
 410 were categorised as being 'high confident'. Of these animals, five lived in DFAM (92DF,
 411 93DF, 82DM, 115DM, and 1DF) (Figure 1A) and three lived in *cabruca* (7CF, 14CM, and
 412 9CF) (Figure 1B). Twelve individuals showed behaviour scores below zero and were
 413 categorised as being 'low confident'. Of these individuals, four lived in DFAM (125DF,
 414 119DF, 118DM, and 102DM) (Figure 1A) and eight lived in *cabruca* (15CF, 5CM, 17CM,
 415 18CF, 19CF, 20CF, 8CM, and 6CF) (Figure 1B).

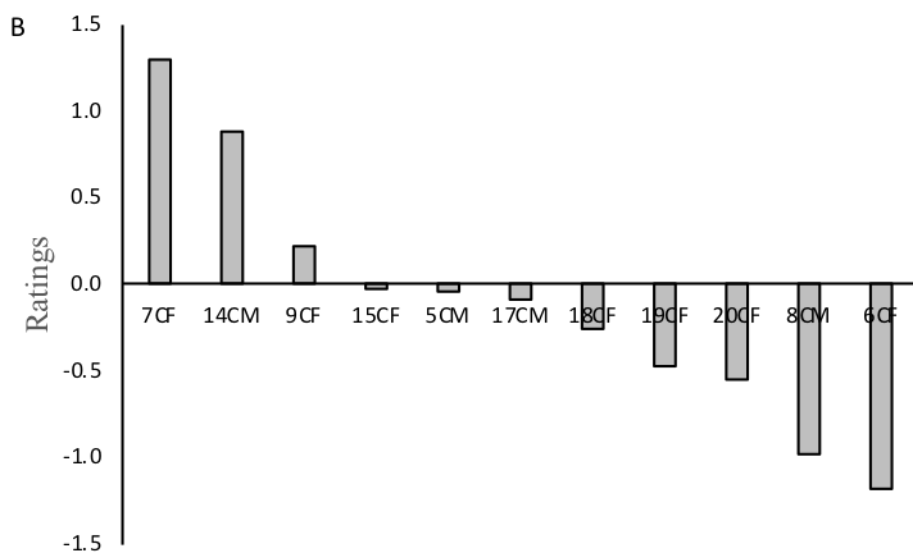
416

417

418



419



420

421

422 Figure 2. Behavioural ratings of tamarins from DFAM (A) and *cabruca* (B) on the confidence
 423 behavioural dimension. The ratings for confidence dimension were obtained from the z-scores
 424 (bold + calm+ not-fearful + not-stressed)/4. The numbers identify the individual tamarin, the
 425 letters D and C the environment (D: DFAM, C: *cabruca*) and M and F correspond to animal's
 426 sex (M: male, F: female).

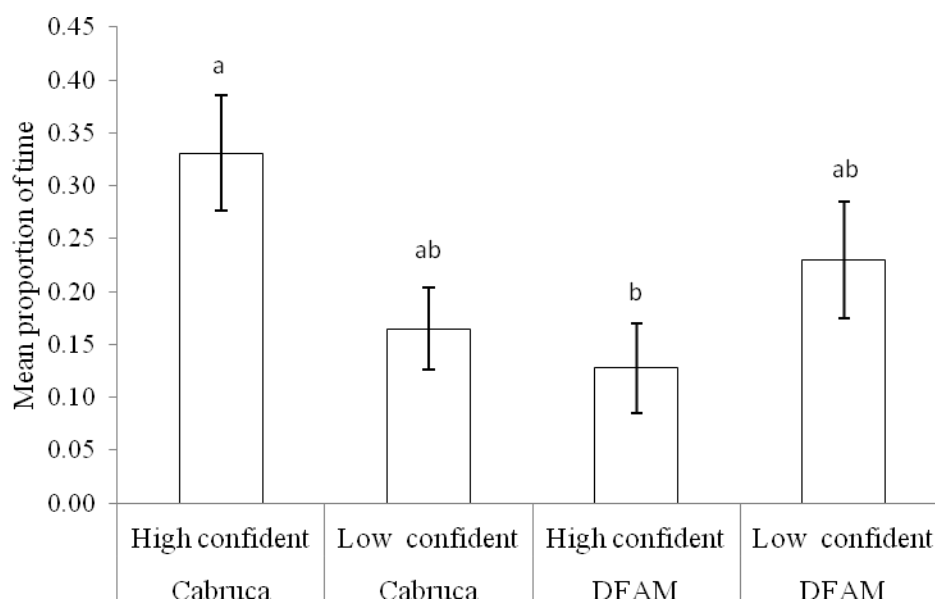
427

428 *Effects of environments and/or behavioural category on time spent in behavioural states,*
 429 *body parameters and parasite load*

430

431 An interaction effect was detected between environment type and behavioural
 432 category ($F_{1,13} = 7.76$, $P = 0.02$) on the proportion of time the tamarins spent on foraging for
 433 animal prey. The *post-hoc* test showed that high confident tamarins living in *cabruca*
 434 environment spent a higher proportion of time on foraging for animal prey than the ones
 435 scored as high confident living in DFAM (Figure 2).

436



437

438

439 Figure 2. Means proportion of time golden-headed lion tamarins spent in foraging for animal
 440 prey according their behavioural category (high confident and low confident) and
 441 environment (DFAM: degraded forest patches in agricultural matrix; *cabruca*: cocoa agro-
 442 forestry). Error bars show standard errors and columns with different letters are significantly
 443 different ($P < 0.05$, Tukey *post-hoc* tests).

444

445 There were no effects of the environment, behavioural characteristics, or their
 446 interaction on the proportion of time that tamarins spent on travelling, foraging for fruits and
 447 flowers, and eating (Table 5). There were also no differences in biometrical measures, general
 448 health parameters, and glucocorticoid metabolites concentration between tamarins living in
 449 cabruca and DFAM (Table 6). The complete information on each individual is presented in
 450 supplementary data (S1).

451

452 Table 5. *F* (and *P* values) of mixed factorial ANOVA performed to compare proportions of
 453 time tamarins spent on travelling, foraging, and eating behavioural categories, considering
 454 environment (*cabruca* x DFAM) and individual behaviour in the novel object test (high
 455 confident and low confident) as independent variables.

Behavioural categories	Environment	Behavioural characteristics	Interaction*
Travelling	1.21 (<i>P</i> = 0.29)	0.30 (<i>P</i> = 0.59)	0.19 (<i>P</i> = 0.67)
Foraging**	1.43 (<i>P</i> = 0.25)	0.15 (<i>P</i> = 0.70)	0.05 (<i>P</i> = 0.83)
Eating	2.63 (<i>P</i> = 0.13)	0.47 (<i>P</i> = 0.50)	0.12 (<i>P</i> = 0.73)

456 *Interaction between environment and behavioural characteristics.

457 ** Foraging for fruits and flowers.

458

459

460 Table 6. Means and standard deviation (SD) of biometrical measures, general health
 461 parameters during sedation, and faecal glucocorticoid metabolite concentrations (FGCM -
 462 ng/g dry faeces) of golden-headed lion tamarins (*Leontopithecus chrysomelas*) living in
 463 *cabruca* (cocoa agro-forestry) and degraded forest patches in agricultural matrix (DFAM)
 464 environments.

Item	<i>Cabruca</i>		DFAM			<i>t</i> -test	<i>P</i>	
	(<i>X</i>)	SD	<i>N</i>	Mean	SD			<i>N</i>
Morphological measures								
Body mass (g)	644	72	9	637	34	8	-0.28	0.78
Total length (mm)	629	27	9	622	31	8	-0.50	0.62
General health parameters								
Heart rate (bpm)	244	14	9	240	47	8	-0.24	0.81
Respiratory frequency (mpm)	38	9	9	44	12	8	1.01	0.33
Body temperature (°C)	37	0.6	9	37	0.5	8	1.15	0.27
FGCM (ng/g dry faeces)	947	442	9	1141	240	8	1.10	0.29

465

466 There were no parasite eggs in faeces samples collected from golden-headed tamarins
 467 living in *cabruca*. In contrast, tamarins living in the DFAM were infected with four types of
 468 parasites: *Prosthenorchis* sp., *Trypanoxyuris* sp., *Primasubulura* sp., and Spiruridae. All
 469 parasites detected except *Prosthenorchis* sp., are nematodes. *Prosthenorchis* sp. is an
 470 Acanthocephala. In DFAM the parasite load (EPG: eggs/g) ranged from zero to 70.4 eggs/g of
 471 faeces (S1), with a mean of 29.8 (SD = 19.6) eggs/g. There was no relationship between
 472 tamarins' behavioural characteristics and parasite load (mean (\pm standard deviation) EPG high
 473 confident: 31.6 ± 24.7 eggs/g, *N* = 5; EPG low confident: 27.0 ± 31.8 eggs/g *N* = 4; *t*-

474 value = 0.25, $P = 0.81$). The complete information on each individual is presented in
475 supplementary data (S1).

476

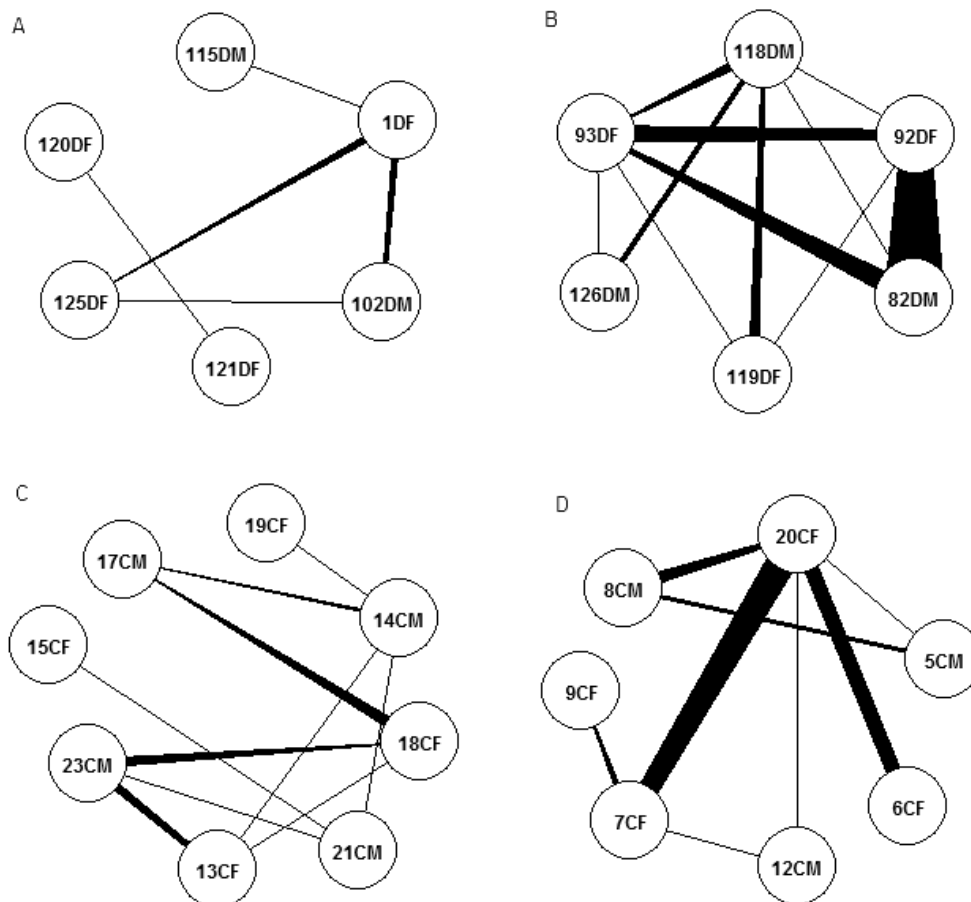
477 *Sociality and parasite load*

478

479 There were no effects of behavioural characteristics ($F_{1,13} = 0.03$, $P = 0.87$),
480 environment ($F_{1,13} = 0.94$, $P = 0.35$) or the interaction between behavioural characteristics
481 and environment ($F_{1,13} = 0.80$, $P = 0.40$) on the proportion of time tamarins spent in social
482 grooming. Social grooming was distributed unevenly among golden-headed tamarins. In
483 general, male and female breeding individuals were involved in a higher grooming interaction
484 rates (Figure 3) and showed higher eigenvector centrality indexes (supplementary data S1).
485 For MRO group, the breeding female 1DF (eigenvector centrality: 0.68) was more involved in
486 social grooming with the breeding male 102DM (eigenvector centrality: 0.63) (Figure 3A)
487 than with other individuals of the group, whose eigenvector centrality ranged from 0.02 to
488 0.34 (Table 6). For RIB group, we identified two breeding females (92DF and 93DF). Female
489 92DF (eigenvector centrality: 0.65) was more involved in social grooming with the breeding
490 male 82DM (eigenvector centrality: 0.65) than with the female 93DF (eigenvector centrality:
491 0.37) (Figure 3B) or other individuals of the group, whose eigenvector centrality ranged from
492 0.02 to 0.09 (supplementary data S1). For ALM group, we also identified two breeding
493 females (18CF and 13CF). Female 18CF (eigenvector centrality: 0.52) was more involved in
494 social grooming with the breeding male 23CM (eigenvector centrality: 0.62) than with the
495 female 13CF (eigenvector centrality: 0.48) (Figure 3C) or other individuals of the group,
496 whose eigenvector centrality ranged from 0.01 to 0.28 (supplementary data S1). In the BOM
497 group (Figure 3D), the breeding female 20CF (eigenvector centrality: 0.70) was most

498 involved in grooming interactions with the female 7CF (eigenvector centrality: 0.57) and with
 499 the male 8CM (eigenvector centrality: 0.25) (Figure 3D). It was not possible to confirm if
 500 male 8CM was the breeding male in this group because we did not record sexual interactions
 501 with the breeding female. The other two males of this group, however, showed lower
 502 eigenvector centrality in grooming interactions than the male 8CM (5CM and 12CM,
 503 eigenvector centrality of 0.11 and 0.09, respectively). These results suggested that the male
 504 8CM was the breeding male of the BOM group.

505



506

507 Figure 3. Network diagrams of the grooming interactions among golden-headed lion
 508 tamarins' groups (A: Manoel Rosa, B: Ribeiro, C: Almada, D: Bomfim). The alphanumeric
 509 code inside the boxes identified the individuals: their number, environment (C: *cabruca* or D:

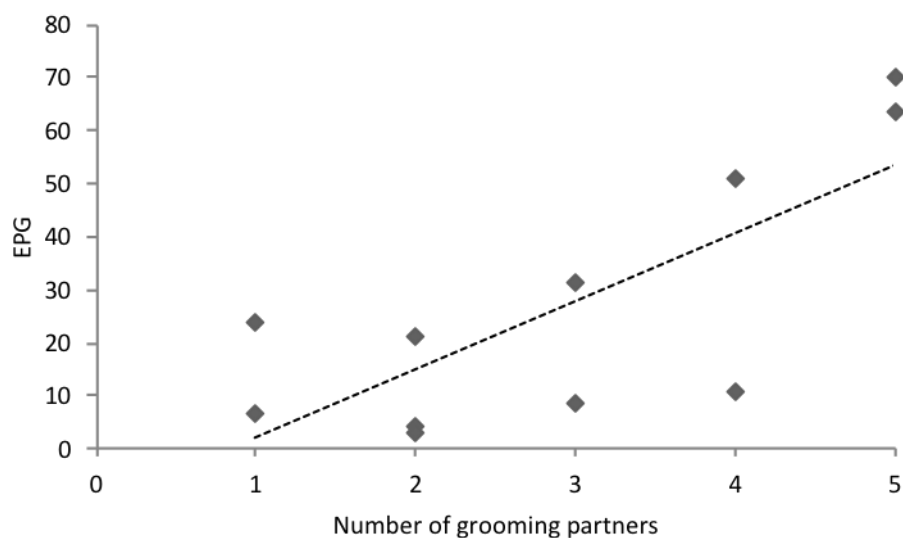
510 DFAM), and sex (M: male or F: female). The arrows point the provider/recipient of the
 511 interaction and its thickness indicates the strength of the interaction rate between individuals.

512

513 Overall, golden-headed tamarins had an average of 2.6 ± 1.3 grooming partners
 514 (supplementary data S1). Females had similar numbers (mean \pm standard deviation) of
 515 grooming partners (2.6 ± 1.4 , $N = 15$) as males (2.6 ± 1.0 , $N = 13$, $Z = 0.14$, $P = 0.89$).
 516 Moreover, tamarins living in *cabruca* had similar numbers of grooming partners (2.4 ± 1.1 ,
 517 $N = 16$) as the ones living in DFAM (2.8 ± 1.4 , $N = 12$, $Z = -0.66$, $P = 0.54$). In DFAM, there
 518 was a correlation between the number of grooming partners that an individual had and its
 519 parasite load ($r_{\text{Pearson}} = 0.75$, $P = 0.01$, $N = 11$). Such relationship followed the linear
 520 regression equation: $\text{EPG} = 12.80$ (number of grooming partners) - 10.50 ($R^2 = 0.57$,
 521 $F_{1,9} = 11.83$, $P = 0.007$, $N = 11$, Figure 4).

522

523



524

525 Figure 4. Relation between number of grooming partners and EPG (number of eggs/g faeces)
526 in golden-headed tamarins in agricultural matrix (DFAM) environment following the linear
527 equation $EPG = 12.80 (\text{number of grooming partners}) - 10.50$ ($R^2=0.57$, $F_{1,9} = 11.83$,
528 $P = 0.007$, $N = 11$).

529 S1. Overview of results from parasitological analysis, parasite load (EPG eggs/g), physiological parameters and faecal glucocorticoid
 530 metabolites concentration mean (FGCM ng/g) and eigenvector centrality in grooming interactions of golden-headed lion tamarins
 531 (*Leontopithecus chrysomelas*) living in *cabruca* (CAB) and degraded forest patches in agricultural matrix (DFAM) environments.

Animal	Group	Environment	Sex	Parasite Identification	EPG mean	Heart rate (bpm)	Respiratory frequency (mpm)	T(°C)	FGCM mean	Eigenvector centrality
14CM	ALM	CAB	M	not present	0.00	240	32	36.4	1522.78	0.17
15CF	ALM	CAB	F	not present	0.00	180	20	34.8	1383.67	0.01
17CM	ALM	CAB	M	not present	0.00	240	60	36.8	118.86	0.28
18CF	ALM	CAB	F	not present	0.00	264	28	36.4	1022.85	0.52
19CF	ALM	CAB	F	not present	0.00	260	40	37.5	1155.71	0.04
5CM	BOM	CAB	M	not present	0.00	228	36	35.3	*	0.11
6CF	BOM	CAB	F	not present	0.00	248	44	37.0	776.67	0.32
7CF	BOM	CAB	F	not present	0.00	248	44	38.0	1382.88	0.57
8CM	BOM	CAB	M	not present	0.00	240	36	37.0	631.46	0.25
9CF	BOM	CAB	F	not present	0.00	240	32	37.5	654.42	0.08
20CF	BOM	CAB	F	not present	0.00	216	32	35.8	1258.13	0.70

82DM	RIB	DFAM	M	<i>Prosthenorchis</i> sp.	8.59	240	32	36.3	926.38	0.65
92DF	RIB	DFAM	F	<i>Prosthenorchis</i> sp.	10.59	252	44	37.1	1331.1	0.65
93DF	RIB	DFAM	F	<i>Prosthenorchis</i> sp. and <i>Trypanoxyuris</i> sp.	63.89	292	60	37.4	1129.28	0.37
118DM	RIB	DFAM	M	<i>Prosthenorchis</i> sp., <i>Primasubulura</i> sp. and Spiruridae	70.42	304	60	37.8	1500.09	0.09
119DF	MRO	DFAM	F	<i>Prosthenorchis</i> sp.	31.14	*	*	*	589.757	0.04
102DM	MRO	DFAM	M	<i>Prosthenorchis</i> sp.	3.27	160	44	37.1	1205.52	0.63
115DM	MRO	DFAM	M	<i>Prosthenorchis</i> sp.	24.05	200	48	37.0	858.727	0.11
125DF	MRO	DFAM	F	<i>Prosthenorchis</i> sp.	6.68	218	23	38.0	861.13	0.34
1SF	MRO	DFAM	F	<i>Prosthenorchis</i> sp.	51.02	*	*	*	1321.18	0.68

532

533 *Data not available. ALM: Almada, BOM: Bomfim, RIB: Ribeiro, MRO: Manoel Rosa, EPG = parasite load (eggs/g); FGCM=Fecal

534 glucocorticoid metabolites concentration; T(°C) = body temperature

535

536 DISCUSSION

537

538 As expected, free-living golden-headed lion tamarins showed individual differences in
539 their reaction to a novel object test. Furthermore, 'high confident' individuals in this test who
540 lived in the degraded forest fragments in agricultural matrix (DFAM) spent less time on
541 substrate manipulation, foraging for animal prey, in comparison with 'high confident' ones
542 living in *cabruca*. As we also expected, more sociable individuals showed higher parasite
543 loads. In addition, we verified higher levels of parasite load for animals living in DFAM in
544 comparison with those living in *cabruca*. Contrary to our predictions, however, there was no
545 difference between faecal glucocorticoid metabolite concentrations in animals from these
546 environments.

547 Responses to novelty in tests may indicate an individuals' propensity to explore or
548 avoid a potential threat (Liebl & Martin, 2012; Réale et al., 2007) and it was interesting that
549 high confident (more 'bold' and 'calm', whilst less 'fearful' and 'stressful') tamarins in
550 DFAM spent less time on foraging for prey than high confident ones living in *cabruca*.
551 Tamarins routinely show substrate manipulation searching for animal prey (Catenacci et al.,
552 2016a; Raboy & Dietz, 2004), and we can only speculate as to the reason for this difference.
553 The possible explanation for this unexpected result is the parasite infection for animals living
554 in DFAM. The mainly infection symptoms of *Prosthenorchis* sp., the main parasite species
555 found in DFAM, are loss of appetite, diarrhoea, and progressive weakness before dying, if
556 highly infected (Catenacci et al., 2016a). Thus, the *Prosthenorchis* sp. infection in DFAM
557 probably explain the little time spent on foraging for animal prey recorded for the high
558 confident individuals in this environment. In addition, supporting our hypothesis the most

559 infected animals in DFAM were the breeder's individuals, whom performed more grooming
560 as well.

561 It has been stated that sociality usually improves animal's health (Capitanio 2011;
562 Robinson et al., 2018; Jin et al., 2013). Social grooming, for instance, is important for
563 removal of ectoparasites, maintenance of social bonds and/or to reduce social tension in
564 groups of non-human primates (Dunbar, 1991; Lehmann, Korstjens, & Dunbar, 2007).
565 Indeed, in our study we observed that breeding female and male of the groups showed more
566 grooming interactions with each other, probably to reinforce their pair bond. In addition, our
567 data suggests that the individual's eigenvector centrality may be used to identify the putative
568 breeding male in golden-headed tamarin groups when there is no record of sexual
569 interactions. Therefore, this needs to be confirmed in further studies. Social grooming,
570 however, can increase the risk of transmission of parasites due to direct contact with infected
571 individuals and ingestion of ecto and endoparasites (Gillespie, 2006; Drew 2010; MacIntosh
572 et al., 2012). In agreement with this, we found a positive relationship between the number of
573 grooming partners and parasite load for animals from DFAM. We speculate that faecal
574 contamination of fur and skin may occur in golden-headed tamarins. If so, the groomer may
575 ingest some larvae during grooming, as suggested for wild vervet monkeys (*Chlorocebus*
576 *aethiops*), a species in which a positive correlation between the number of grooming partners
577 and intestinal parasites infection was also observed (Wren et al., 2016). The same was
578 recorded for Japanese macaques: the individuals that occupy more central positions in
579 grooming networks showed more infection by nematodes (MacIntosh et al., 2012). Our study,
580 together with other findings (MacIntosh et al., 2012; Wren et al., 2016) shows the importance
581 of investigating social bonds among individuals to provide information about the direction of
582 endoparasite transmission. The contamination of tamarins might occur in sleeping site (tree

583 hollow) as well, however, despite this possibility due to animals' proximity inside the tree
584 hollow, the animals vary in terms of parasite infection, as more social the animal, more
585 parasite infection was presented. Thus, without dismissing the possibility of contamination
586 during sleep time, the grooming behaviour seems to be an important contamination
587 mechanism in tamarins.

588 Our prediction that tamarins in DFAM have poorer health was supported by the
589 observation of higher parasite load in the DFAM compared to the *cabruca*. In our study, the
590 principal parasite that infested animals from DFAM was *Prosthenorchis* sp., an
591 acanthocephalan helminthic. This parasite has a complex life cycle, having invertebrates as
592 intermediate hosts, and vertebrates as final hosts (Machado-Filho, 1950). The transmission
593 between tamarins possibly occurred by sharing contaminated food (invertebrates), a typical
594 behaviour observed for this species (Moura, Nunes, & Langguth, 2010), or sites of food found
595 in bromeliads, increasing chances of infection among more sociable individuals.
596 *Prosthenorchis* sp. infection is associated with apathy, inappetence and gastrointestinal
597 symptoms; and may cause high mortality in primates (Catenacci et al., 2016b; Pissinatti et al.,
598 2007). This information raises questions on how tamarins are coping with altered
599 environments and how this high level of infection affects individual health, reproduction, and
600 ultimately individual and species survival. Moreover, we do not know how different levels of
601 disturbance may affect tamarin health and welfare. Therefore, more investigation is needed to
602 understand the causes of the abundant presence of *Prosthenorchis* sp. and its relationship with
603 tamarins in DFAM. In turn, the absence of *Prosthenorchis* sp. in *cabruca* may be explained
604 by the use of pesticides in this plantation system which may disturb insect populations
605 (Delabie, 1990), which are the intermediate hosts of *Prosthenorchis* sp. (e.g. Blattodea and
606 Coleoptera; (Stunkard, 1965), and part of the tamarins' diet (Catenacci et al., 2016a). Thus,

607 the decreased density of insects in *cabruca* probably avoids and/or reduces the chances of
608 tamarin contamination.

609 Other factors, such as stress and inferior nutritional condition in fragmented
610 environments can affect host susceptibility to parasites (Santicchia et al., 2015). However, the
611 basal faecal glucocorticoid metabolites concentration (FGCM) did not differ between the
612 studied environments. Moreover, the FGCM levels were within normal ranges shown for the
613 genus *Leontopithecus* (Wark et al., 2016). This result is unexpected, because DFAM
614 environment supposedly presents a more challenging environment for the animals due to
615 anthropogenic impacts such as deforestation for agricultural purposes and opening of roads,
616 compared to *cabruca*. On the other hand, tamarins are exposed to high levels of natural
617 predation risk in *cabruca* (Oliveira & Dietz, 2011), which represent another ecological
618 challenge.

619 Usually, animals facing environmental stressors such as high levels of predation, food
620 scarcity or anthropogenic disturbance as we observed in both environments have higher
621 glucocorticoid levels (Busch & Hayward, 2009; Rangel-Negrín et al., 2009). In a study with
622 howler monkeys (*Alouatta pigra*) living in fragmented forest, for instance, glucocorticoid
623 levels were higher compared to animals living in continuous forest (Martinez-Mota et al.,
624 2007). In general, food scarcity is an important factor responsible for poor welfare and
625 increase of glucocorticoids in the wild (Irwin, 2007; Moreira et al., 2016). However, food
626 availability seems not to be a great challenge for tamarins as the proportion of time spent in
627 foraging and eating fruits were similar in both environments. This might be because this
628 species can eat several fruit species available in fragmented forest (Cardoso et al., 2011;
629 Catenacci et al., 2016a). Stress hormone levels may reflect current levels of disturbance
630 (Beehner & Bergman, 2017) but their links with long-term fitness are much less clear (Busch

631 & Hayward, 2009). Glucocorticoid metabolite data should thus be interpreted carefully
632 (Dawkins et al., 2004; Nogueira et al., 2011) and alongside other indicators of animal welfare
633 such as the behavioural and health indicators measured here.

634 There is little information on health parameters of tamarins and because of this, the
635 health and physiological data collected here were compared with reports for the genus
636 *Leontopithecus*. Comparisons indicated that the respiratory frequency, heart rate, and body
637 temperature of tamarins recorded under anaesthesia in both environments were within normal
638 range for the genus (Verona & Pissinati, 2014). Overall, the clinical examination and health
639 parameters evaluated in our study suggest that tamarins were within acceptable health
640 parameters despite the parasite infections and the environmental challenges found in DFAM.

641 Overall our results point to associations between individual differences in behaviour in
642 test situations, and behaviour under free-living conditions, and between social structure and
643 parasite transmission. Whilst the precise reasons for these associations, and their causal
644 direction, cannot be determined from the current data, further research may indicate whether
645 they support the notion that social behaviour plays an important role in ecological and
646 evolutionary processes (Smith & Blumstein, 2008; Wolf & Weissing, 2012). If so, a better
647 understanding of individual differences may have implications for conservation strategies of
648 the golden-headed lion tamarin, such as forest restoration aiming to regain ecological integrity
649 and enhance tamarin's welfare in a challenging environment – the Brazilian Atlantic forest.

650

651 ACKNOWLEDGEMENTS

652

653 We are grateful to Jiomario Souza, Zaqueu da Silva Santos, Edilson dos Santos and
654 Diego Correia for help with data collection. We also thank Uillians Volkart de Oliveira, Prof.

655 Allan L. Melo and Prof. Alexandre Munhoz for parasitological analysis. We thank Raíssa
656 Nóbrega for help with FGCM analysis. TSOC was supported by FAPESB (#2723/2015) and
657 CAPES (#019/2016). This work was supported by the Coordination for the Improvement of
658 Higher Education Personnel (CAPES/ PNPd), UESC and the National Council for Scientific
659 and Technological Development (CNPq) (Processes #300587/2009-0 and #306154/2010-2).
660 This study was also financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de
661 Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001. SSCN and SLGNF received grant from
662 CAPES (Processes #88881.119854/2016-01 and #88881.119838/2016-01, respectively). This
663 study was supported by FAPESB (#011/2015), University of Santa Cruz-UESC and Project
664 BioBrasil/Royal Zoological Society of Antwerp (Belgium).

665

666

667

668 REFERENCES

669

670 Acevedo-Whitehouse, K., & Duffus, A.L.J. (2009). Effects of environmental change on
671 wildlife health. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological*
672 *Sciences*, 364, 3429–3438. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0128>

673

674 Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49, 227–
675 267.

676

677 Amato, K.R., Yeoman, C. J., Kent, A., Righini, N., Carbonero, F., Estrada, A., Gaskins, H.R.,
678 Stumpf, R.M., Yildirim, S., Torralba, M. et al. (2013). Habitat degradation impacts black

679 howler monkey (*Alouatta pigra*) gastrointestinal microbiomes. *The ISME journal*, 7, 1344–
680 1353.

681

682 Anderson, J., Rowcliffe, J.M., & Cowlshaw, G. (2007). Does the matrix matter? A forest
683 primate in a complex agricultural landscape. *Biological conservation*, 135, 212 –222.
684 <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.10.022>

685

686 Aureli, F., & Yates, K.(2010). Distress prevention by grooming others in crested black
687 macaques. *Biology Letters*, 6, 27–29. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2009.0513>

688

689 Baker, K.R., Lea, S.E.G., & Melfi, V.A. (2015). Comparative personality assessment of three
690 captive primate species: *Macaca nigra*, *Macaca sylvanus*, and *Saimiri sciureus*. *International*
691 *Journal of Primatology*, 36, 625–646. <https://doi.org/10.1007/s10764-015-9843-3>

692

693 Balestri, M., Barresi, M., Campera, M., Serra, V., Ramanamanjato, J. B., Heistermann, M., &
694 Donati, G. (2014). Habitat degradation and seasonality affect physiological stress levels of
695 *Eulemur collaris* in littoral Forest Fragments. *PloS One*, 9, 1-11.
696 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107698>

697

698 Barber, I., & Dingemanse, N.J. (2010). Parasitism and the evolutionary ecology of animal
699 personality. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological*
700 *Sciences*, 365, 4077–4088. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0182>

701

- 702 Barber, I., Mora, A.B., Payne, E.M., Weinersmith, K.L., & Sih, A. (2017). Parasitism,
703 personality and cognition in fish. *Behavioural processes*, 141, 205–219.
704 <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2016.11.012>
705
- 706 Baugh, A.T., Schaper, S.V., Hau, M., Cockrem, J.F., Goede, P., & VanOers, K. (2012).
707 Corticosterone responses differ between lines of great tits (*Parus major*) selected for
708 divergent personalities. *General and comparative endocrinology*, 175, 488-494.
709 <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2011.12.012>
710
- 711 Beehner, J.C., & Bergman, T.J. (2017). The next step for stress research in primates: To
712 identify relationships between glucocorticoid secretion and fitness. *Hormones and Behavior*,
713 91, 68-83. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2017.03.003>
714
- 715 Bohn, S.J., Webber, Q.M.R., Florko, K.R.N., Paslawski, K.R., Peterson, A.M., Piche, J.E.,
716 Menzies, A.K., & Willis, C.K.R. (2017). Personality predicts ectoparasite abundance in an
717 asocial sciurid. *Ethology*, 1–11. <https://doi.org/10.1111/eth.12651>
718
- 719 Breuner, C.W., Patterson, S.H., & Hahn, T.P. (2008). In search of relationships between the
720 acute adrenocortical response and fitness. *General and comparative endocrinology*, 157, 288–
721 295. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2008.05.017>
722
- 723 Busch, D.S., & Hayward, L.S. (2009). Stress in a conservation context: A discussion of
724 glucocorticoid actions and how levels change with conservation-relevant variables. *Biology*
725 *Conservation*, 142, 2844–2853. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.08.013>

726

727 Capitanio, J. P. (2011). Individual differences in emotionality: social temperament and
728 health. *American Journal of Primatology*, 73, 507-515. <https://doi.org/10.1002/ajp.20870>

729

730 Cardoso, N. A., Le Pendu, Y., Lapenta, M. J., & Raboy, B. E. (2011). Frugivory patterns and
731 seed dispersal by golden-headed lion tamarins (*Leontopithecus chrysomelas*) in Una
732 Biological Reserve, Bahia, Brazil. *Mammalia*, 75, 327–337.

733 <https://doi.org/10.1515/MAMM.2011.042>

734

735 Catenacci, L.S., De Vleeschouwer, K.M., & Nogueira-Filho, S.L.G. (2009). Seed dispersal by
736 golden-headed lion tamarins *Leontopithecus chrysomelas* in Southern Bahian Atlantic Forest,
737 Brazil. *Biotropica*, 41, 744–750. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2009.00530.x>

738

739 Catenacci, L.S., De Vleeschouwer, K.M., Pessoa, M., & Nogueira-Filho, S.L.G. (2016a). Diet
740 and feeding behavior of *Leontopithecus chrysomelas* (Callitrichidae) in degraded areas of the
741 Atlantic Forest of South-Bahia, Brazil. *International Journal of Primatology*, 37, 136–157.
742 <https://doi.org/10.1007/s10764-016-9889-x>

743

744 Catenacci L.S., Colosio, A. C., Oliveira, L. C., De Vleeschouwer, K. M., Munhoz, A. D.,
745 Deem, S. L., & Pinto, J. M. (2016b). Occurrence of *Prosthenoorchis elegans* in free-living
746 primates from the Atlantic Forest of Southern Bahia, Brazil. *Journal of wildlife diseases*, 52,
747 364-368. <https://doi.org/10.7589/2015-06-163>

748

749 Catenacci, L.S., Raboy, B. E., Oliveira, L.C., Neves, L.G., Gouveia, P. S., Deem, S., & De
750 Vleeschouwer, K. M. (*in press*). *Leontopithecus chrysomelas*: 25 years of experience in
751 methods to capture and to collect biological material. *Boletim da Sociedade Brasileira de*
752 *Mastozoologia*.

753

754 Cavigelli, S.A. (2005). Animal personality and health. *Behaviour*, 142, 1223-1244.

755

756 Coimbra-Filho, A.F., & Mittermeier, R.A. (1973). Distribution and Ecology of the Genus
757 *Leontopithecus* Lesson, 1840 in Brazil. *Primates*, 14, 47-66.

758

759 Colombo, A. F., & Joly, C. A. (2010). Brazilian Atlantic Forest lato sensu: the most ancient
760 Brazilian forest, and a biodiversity hotspot, is highly threatened by climate change. *Brazilian*
761 *Journal of Biology*, 70, 697-708. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842010000400002>

762

763 Dawkins, M.S., Edmond, A., Lord, A., Solomon, S., & Bain, M. (2004). Time course of
764 changes in egg-shell quality, faecal corticosteroids and behaviour as welfare measure in
765 laying hens. *Animal Welfare*, 13, 321–327.

766

767 De Vleeschouwer, K. M., & Oliveira, L.C. (2017). Report on the presence of a group of
768 golden-headed lion tamarins (*Leontopithecus chrysomelas*), an endangered primate species in
769 a rubber plantation in southern Bahia, Brazil. *Primate Biology*, 4, 61–67.
770 <https://doi.org/10.5194/pb-4-61-2017>

771

- 772 Deem, S.L., Karesh, W.B., & Weisman, W. (2001). Putting theory into practice: Wildlife
773 health in conservation. *Conservation Biology*, 15, 1224-1233. <https://doi.org/10.1111/j.1523->
774 [1739.2001.00336.x](https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2001.00336.x)
- 775
- 776 Delabie, J.H.C. (1990). The ant problems of cocoa farms in Brazil. *Applied myrmecology: A*
777 *world perspective*, 555–569.
- 778
- 779 Delarue, E.M.P., Kerr, S.E., & Rymer, T.L. (2015). Habitat complexity, environmental
780 change and personality: a tropical perspective. *Behavioural Processes*, 120, 101-110.
781 <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2015.09.006>
- 782
- 783 DeVries, A.G., Glasper, E.R., & Detillion, C.E. (2003). Social modulation of stress responses.
784 *Physiology & Behavior*. 79, 399-407. [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(03\)00152-5](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(03)00152-5)
- 785
- 786 Dietz, J., De Sousa, S., & Billerbeck, R. (1996). Population dynamics of golden-headed lion
787 tamarins in Una Reserve, Brazil. *Dodo, Journal of the Wildlife Preservation Trusts*, 32, 115–
788 122.
- 789
- 790 Drewe, J.A. (2010) Who infects whom? Social networks and tuberculosis transmission in
791 wild meerkats. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, 277, 633–642.
792 <https://doi.org/10.1098/rspb.2009.1775>
- 793
- 794 Dunbar, R.I.M. (1991). Functional significance of social grooming in primates. *Folia*
795 *Primatologica*, 57, 121-131. <https://doi.org/10.1159/000156574>

796

797 Estrada, A., Raboy, B., & Oliveira, L.C. (2012). Agroecosystems and primate conservation in
798 the tropics: a review. *American Journal of Primatology*, 74, 696–711.
799 <https://doi.org/10.1002/ajp.22033>

800

801 Feaver, J., Mendl, M., & Bateson, P. (1986). A method for rating the individual
802 distinctiveness of domestic cats. *Animal Behaviour*, 34, 1016-1025.
803 [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(86\)80160-9](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(86)80160-9)

804

805 Galvão-Coelho, N.L., Silva, H.P.A., & Sousa, M.B.C. (2012). The influence of sex and
806 relatedness on stress response in common marmosets *Callithrix jacchus*. *American Journal*
807 *of Primatology*, 74, 819- 827. <https://doi.org/10.1002/ajp.22032>

808

809 Garcia-Longoria, L., Garamszegi, L.Z., & Møller, A.P. (2014). Host escape behavior and
810 blood parasite infections in birds. *Behavioral Ecology*, 25, 890–900.
811 <https://doi.org/10.1093/beheco/aru066>

812

813 Gillespie, T.R. (2006). Noninvasive assessment of gastrointestinal parasite infections in free-
814 ranging primates. *International Journal of Primatology*, 27, 1129-1143.
815 <https://doi.org/10.1007/s10764-006-9064-x>

816

817 Godfrey, S.S., Bull, C.M., James, R., & Murray, K. (2009). Network structure and parasite
818 transmission in a group living lizard, the gidgee skink, *Egernia stokesii*. *Behavioral Ecology*
819 *and Sociobiology*, 63, 1045–1056. <https://doi.org/10.1007/s00265-009-0730-9>

820

821 Gosling, S.D. (2001). From mice to men: what can we learn about personality from animal
822 research? *Psychological Bulletin*, 127, 45-86. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.127.1.45>

823

824 Horváth, G., Martin, J., Lopez, P., Garamszegi, L.Z., Bertok, P., & Herczeg, G. (2016). Blood
825 parasite infection intensity covaries with risk-taking personality in male carpetan rock lizards
826 (*Iberolacerta cyreni*). *Ethology*, 122, 355–363. <https://doi.org/10.1111/eth.12475>

827

828 Irwin, M. T. (2007). Living in forest fragments reduces group cohesion in diademed sifakas
829 (*Propithecus diadema*) in Eastern Madagascar by reducing food patch size. *American Journal*
830 *of Primatology*, 69, 434–447. <https://doi.org/10.1002/ajp.20360>

831

832 Jin, J., Su, Y., Tao, Y., Guo, S., & Yu, Z. (2013). Personality as a predictor of general health
833 in captive golden snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus roxellana*). *American journal of*
834 *primatology*, 75, 524-533. <http://dx.doi.org/10.1002/ajp.22127>

835

836 Kierulff, M.C.M., Rylands, A.B., Mendes, S.L., & Oliveira, M.M. (2008). *Leontopithecus*
837 *chrysomelas*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3.
838 <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 09 May 2015.

839

840 Koolhaas, J. M., Boer, S.F., Coppens, C.M., & Buwalda, B. (2010) Neuroendocrinology of
841 coping styles: Towards understanding the biology of individual variation. *Frontiers in*
842 *Neuroendocrinology*, 31, 307–321. <https://doi.org/10.1016/j.yfrne.2010.04.001>

843

- 844 Kumaresan, V., Palanisamy, R., Pasupuleti, M., & Arockiaraj, J. (2017). Impacts of
845 environmental and biological stressors on immune system of *Macrobrachium rosenbergii*.
846 *Reviews in Aquaculture*, 9, 283–307. <https://doi.org/10.1111/raq.12139>
847
- 848 Lehmann, J., Korstjens, A., & Dunbar, R. (2007). Group size, grooming and social cohesion
849 in primates. *Animal Behaviour*, 74, 1617–1629.
850 <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2006.10.025>
851
- 852 Liebl, A.L., & Martin, L.B. (2012). Exploratory behaviour and stressor hyper-responsiveness
853 facilitate range expansion of an introduced songbird. *Proceeding of the Royal Society London*
854 *B - Biological Sciences*, 279, 4375–4381. <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.1606>
855
- 856 Machado-Filho, D.A. (1950). Revisão do gênero *Prostenorchis* Travassos 1915
857 (Acantocephala). *Memorial do Instituto Oswaldo Cruz*, 48, 495–544.
858
- 859 MacIntosh, A. J., Jacobs, A., Garcia, C., Shimizu, K., Mouri, K., Huffman, M. A., &
860 Hernandez, A. D. (2012). Monkeys in the middle: parasite transmission through the social
861 network of a wild primate. *PLoS One*, 7, e51144.
862 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051144>
863
- 864 Martinez-Mota, R., Valdespino, C., Sanchez-Ramos, M.A., & Serio-Silva, J.C. (2007).
865 Effects of forest fragmentation on the physiological stress response of black howler monkeys.
866 *Animal Conservation*, 374, 374–379. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2007.00122.x>
867

- 868 McDougall, P.T., Réale, D., Sol, D., & Reader, S.M. (2006). Wildlife conservation and
869 animal temperament: causes and consequences of evolutionary change for captive,
870 reintroduced, and wild populations. *Animal Conservation*, 9, 39–48.
871 <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2005.00004.x>
872
- 873 Molesti, S., & Majolo, B. (2013). Grooming increases self-directed behaviour in wild Barbary
874 macaques, *Macaca sylvanus*. *Animal Behaviour*, 86, 169–175.
875 <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2013.05.008>
876
- 877 Monteiro, R.V., Dietz, J. M., Beck, B. B., Baker, A. J., Martins, A., & Jansen, A. M. (2007).
878 Prevalence and intensity of intestinal helminths found in free-ranging golden lion tamarins
879 (*Leontopithecus rosalia*, Primates, Callitrichidae) from Brazilian Atlantic forest. *Veterinary*
880 *Parasitology*, 145, 77–85. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.12.004>
881
- 882 Monteiro, R.V., Jansen, A.M., & Pinto, R.M. (2003). Coprological helminth screening in
883 Brazilian free ranging golden lion tamarins, *Leontopithecus rosalia* (L. 1766) (primates,
884 Callitrichidae). *Brazilian Journal of Biology*, 63, 727-729. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842003000400022>
885
886
- 887 Moreira, C.M., Santos, L.P., Sousa, M.B.C., & Izar, P. (2016). Variation in glucocorticoid
888 levels: survival and reproductive demands in wild black capuchins (*Sapajus nigritus*).
889 *International Journal Psychological Research*, 9, 20-29. <http://doi.org/10.21500/20112084.2303>
890

- 891 Mori, S.A., Boom, B.M., Carvalho, A.M., & Santos, T.S. (1983). Southern Bahian moist
892 forests. *The Botanical Review*, 49, 155-232.
- 893
- 894 Moura, A.C.A., Nunes, H.G., & Langguth, A. (2010). Food sharing in lion tamarins
895 (*Leontopithecus chrysomelas*): Does foraging difficulty affect investment in young by
896 breeders and helpers? *International Journal of Primatology*, 31, 848–862.
897 <https://doi.org/10.1007/s10764-010-9432-4>
- 898
- 899 Muroyama, Y. (1991). Mutual reciprocity of grooming in female Japanese macaques (*Macaca*
900 *Fuscata*). *Behaviour*, 119, 161–170.
- 901
- 902 Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., & Kent, J. (2000).
903 Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853 - 858.
- 904
- 905 Nogueira, S.S.C., Calazans, S.G., Costa, T.S.O., Peregrino, H., Nogueira-Filho, S. (2011).
906 Effects of varying feed provision on behavioral patterns of farmed collared peccary
907 (Mammalia, Tayassuidae). *Applied Animal Behaviour Science*, 132, 193–199.
908 <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.04.002>
- 909
- 910 Nogueira, S.S.C., Macedo, J.F., Sant'Anna, A.C., Nogueira-Filho, S.L.G., & Paranhos da
911 Costa, M.J.R. (2015). Assessment of temperament traits of white-lipped (*Tayassu pecari*) and
912 collared peccaries (*Pecari tajacu*) during handling in a farmed environment. *Animal Welfare*,
913 24,291-298. <https://doi.org/10.7120/09627286.24.3.291>
- 914

- 915 Oliveira, L. C., & Dietz, J. (2011). Predation risk and the interspecific association of two
916 Brazilian Atlantic Forest primates in cabruca agroforest. *American Journal of Primatology*,
917 73, 852–860. <https://doi.org/10.1002/ajp.20952>
918
- 919 Oliveira, L. C., Hankerson, S. J., Dietz, J., & Raboy, B. (2010). Key tree species for the
920 golden-headed lion tamarin and implications for shade-cocoa management in southern Bahia,
921 Brazil. *Animal Conservation*, 13, 60–70. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2009.00296.x>
922
- 923 Oliveira, L. C., Neves, L.G., Raboy, B.E., & Dietz, J.M. (2011). Abundance of jackfruit
924 (*Artocarpus heterophyllus*) affects group characteristics and use of space by golden-headed
925 lion tamarins (*Leontopithecus chrysomelas*) in cabruca agroforest. *Environmental*
926 *Management*, 48, 248–262. <https://doi.org/10.1007/s00267-010-9582-3>
927
- 928 Patterson, L.D., & Schulte-Hostedde, A.I. (2011). Behavioural correlates of parasitism and
929 reproductive success in male eastern chipmunks *Tamias striatus*. *Animal Behaviour*, 81,
930 1129-1137. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2011.02.016>
931
- 932 Peres, C. A. (1989). Costs and benefits of territorial defense in wild golden lion tamarins,
933 *Leontopithecus rosalia*. *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 25, 227-233.
934
- 935 Pinto, L.P.S., & Rylands, A.B. (1997). Geographic distribution of the golden-headed lion
936 tamarin, *Leontopithecus chrysomelas*: Implications for its management and conservation.
937 *Folia Primatologica*, 68,161-168. <https://doi.org/10.1159/000157244>

938

939 Pissinatti, L., Pissinatti, A., Burity, C.H.F., Mattos Jr., D.G., & Tortelly, R. (2007).
940 Ocorrência de Acantocephala em *Leontopithecus* (Lesson, 1840) cativos: Aspectos clínico-
941 patológicos. Callitrichidae—Primates. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e
942 Zootecnia, 59, 1473–1477. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352007000600019>

943

944 Raboy, B.E., & Dietz, J.M. (2004). Diet, foraging, and use of space in wild golden-headed
945 lion tamarins. *American Journal of Primatology*, 63, 1-15. <https://doi.org/10.1002/ajp.20032>

946

947 Raboy, B.E., Christman, M.C., & Dietz, J.M. (2004). The use of degraded and shade cocoa
948 forests by endangered golden-headed lion tamarins *Leontopithecus chrysomelas*. *Oryx*, 38,
949 75-83. <https://doi.org/10.1017/S0030605304000122>

950

951 Rangel-Negrín, A., Alfaro, J. L., Valdez, R. A., Romano, M. C., & Serio-Silva, J. C. (2009).
952 Stress in Yucatan spider monkeys: effects of environmental conditions on fecal cortisol levels
953 in wild and captive populations. *Animal Conservation*, 12, 496-502.
954 <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2009.00280.x>

955

956 Réale, D., & Festa-Bianchet, M. (2003). Predator-induced natural selection on temperament in
957 bighorn ewes. *Animal Behaviour*, 65, 463-470. <https://doi.org/10.1006/anbe.2003.2100>

958

- 959 Réale, D., Reader, S.M., Sol, D., McDougall, P.T., & Dingemanse, N.J. (2007). Integrating
960 animal temperament within ecology and evolution. *Biological Reviews*, 82, 291–318.
961 <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2007.00010.x>
962
- 963 Rouff, J.H., Sussman, R.W., & Strube, M.J. (2005). Personality traits in captive lion-tailed
964 macaques (*Macaca silenus*). *American Journal of Primatology*, 67,177–198.
965 <https://doi.org/10.1002/ajp.20176>
966
- 967 Robinson, L. M., Coleman, K., Capitanio, J. P., Gottlieb, D. H., Handel, I. G., Adams, M. J.,
968 ... & Weiss, A. (2018). Rhesus macaque personality, dominance, behavior, and
969 health. *American journal of primatology*, 80, 1-8. <https://doi.org/10.1002/ajp.22739>
970
- 971 Rushmore, J., Bisanzio, D., & Gillespie, T. R. (2017). Making new connections: insights from
972 primate–parasite networks. *Trends in Parasitology*, 33, 547-560.
973 <https://doi.org/10.1016/j.pt.2017.01.013>
974
- 975 Rylands. A.B. (1993). The ecology of the lions tamarins, *Leontopithecus*: some intrageneric
976 differences and comparisons with other callitrichids. In Rylands, A.B. (Ed.), *Marmosets and*
977 *Tamarins: Systematics, Behaviour and Ecology* (pp. 296-313), Oxford: Oxford University
978 Press.
979
- 980 Sant’Anna, A.C., & Paranhos da Costa, M.J.R. (2013). Validity and feasibility of qualitative
981 behavior assessment for the evaluation of Nellore cattle temperament. *Livestock Science*, 157,
982 254–262. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.08.004>

- 983
- 984 Santicchia, F., Romeo, C., Martinoli, A., Lanfranchi, P., Wauters, L.A., & Ferrari, N. (2015).
985 Effects of habitat quality on parasite abundance: do forest fragmentation and food availability
986 affect helminth infection in the Eurasian red squirrel? *Journal of Zoology*, 296, 38–44.
987 <https://doi.org/10.1111/jzo.12215>
- 988
- 989 Sih, A. (2013). Understanding variation in behavioural responses to human-induced rapid
990 environmental change: a conceptual overview. *Animal Behaviour*, 85, 1077–1088.
991 <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2013.02.017>
- 992
- 993 Sih, A., Bell, A., & Johnson, C. (2004). Behavioral syndromes: an ecological and
994 evolutionary overview. *Trends in Ecology & Evolution*, 19, 372–378.
995 <https://doi.org/10.1016/j.tree.2004.04.009>
- 996
- 997 Silk, J. B., Alberts, S. C., & Altmann, J. (2003). Social bonds of female baboons enhance
998 infant survival. *Science*, 302, 1231–1234. <https://doi.org/10.1126/science.1088580>
- 999
- 1000 Smith, B.R., & Blumstein, D.T. (2008) Fitness consequences of personality: a meta-analysis.
1001 *Behavioral Ecology*, 19, 448–455. <https://doi.org/10.1093/beheco/arm144>
- 1002
- 1003 Sousa, M.B.C., & Ziegler, T.E. (1998). Diurnal variation on the excretion patterns of fecal
1004 steroids in common marmoset (*Callithrix jacchus*) females. *American Journal of*
1005 *Primatology*, 46, 105–117. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2345\(1998\)46:2<105::AID-](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2345(1998)46:2<105::AID-AJP1>3.3.CO;2-J)
1006 [AJP1>3.3.CO;2-J](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2345(1998)46:2<105::AID-AJP1>3.3.CO;2-J)

1007

1008 Stunkard, H.W. (1965). New intermediate hosts in the life cycle of *Prostenorchis elegans*
1009 (Diesing, 1851), an acanthocephalan parasite of primates. *The Journal of Parasitology*. 51,
1010 645–649. <https://doi.org/10.2307/3276251>

1011

1012 Verona, C.E., & Pissinati, A. (2014). Primates - Primatas do Novo Mundo. In Cubas. Z.S.,
1013 Silva. J.C.R., & Catão-Dias, J.L. (Eds.), *Tratado de animais selvagens: Medicina Veterinária*
1014 (pp. 358-377). São Paulo: Roca Ltda.

1015

1016 Wark, J.D., Amendolagine, L., Lukas, K. E., Kuhar, C. W., Dennis, P. M., Snowdon, C. T.,
1017 Schoffner, T., & Schook, M. W. (2016). Fecal glucocorticoid metabolite responses to
1018 management stressors and social change in four species of callitrichine monkeys. *Primates*,
1019 57, 267–277. <https://doi.org/10.1007/s10329-016-0514-6>

1020

1021 Wasser, S.K., Hunt, K.E., Brown, J.L., Cooper, K., Crockett, C.M., & Bechert, U. (2000). A
1022 generalized fecal glucocorticoid assay for use in a diverse array of nondomestic mammalian
1023 and avian species. *General and Comparative Endocrinology*, 120, 260–275.
1024 <https://doi.org/10.1006/gcen.2000.7557>

1025

1026 Whitehead, H. (2009). SOCPROG programs: Analyzing animal social structures. *Behavioral*
1027 *Ecology and Sociobiology*. 63, 765–778. <https://doi.org/10.1007/s00265-008-0697-y>

1028

- 1029 Wittig, R.M., Crockford, C., Lehmann, J., Whitten, P.L., Seyfarth, R.M., & Cheney, D.L.
1030 (2008). Focused grooming networks and stress alleviation in wild female baboons. *Hormones*
1031 *and Behavior*, 54, 170–177. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2008.02.009>
1032
- 1033 Wolf, M., & Weissing, F.J. (2012). Animal personalities: consequences for ecology and
1034 evolution. *Trends in Ecology & Evolution*, 27, 452-461.
1035 <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.05.001>
1036
- 1037 Wren, B. T., Remis, M. J., Camp, J. W., & Gillespie, T. R. (2016). Number of grooming
1038 partners is associated with hookworm infection in wild vervet monkeys (*Chlorocebus*
1039 *aethiops*). *Folia Primatologica*, 87, 168-179. <https://doi.org/10.1159/000448709>
1040
- 1041 Ziegler, T.E., Scheffler, G., Wittwer, D.J., Schultz-Darken, N.J., Snowdon, C.T., & Abbott,
1042 D.H. (1996). Metabolism of reproductive steroids during the ovarian cycle in two species of
1043 callitrichids, *Saguinus oedipus* and *Callithrix jacchus*, and estimation of the ovulatory period
1044 from fecal steroids. *Biology of Reproduction*, 54, 91–99.
1045 <https://doi.org/10.1095/biolreprod54.1.91>
1046
- 1047 Zinsstag, J., Schelling, E., Waltner-Toews, D., & Tanner, M. (2011). From “one medicine” to
1048 “one health” and systemic approaches to health and well-being. *Preventive Veterinary*
1049 *Medicine*, 101, 148– 156. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.07.003>

5. ARTIGO CIENTÍFICO II

INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS E DISPONIBILIDADE DE FRUTOS SOBRE A CARGA DE ENDOPARASITAS DO MICO-LEÃO-DA-CARA-DOURADA (*Leontopithecus chrysomelas*) EM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA NO SUL DA BAHIA, BRASIL

Este artigo será submetido ao periódico *American Journal of Primatology* e, portanto, seguirá o formato e regras deste periódico

1 **Influência de fatores ambientais e disponibilidade de frutos sobre a carga de**
2 **endoparasitas do mico-leão-da-cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*) em**
3 **fragmento de Mata Atlântica no Sul da Bahia, Brasil**

4

5 **The effect of environmental factors and fruits availability on parasite load of**
6 **golden-headed lion tamarins (*Leontopithecus chrysomelas*) in fragments of**
7 **Atlantic Forest of Southern Bahia, Brazil**

8

9

10

11 **Running title: Abiotic factors and health of tamarins**

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21 RESUMO

22

23 Fatores abióticos como temperatura, pluviosidade e luz solar podem afetar a disponibilidade
24 de alimentos e, como consequência, influenciar o estado nutricional e a saúde de animais.
25 Adicionalmente, ações antrópicas como desmatamento e fragmentação de habitats podem
26 agravar o estado de conservação de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção como o
27 mico-leão-da-cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*). Foi avaliado o efeito de fatores
28 abióticos, da disponibilidade de frutos e comportamentos (exploração, comer animal e comer
29 frutos) sobre a carga de endoparasitas de indivíduos pertencentes a dois grupos de mico-leão-
30 da-cara-dourada que vivem em um fragmento de Mata Atlântica entremeadado em matriz
31 agrícola no Sul da Bahia, Brasil. Os dados mostram variação na disponibilidade de frutos
32 maduros ao longo do ano, sendo a disponibilidade maior nos meses de dias mais curtos e com
33 menor precipitação. Foi encontrada correlação entre a carga parasitária e a temperatura, sendo
34 que nos meses mais quentes houve menor quantidade de endoparasitas nos animais. Não foi
35 encontrada correlação entre a precipitação, a disponibilidade de frutos e a carga parasitária. A
36 variação da disponibilidade de frutos maduros ao longo do ano sugere que os animais podem
37 ter prejuízo nutricional e aumentem a busca por outras fontes de alimento, tais como insetos, o
38 que pode aumentar o contato com hospedeiros intermediários de endoparasitas, tornando-se
39 mais susceptíveis ao contágio. Este estudo sugere uma relação cíclica entre qualidade do
40 habitat e saúde parasitária de *L. chrysomelas* mostrando que alterações de fatores ambientais
41 como temperatura e disponibilidade de frutos podem afetar o estado de saúde desta espécie.

42

43 Palavras-chave: Conservação; Disponibilidade de frutos; Parasitas; Primatas.

44

45

46 Destaques da pesquisa:

47 • A disponibilidade de frutos foi maior nos meses de dias mais curtos e com menor
48 precipitação.

49 • Observamos aumento no consumo de invertebrados durante a escassez de frutos.

50 • O consumo de invertebrados pode aumentar a infecção parasitária.

51 • Nos meses mais quentes há menor quantidade de endoparasitas no mico-leão-da-cara-
52 dourada.

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68 INTRODUÇÃO

69

70 Problemas decorrentes da ação humana (Sih, 2013) têm proporcionado alterações de
71 fatores abióticos tais como precipitação e temperatura, que podem influenciar na cobertura
72 vegetal e conseqüentemente na disponibilidade de frutos de uma determinada região
73 (Mendoza, Peres, & Morellato, 2017). O clima é o principal fator que regula os processos
74 fenológicos nas plantas (Chuine & Beaubien, 2001). Em um estudo fenológico realizado em
75 Uganda durante 12 anos, foi observada uma variação considerável na disponibilidade de
76 frutos ao longo dos anos devido a mudanças climáticas na região (Chapman, Chapman,
77 Zanne, Pousen, & Clarck, 2005). O fenômeno El Niño, que corresponde ao aquecimento das
78 águas do Oceano Pacífico, é a maior causa de variação climática interanual na região tropical,
79 podendo causar elevada mortalidade de animais frugívoros devido a alterações nos padrões de
80 frutificação (Wright, Carrasco, Calderon, & Paton, 1999). Assim, alterações climáticas
81 influenciam na precipitação e temperatura e podem comprometer a sobrevivência de
82 vertebrados que dependem de frutos para sua alimentação (Morelato et al., 2016).

83 Este cenário tem sido agravado pelas ações antrópicas que impactam os remanescentes
84 florestais, agravando os problemas de escassez de alimento, influenciando diretamente na
85 dieta dos animais (Behie, Kutz, & Pavelka, 2013; Coelho, Ruiz-Miranda, Beck, Martins,
86 Oliveira, & Sabatini, 2008) e em seu comportamento de forrageio (Van Schaik, Terborgh, &
87 Wright, 1993). Em macacos bugios pretos (*Alouatta pigra*), por exemplo, pertencentes a um
88 pequeno fragmento florestal no México, a alteração do ambiente e escassez de alimento fez
89 com que permanecessem mais tempo forrageando no chão do que em árvores (Pozo-Montuy
90 & Serio-Silva, 2007). Por sua vez, há relatos de que bugios (*Alouatta palliata mexicana*) que
91 habitam pequenos fragmentos de floresta, podem alterar o tempo de locomoção e repouso
92 minimizando os gastos energéticos como consequência da escassez alimentar, quando

93 comparado a fragmentos florestais maiores (Asensio, Cristobal-Azkarate, Dias, Vea, &
94 Rodríguez-Luna, 2007). Em geral, quando há escassez de alimentos, os animais alteram o tipo
95 de dieta para itens com menor valor nutricional e energético; aumentando o consumo de
96 folhas, por exemplo, quando os frutos estiverem menos disponíveis (Asensio et al., 2007). A
97 inadequação nutricional pode levar à imunossupressão e, portanto, maior susceptibilidade às
98 infecções parasitárias (Chapman et al., 2006), que também são agravadas quando há pouca
99 cobertura vegetal (Behie et al., 2013; Valdespino, Rico-Hernández, & Mandujano, 2010).

100 A diminuição de recursos disponíveis também pode promover maior adensamento de
101 animais e/ou aumentar a proximidade de áreas com habitação humana (Mbora & McPeck,
102 2009), aumentando a possibilidade de contato entre animais selvagens, humanos e/ou animais
103 domésticos. Esta proximidade pode acarretar em contágio por agentes patogênicos, muitos
104 deles com potencial zoonótico (Gillespie & Chapman, 2008; Sá et al., 2013). Desta forma,
105 tanto parasitas (Lafferty, 1997) quanto a disponibilidade de alimentos (Worman & Chapman,
106 2006) podem ser considerados indicadores da qualidade ambiental. É sabido que devido às
107 alterações climáticas (Gillespie et al., 2010; Krief et al., 2005) há alteração do equilíbrio
108 ecológico entre vetor, parasita e hospedeiro (Daszak, Cunningham, & Hyatt, 2000; Huffman,
109 Gotoh, Turner, Hamai, & Yoshida, 1997; Masi et al., 2012). Alterações na temperatura e
110 pluviosidade, por exemplo, podem agravar a infecção parasitária devido à elevação da
111 biomassa de hospedeiros intermediários ou a maior exposição a estágios infectantes de
112 parasitas (Behie et al., 2013). Em um estudo de modelagem, pesquisadores têm mostrado que
113 para os lêmures em Madagascar, haverá expansão de aproximadamente 60% da distribuição
114 atual dos parasitas que acometem esses animais devido às mudanças climáticas (padrões de
115 chuvas e aquecimento global) (Barrett, Brown, Junge, & Yoder, 2013). Por sua vez, em
116 fragmentos florestais degradados em Uganda, o maior volume de chuvas e temperaturas mais

117 baixas elevaram as taxas de infecção por *Oesophagostomun* sp. em chimpanzés (*Pan*
118 *trogodytes schweinfertii*) (McLennan, Hasegawa, Bardi, & Huffman, 2017). Neste contexto,
119 há necessidade de monitorar espécies de ocorrência endêmica, que estão sujeitas aos efeitos
120 deletérios tanto da escassez de alimento pela fragmentação de seu habitat, quanto pela
121 variação climática tais como precipitação e temperatura que podem influenciar a carga
122 parasitária.

123 O mico-leão-da-cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*) é um primata endêmico
124 da Mata Atlântica do sul da Bahia, classificado como em perigo de extinção (categoria EN),
125 principalmente devido às elevadas taxas de destruição e degradação do seu habitat (ICMBio,
126 2018; IUCN, 2008). A maioria das populações de *L. chrysomelas* encontra-se em áreas
127 degradadas ou em ambientes agroflorestais de cultivo do cacau (*cabruças*) (Raboy,
128 Christman, & Dietz, 2004; Oliveira, Neves, Raboy, & Dietz, 2011; Catenacci, Pessoa,
129 Nogueira-Filho, & De Vleeschouwer, 2016a). Costa et al. (artigo 1 submetido) constataram
130 endoparasitoses em dois grupos de mico-leão-da-cara-dourada que habitam áreas degradadas
131 entremeadas em matriz agrícola de pastos, seringueiras, cupuaçu e plantações de cacau. Os
132 autores deste estudo justificam a infecção parasitária nestes grupos devido à fragmentação
133 deste ambiente acrescido ao contágio via comportamento social de catação (grooming) e
134 consumo de insetos infectados. No entanto, fatores abióticos que modificam a
135 disponibilidade de alimentos e os ciclos parasitológicos também podem ser responsáveis pela
136 infecção parasitária desses animais e estar contribuindo para as infecções. Neste contexto, o
137 objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de fatores abióticos (pluviosidade, temperatura,
138 comprimento do dia), disponibilidade de frutos e comportamentos dos animais (exploratório e
139 consumo alimentar) sobre a carga de endoparasitas em *L. chrysomelas*, e como estas variáveis
140 correlacionam entre si. Como a precipitação influencia na disponibilidade de frutos (Van

141 Schaick et al., 1993; Mendoza et al., 2017), é possível prever que durante os meses mais
142 chuvosos haverá maior disponibilidade de frutos maduros. A precipitação também influencia
143 nas taxas de infecção por endoparasitos (McLennan et al., 2017), portanto, prevê-se que nos
144 meses mais chuvosos os micos apresentarão maior carga de endoparasitos. Por outro lado, se
145 a oferta de frutos influencia a carga endoparasitária, espera-se que durante os meses com
146 menor disponibilidade de frutos maduros, os micos apresentem maior carga parasitária devido
147 à maior necessidade de exploração de substratos para complementar a alimentação com
148 insetos como observado por Guidorizzi (2008) e, com isso, espera-se que se exponham mais à
149 contaminação.

150

151 MÉTODOS

152

153

154 Nota ética

155

156 Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisas com Animais da
157 Universidade Estadual de Santa Cruz, sob o protocolo # 018/2015. A permissão para captura,
158 marcação e coleta de materiais biológicos foi aprovada pela Agência Ambiental Brasileira
159 (ICMBio/SISBIO), sob os protocolos # 234576 e # 471783.

160

161 Animais e área de estudo

162

163 Foram estudados 12 micos-leões-da-cara-dourada (*L. chrysomelas*) (10 adultos e 2
164 subadultos), pertencentes a dois grupos que habitam fragmentos de Mata Atlântica (detalhes

165 abaixo), aqui denominados Ribeiro (RIB) e Manoel Rosa (MRO) (Tabela 1). O número de
166 indivíduos pertencentes aos grupos variou ao longo do período de estudo devido a eventos tais
167 como nascimentos, predação, mortes naturais, desaparecimento e migração para outros
168 grupos. Assim, no grupo RIB, o número de indivíduos variou entre quatro e cinco indivíduos
169 e no grupo MRO o número de indivíduos variou entre seis e oito indivíduos. Foram
170 considerados animais adultos aqueles com idade superior a 18 meses de idade e/ou que
171 pesavam acima de 550g (Dietz & Barker, 1993). Os subadultos possuíam entre 12 e 18 meses,
172 os juvenis entre 3 e 11 meses e os infantes possuíam até 3 meses de idade (Miller, Laszlo, &
173 Dietz, 2003).

174 Estes animais vivem em uma área de Mata Atlântica caracterizada por um mosaico de
175 floresta secundária em diferentes estágios de regeneração, entremeado em matriz com
176 diferentes tipos de atividades agrícolas tais como cultivos efêmeros (hortaliças, tubérculos,
177 etc), pastos e plantios de seringueira (*Hevea brasiliensis*) e cupuaçu (*Theobroma*
178 *grandiflorum*). Esta área pertence a três propriedades particulares, Fazenda Santo Antônio,
179 Ozawa e Manoel Rosa, localizadas no município de Una-BA, Brasil (15°15'52"S,
180 39°8'46"W). Durante o período de estudo (ago/2016 a ago/2017), os dois grupos ocuparam
181 áreas vizinhas. O grupo RIB possuía área de vida de 17,7 ha e o grupo MRO 48,1 ha. Os
182 grupos apresentavam uma sobreposição de área de vida de 3,0 ha (Coutinho, 2018). Na região
183 Sul da Bahia, não existe uma estação seca definida e a precipitação anual é de
184 aproximadamente 2100 mm e a temperatura média fica em torno de 25° C (Coimbra-filho &
185 Mittermeier, 1973; Mori, Boom, Carvalho, & Santos, 1983).

186 Para identificação dos indivíduos e colocação de rádio colar para monitoramento dos
187 grupos na floresta, os indivíduos foram capturados a cada seis meses com armadilhas
188 *tomahawk* (0,48 m comprimento × 0,15 m largura × 0,15 m altura), usando bananas como

189 iscas, segundo os procedimentos descritos por Dietz, Sousa, & Billerbeck (1996). Após a
 190 captura, os animais foram levados para um laboratório no campo, onde foram anestesiados
 191 (10 mg/kg Cetamina e 0,3 mg/kg Midazolam (IM), seguindo o protocolo de Catenacci et al.
 192 (2016a). Após a anestesia, os indivíduos receberam diferentes marcações na cauda e no braço
 193 usando tinta (Nyanzol Dye®), para identificação durante as observações no campo. Um ou
 194 dois indivíduos de cada grupo foram equipados com radio colar (modelo RI-2D, Holohil Ltd.,
 195 Ontário, Canadá) para facilitar posterior monitoramento e observação no campo usando radio-
 196 telemetria. Os indivíduos foram mantidos no laboratório durante a noite, para assegurar total
 197 recuperação da anestesia e foram soltos no dia seguinte, pela manhã, no mesmo local onde foi
 198 realizada a captura. Todos os procedimentos foram realizados com o acompanhamento de
 199 médico veterinário especializado nos procedimentos com os primatas.

200

201 Tabela 2. Caracterização dos micos-leões-da-cara-dourada estudados

Indivíduo	Grupo	Sexo	Peso (kg)	Comprimento (mm)	Obs.
82DM	RIB	M	0,65	610	Reprodutor
92DF	RIB	F	0,69	590	Reprodutor
93DF	RIB	F	0,65	605	Reprodutor
118DM	RIB	M	0,61	607	
119DF	RIB	F	†	†	
126DM	RIB	M	0,58	615	
102DM	MRO	M	0,58	690	Reprodutor
115DM	MRO	M	0,63	636	
120DF	MRO	F	0,48	565	Sub-adulto
121DF	MRO	F	0,43	586	Sub-adulto
125DF	MRO	F	0,61	630	
1DF	MRO	F	†	†	Reprodutor

202 Códigos dos símbolos: Indivíduo: número seguido pela paisagem (D: DFAM) e sexo (F:
203 fêmea e M: macho); Grupo: RIB: Ribeiro; MRO: Manoel Rosa; M: macho; F: fêmea.

204 † Dados não disponíveis

205

206 Coleta de dados comportamentais

207

208 Para a coleta de dados comportamentais, os grupos foram seguidos durante 12 meses
209 em dois períodos (de agosto 2016 a janeiro 2017 e março a agosto 2017). A cada mês, cada
210 um dos grupos foi acompanhado durante dois dias consecutivos. O acompanhamento foi de
211 aproximadamente 11 horas por dia, resultando no total de 528 horas de coleta de dados. A
212 coleta iniciava-se pela manhã (aproximadamente 5h30) com a localização dos grupos, usando
213 para isso os sinais dos rádios transmissores, antes que saíssem dos sítios de dormida (ocos de
214 árvores). Assim, o grupo era seguido desde o momento em que os animais saíam do oco até o
215 momento em que retornavam para o mesmo oco, ou para um oco diferente, no final da tarde
216 (aproximadamente 17h00). As marcas dos animais desapareceram no mês de fevereiro de
217 2017, portanto, as observações foram suspensas neste mês e retomadas em março de 2017,
218 após a captura dos animais e nova marcação da pelagem.

219 Os animais foram observados usando o método animal focal (Altmann, 1974); na qual
220 cada focal teve duração de 10 min/animal. Foram realizadas duas observações por animal por
221 mês, totalizando 20 min/animal/mês. A ordem do animal a ser observado foi escolhida por
222 meio de sorteio excludente. Quando o último animal do grupo era observado, uma nova
223 ordem aleatória de observação era iniciada. Quando o animal focal desaparecia de vista, a
224 observação era interrompida e retomada quando o animal estava novamente visível. Os
225 comportamentos dos animais foram registrados com um gravador de voz (RR-US450

226 Panasonic, Ontário, Canadá). Posteriormente, foram calculadas as proporções de tempo em
 227 que os animais foram observados nas categorias comportamentais: comportamentos
 228 exploratórios, comendo presa animal e comendo frutos. Foi realizado um etograma com a
 229 descrição destes comportamentos (Tabela 2).

230

231

232 Tabela 2. Categorias comportamentais registradas por observação direta do mico-leão-da-
 233 cara-dourada.

Comportamento	Descrição
Comportamento exploratório [†]	O indivíduo manipula com as mãos substratos tais como troncos de árvores, bromélias, folhagens e cipós à procura de pequenos animais. A exploração pode ser inicialmente visual (<i>visual scanning</i>), e logo em seguida ocorrer manipulação dos substratos com as mãos.
Comer presa animal [†]	O indivíduo mastiga e consome invertebrados e pequenos vertebrados.
Comer frutos [†]	O indivíduo mastiga e consome frutos.

234

235 [†]Adaptado de (Raboy & Dietz, 2004).

236

237 Coleta de amostras fecais e análise parasitológica

238

239 Enquanto os animais eram seguidos para a coleta de dados comportamentais, amostras
 240 de fezes dos indivíduos que podiam ser identificados foram coletadas imediatamente após a
 241 defecação e armazenadas em isopor com gelo para avaliação qualitativa e quantitativa de
 242 endoparasitos. Ao final do dia de coleta de dados, cada amostra foi pesada e armazenada em
 243 formol a 4% para posterior análise parasitológica (Monteiro et al., 2007), que acontecia na
 244 semana posterior à coleta. A quantidade de cada amostra de fezes variou entre 0,5 a 1,5 g.

245 Quando mais de uma amostra de fezes do mesmo indivíduo foi coletada em horários
246 diferentes do dia, foi feito um “pool” com essas amostras, que foram armazenadas em formol
247 no mesmo recipiente. A identificação do parasita e a carga parasitária (OPG: número de
248 ovos/g de fezes) foi realizada seguindo a técnica de Ritchie modificada, adotada por
249 Monteiro, Jansen, & Pinto (2003) e Monteiro et al. (2007) para mico-leão-dourado
250 (*Leontopithecus rosalia*).

251

252 Avaliação da disponibilidade temporal de frutos maduros

253

254 Foram percorridos transectos lineares para avaliar a mudança temporal na
255 disponibilidade de frutos maduros, de agosto de 2016 a agosto de 2017. Foram feitos seis
256 transectos ao longo da área de vida dos grupos estudados. O tamanho dos transectos variou
257 entre 45 e 225 metros (média=155 metros), a depender do formato e do tamanho da área de
258 vida destes grupos. Foram marcadas árvores que fazem parte da dieta do mico-leão-da-cara-
259 dourada em áreas degradadas e que são consumidas com frequência $\geq 5\%$, baseado nos
260 estudos de Catenacci (2008) e Catenacci et al. (2016a). Foram marcadas entre seis e 10
261 árvores de cada espécie dentro ou próximo dos transectos, considerando apenas as árvores que
262 estavam localizadas até 5 metros de cada lado do transecto, totalizando 129 árvores marcadas,
263 pertencentes a 14 espécies. Para a avaliação fenológica, foram consideradas somente as
264 árvores com DAP (diâmetro na altura do peito) $\geq 5\text{cm}$. Para quantificar a fenofase de
265 frutificação, o avaliador considerou uma escala de zero a quatro (0 = ausência de frutificação;
266 1 = entre 1% e 25% da copa da árvore com frutos maduros; 2 = entre 26% e 50% da copa da
267 árvore com frutos maduros; 3 = entre 51% e 75% da copa da árvore com frutos maduros; 4 =
268 entre 76% e 100% da copa da árvore com frutos maduros) (Fournier, 1974). Para corrigir as

269 diferenças no volume da copa entre as árvores das mesmas e diferentes espécies, o índice de
270 intensidade dos frutos maduros de cada árvore foi multiplicado pelo seu DAP, produzindo
271 valores sem unidade para a disponibilidade mensal de frutos de cada árvore (Catenacci et al.,
272 2016a). Baseado nestes escores individuais foi calculado a disponibilidade geral de frutos por
273 mês para todas as árvores monitoradas ao longo dos transectos.

274

275 Coleta de dados de temperatura, pluviosidade mensal e comprimento do dia

276

277 Os dados de temperatura média mensal, pluviosidade total mensal e comprimento do
278 dia foram coletados no sítio da rede mundial de computadores (www.inmet.gov.br) do
279 Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), para a Estação automática de Una-BA (A437).
280 Foram determinadas as temperaturas máxima e mínima de cada dia e calculadas as médias da
281 temperatura mensal. Para determinação da pluviosidade mensal, foram somados todos os
282 dados de pluviosidade diária. Finalmente, foi calculada a média mensal do comprimento do
283 dia para cada mês avaliado.

284

285 Análise de dados

286

287 Foi aplicado, inicialmente, o teste Lilliefors para avaliar se as variáveis precipitação,
288 temperatura, comprimento do dia e carga parasitária possuíam distribuição normal. Como a
289 variável disponibilidade de frutos não possui distribuição normal, foi aplicado o teste de
290 correlação de Spearman entre esta e as demais variáveis investigadas. Nas demais variáveis
291 (precipitação, temperatura, comprimento do dia e carga parasitária), que apresentaram
292 distribuição normal, foi aplicada uma matriz de correlação de Pearson. Posteriormente, foi

293 feito um teste de regressão linear para as variáveis que apresentaram correlação significativa
294 (temperatura), tendo a carga parasitária como variável dependente. Foi feito um teste de
295 correlação de Spearman para avaliar correlação entre os comportamentos e as variáveis
296 ambientais (precipitação, temperatura, comprimento do dia e disponibilidade de frutos). Para
297 avaliar se havia diferença entre a carga parasitária dos grupos RIB e MRO foi usado o teste t-
298 student. Todas as análises foram conduzidas no software Statistica 7.0 (StatSoft, Inc. 1984-
299 2004), considerando $p < 0.05$.

300

301 RESULTADOS

302

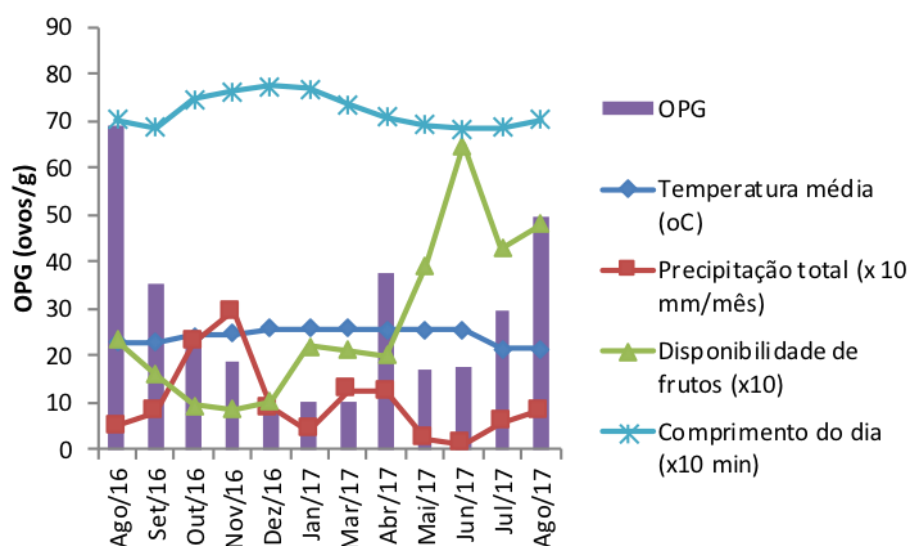
303 *Disponibilidade de frutos maduros, precipitação mensal, temperatura média e comprimento*
304 *do dia*

305

306 Houve variação na quantidade de frutos maduros ao longo do período de
307 monitoramento (Figura 1; Tabela 3). Espécies de árvores da família Melastomataceae
308 apresentaram a maior disponibilidade de frutos maduros durante o período de estudo, sendo
309 disponíveis durante o ano inteiro, exceto em março de 2017 (Tabela 3). Nos meses de junho,
310 julho e agosto de 2017 foram encontradas as maiores taxas de frutos maduros, enquanto que
311 as menores taxas foram encontradas em outubro e novembro de 2016 (Figura 1). A
312 precipitação total durante o período de estudo foi de 1338 mm, com pico de precipitação nos
313 meses de outubro a novembro de 2016, enquanto que os meses de maio, junho e julho de
314 2017 foram os mais secos durante o período estudado (Figura 1). A temperatura média não
315 apresentou grande variação durante o período de estudo (Figura 1), apresentando média anual
316 de 24,3°C (SD = 1,7). As médias das temperaturas máximas e mínimas mensais foram 27,7°C

317 e 21,2°C, respectivamente. O comprimento do dia, por sua vez, foi maior nos meses de
 318 novembro a março (final da primavera e verão) e menor nos meses de maio a julho (final de
 319 outono e inverno) (Figura 1).

320



321

322 Figura 1. Contagem de ovos por grama (OPG) dos grupos RIB e MRO, temperatura média
 323 (°C), precipitação total mensal (mm), disponibilidade de frutos maduros e comprimento do
 324 dia na área de estudo (Una-Ba, Brasil), no período amostral de agosto de 2016 a agosto de
 325 2017.

326

327 Houve correlação negativa entre a precipitação total mensal e a disponibilidade de
 328 frutos maduros ($r_s = -0,77$, $p < 0,05$). Quanto menor a precipitação, maior a disponibilidade de
 329 frutos maduros. Também houve correlação negativa entre o comprimento do dia e a
 330 disponibilidade de frutos maduros ($r_s = -0,66$, $p < 0,05$). Nos meses de dias mais curtos,
 331 correspondente ao inverno, houve maior disponibilidade de frutos. Além disso, houve uma
 332 tendência de correlação entre o comprimento do dia e precipitação ($r_p = 0,53$, $p = 0,07$). Por sua

- 333 vez, não houve correlação entre temperatura e precipitação ($r_p=0,08$, $p>0,05$), nem entre a
- 334 disponibilidade de frutos e temperatura ($r_s= -0,26$, $p>0,05$).

Tabela 3. Espécies vegetais observadas com frutos maduros durante o levantamento fenológico, de agosto de 2016 a agosto de 2017

Família	Espécie	Nome vulgar	2016					2017									
			ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago		
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i>	Pau pombo											x				
Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i>	Alandi							x	x	x						
Melastomataceae	<i>Henriettea succosa</i>	Mundururu ferro	x	x	x	x	x					x	x	x	x	x	
	<i>Miconia hypoleuca</i>	Mundururu pequeno	x	x	x	x	x								x	x	x
	<i>Miconia mirabilis</i>	Mundururu branco	x	x			x	x	x			x	x	x	x	x	x
Mimosaceae	<i>Inga thibaudiana</i>	Ingá tábua										x	x	x	x		
	<i>Inga edulis</i>	Ingá cipó										x	x	x			
Moraceae	<i>Pouroma velutina</i>	Tararanga lixa							x	x	x	x	x	x			
	<i>Helicostylis tomentosa</i>	Amora vermelha	x				x								x		
Myrtaceae	†	Murta					x				x		x				
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum splendens</i>	Abil da mata												x	x		
	<i>Pouteria grandiflora</i>	Bapeba de nervura										x	x				

335 Código do símbolo: † Dado não disponível

336

337

338 *Relação entre variáveis ambientais, carga parasitária e categorias comportamentais*

339

340 Não houve diferença de carga parasitária entre os grupos RIB e MRO (t -test=1,48; p
 341 =0,85, Figura 2). O grupo RIB, no entanto, apresentou maior diversidade de parasitas em
 342 relação ao grupo MRO (Tabela 4). O endoparasita mais encontrado foi o acantocéfalo
 343 *Prostenorchis* sp. (Tabela 4). Foram encontrados, no grupo RIB, juntamente com o
 344 *Prostenorchis* sp., os nematódeos *Trypanoxyuris* sp. em novembro de 2016, *Primasubulura*
 345 sp. e Spiruridae em janeiro de 2017, e Spiruridae em abril e maio de 2017. No grupo MRO,
 346 foi encontrado apenas *Prostenorchis* sp. durante todo o período de estudo (Tabela 4).

347

348 Tabela 4. Endoparasitas encontrados nos grupos de mico-leão-da-cara-dourada Ribeiro (RIB)
 349 e Manoel Rosa (MRO) durante o período de estudo (agosto de 2016 a agosto de 2017)

Mês	RIB	MRO
Ago/16	<i>Prostenorchis</i> sp.	<i>Prostenorchis</i> sp.
Set/16	<i>Prostenorchis</i> sp.	<i>Prostenorchis</i> sp.
Out/16	<i>Prostenorchis</i> sp.	<i>Prostenorchis</i> sp.
Nov/16	<i>Prostenorchis</i> sp., <i>Trypanoxyuris</i> sp.	<i>Prostenorchis</i> sp.
Dez/16	<i>Prostenorchis</i> sp.	<i>Prostenorchis</i> sp.
Jan/17	<i>Prostenorchis</i> sp., <i>Primasubulura</i> sp., Spiruridae	<i>Prostenorchis</i> sp.
Fev/17	†	†
Mar/17	†	<i>Prostenorchis</i> sp.
Abr/17	<i>Prostenorchis</i> sp., Spiruridae	Negativo
Mai/17	<i>Prostenorchis</i> sp., Spiruridae	<i>Prostenorchis</i> sp.
Jun/17	<i>Prostenorchis</i> sp.	Negativo
Jul/17	<i>Prostenorchis</i> sp.	<i>Prostenorchis</i> sp.
Ago/17	<i>Prostenorchis</i> sp.	<i>Prostenorchis</i> sp.

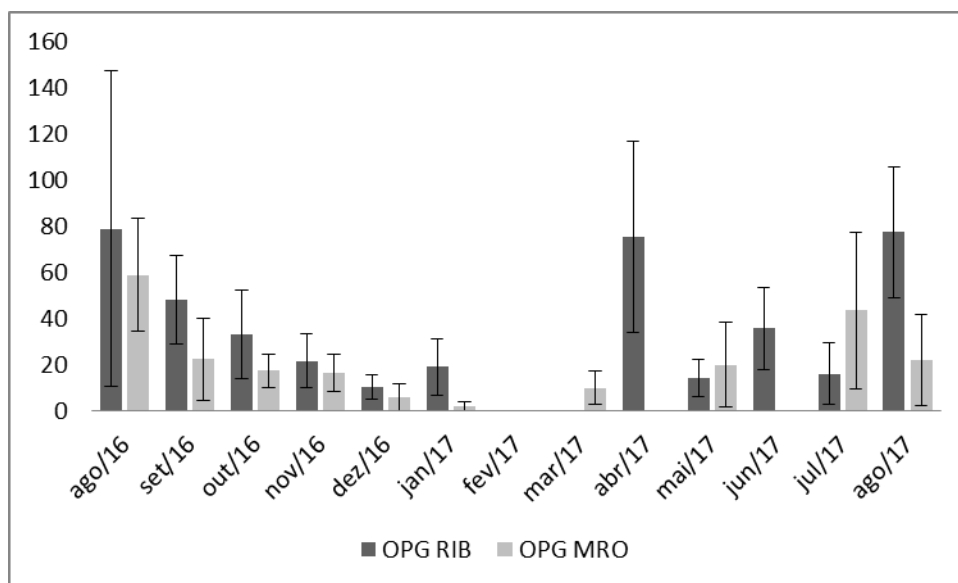
350 † Dados não disponíveis

351

352

353

354
355



356
357

Figura 2. Média (\pm EP) da contagem de ovos por grama (OPG) nos grupos de mico-leão-da-cara-dourada Ribeiro (RIB) e Manoel Rosa (MRO) no período amostral.

358
359

360

Houve correlação negativa entre a temperatura média mensal e a carga parasitária

361

($r_p = -0,71$; $p < 0,05$). A carga parasitária diminuiu à medida que a temperatura aumentou de

362

acordo com a equação $y = -7,7462x + 215,86$ ($R^2 = 0,50$, $p = 0,01$) (Figura 3). Não foi

363

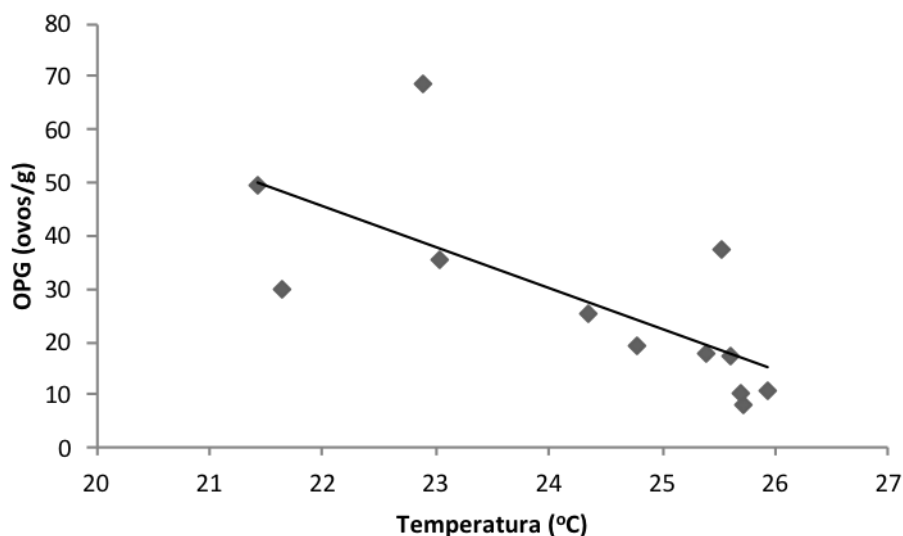
encontrada correlação entre a carga parasitária e a precipitação ($r_p = -0,13$, $p > 0,05$), nem entre

364

a carga parasitária e a disponibilidade de frutos ($r_s = 0,20$, $p > 0,05$).

365

366



367

368 Figura 3. Relação entre as médias mensais de temperatura (°C) e a carga parasitária (OPG
 369 ovos/g) do mico-leão-da-cara-dourada (*L. chrysomelas*) de acordo com a equação $y = -$
 370 $7,7462x + 215,86$ ($R^2 = 0,50$, $p = 0,01$).

371

372 Não houve correlação entre a carga parasitária e os comportamentos exploratórios
 373 ($r_p=0,14$, $p>0,05$), comer animal ($r_p=0,11$, $p>0,05$) e comer frutos ($r_p=0,21$, $p>0,05$). No
 374 entanto, houve uma tendência de correlação negativa entre disponibilidade de frutos e
 375 consumo de animal ($r_s=-0,53$, $p=0,08$).

376

377 DISCUSSÃO

378

379 Houve variação na disponibilidade de frutos maduros para os micos-leões-da-cara-
 380 dourada ao longo do ano. A maior disponibilidade de frutos maduros ocorreu nos meses de

381 dias mais curtos. No entanto, ao contrário do esperado, essa maior disponibilidade de frutos
382 ocorreu nos meses mais secos. O grupo RIB apresentou maior diversidade de parasitas que o
383 grupo MRO, apesar de não ter sido encontrada diferença de carga parasitária entre os dois
384 grupos estudados. Houve correlação entre a carga parasitária e a temperatura, sendo que nos
385 meses mais quentes, houve menor quantidade de endoparasitas nos micos-leões. Ao contrário
386 do esperado, não foi encontrada correlação entre a carga parasitária e a precipitação, nem
387 entre a carga parasitária e a disponibilidade de frutos. No entanto, foi observada uma
388 tendência de quanto menor a disponibilidade de frutos, maior o consumo de invertebrados
389 pelos micos.

390 Embora estudos tenham relatado que no período mais chuvoso ocorre uma maior
391 disponibilidade de frutos (Van Schaick et al., 1993; Mendoza et al., 2017), neste estudo,
392 houve maior disponibilidade de frutos durante o período mais seco. Este resultado difere do
393 que foi encontrado em outros estudos desenvolvidos na Mata Atlântica da região Sul da
394 Bahia, nos quais não houve correlação entre a precipitação e frutificação (Mori et al., 1983;
395 Pessoa, 2008). Em outras áreas onde existe pouca sazonalidade climática tais como floresta de
396 restinga, em Pernambuco, e em áreas de Mata Atlântica, em São Paulo, também não foi
397 encontrada correlação entre precipitação e frutificação (Medeiros, Lopes, & Zickel 2007;
398 Morellato et al., 2000). A região Sul da Bahia apresenta uma distribuição de chuvas uniforme
399 ao longo do ano e não há uma estação seca definida para que as plantas usem como pista para
400 suas atividades fenológicas (Mori et al., 1983). No entanto, apesar da região aqui estudada
401 não sofrer grande variação sazonal, eventualmente pode ocorrer anos com um menor volume
402 de chuvas (de 1200 a 1350 mm) anuais (Mori et al., 1983), como foi observado neste estudo
403 cuja precipitação total foi 1338 mm, portanto, abaixo do normal para a região que é de
404 aproximadamente 2000 mm (Coimbra-Filho & Mittermeier, 1973; Mori et al., 1983).

405 A maior disponibilidade de frutos durante o inverno (de junho a agosto de 2017)
406 corroborou com as observações de Catenacci et al. (2016a) e Pessoa (2008), que realizaram
407 levantamentos fenológicos na Reserva Biológica de Una em 2006, e verificaram maior
408 disponibilidade de frutos nos meses de agosto, setembro e outubro. Assim, a redução do
409 comprimento do dia pode explicar mais sobre a disponibilidade de frutos encontrada neste
410 estudo do que a precipitação *per se*. A correlação negativa entre o comprimento do dia e a
411 disponibilidade de frutos aqui registrada, também foi observada anteriormente (Pessoa, De
412 Vleeschouwer, Talora, Rocha, & Amorim, 2012). A frutificação da espécie *Miconia mirabilis*
413 (Melastomataceae), considerada um recurso chave para o mico-leão-da-cara-dourada em áreas
414 degradadas no Sul da Bahia mostrou que, apesar da pouca variação climática, essa espécie
415 frutifica nos períodos mais frios e nos dias mais curtos do ano favorecendo a dieta dos
416 animais em tempos de menor abundância de frutos (Pessoa et al., 2012).

417 O *Prosthenorchis* sp. foi o endoparasita mais encontrado, tanto no grupo RIB quanto
418 no grupo MRO. Esse parasita acantocéfalo está associado a graves desordens intestinais,
419 podendo inclusive, levar à óbito seu hospedeiro (Catenacci et al., 2016b; Melo, 2004;
420 Pissinatti, Pissinatti, Burity, Mattos Jr, & Tortelly, 2007). O *Prosthenorchis* sp. é de
421 ocorrência comum em primatas (Pérez, Peña, & Soler-Tovar, 2013; Stoner, González-Di
422 Pierro, & Maldonado-López, 2005), como também em outros mamíferos (Chandler, 1953;
423 Machado-Filho, 1950), possuindo potencial de ser transmitido aos seres humanos (Stunkard,
424 1965). Acantocéfalos são encontrados principalmente em ambientes com maior distúrbio
425 antrópico quando comparado a ambientes mais conservados (Catenacci com. pessoal), o que
426 pode ser indicativo da qualidade ambiental. Assim, a avaliação de endoparasitas em primatas
427 de vida livre permite a compreensão de como a saúde desses animais está associada com a
428 saúde ambiental (Catenacci, 2017).

429 Foi encontrado maior diversidade de endoparasitas no grupo RIB, quando comparado
430 ao grupo MRO. Dentre os endoparasitas encontrados no grupo RIB encontram-se Spiruridae e
431 *Primasubulura* sp. que, assim como o *Prosthenorchis* sp., são transmitidos por meio da
432 ingestão de invertebrados infectados (Melo, 2004; Stunkard, 1953). Além destes parasitas, o
433 grupo RIB estava infectado com *Trypanoxyuris* sp., que é transmitido ao hospedeiro por meio
434 da ingestão de material fecal contaminado com ovos desse parasita (Stuart et al., 1998). A
435 maior diversidade de parasitas encontrada no grupo RIB pode ser explicada devido a menor
436 área de vida desse grupo (17,7 ha), quando comparado ao grupo MRO (48,1 ha) (Coutinho,
437 2018). A menor área disponível pode expor os indivíduos a um maior contato com parasitas
438 porque são forçados a percorrer constantemente as mesmas rotas na floresta, aumentando os
439 riscos de infecção e as taxas de reinfeção (Gillespie, Chapman, & Greiner, 2005; Gillespie &
440 Chapman, 2008; Nunn, Thrall, Leendertz, & Boesch, 2011). Gillespie et al. (2005)
441 observaram que macacos da cauda vermelha (*Cercopithecus ascanius*) em áreas
442 antropicamente alteradas e, portanto, com área de vida reduzida, apresentaram maior
443 prevalência e riqueza de endoparasitas quando comparado aos animais que viviam em
444 ambientes não modificados. A área de vida menor também proporciona menor
445 disponibilidade de recursos (Martínez-Mota, Valdespino, Sánchez-Ramos, & Serio-Silva,
446 2007), além do maior número de encontros com outros grupos (Coelho et al., 2008),
447 aumentando a possibilidade de contágio. Embora tenha ocorrido maior diversidade parasitária
448 em um dos grupos estudados, não houve diferença em relação à carga parasitária, o que pode
449 ser explicado pela sobreposição de 3,0 ha de área de vida (Coutinho, 2018).

450 Estudos têm apontado relação entre a queda na disponibilidade de frutos e o consumo
451 de outros itens alimentares, tais como insetos, o que pode aumentar a infecção por parasitas
452 que possuem ciclo de vida indireto (Gillespie et al., 2005; Kalousová et al., 2014). Na estação

453 seca, por exemplo, devido à redução na disponibilidade de frutos, Guidorizzi (2008) observou
454 que o mico-leão-da-cara-dourada aumentou o tempo de forrageamento na busca por insetos,
455 fator que pode acarretar em um aumento da carga parasitária. Além disso, sabe-se que existe
456 maior abundância de insetos durante os períodos mais chuvosos devido a maior
457 disponibilidade de alimentos ou condições mais adequadas para o desenvolvimento dos
458 invertebrados (Pinheiro, Diniz, Coelho, & Bandeira, 2002), sugerindo que os micos poderiam
459 ter uma maior carga parasitária durante estes períodos. No entanto, ao contrário do esperado,
460 no presente estudo não houve correlação entre a precipitação, a disponibilidade de frutos e a
461 carga parasitária. Houve, no entanto, uma tendência de correlação entre a diminuição da
462 disponibilidade de frutos e o aumento no consumo de animais. Este fator pode explicar o
463 aumento da carga parasitária observada no mês de abril/2017, após a queda da disponibilidade
464 de frutos nos meses de outubro a dezembro/2016, visto que a maioria dos endoparasitas
465 encontrados é transmitida aos micos pela ingestão de invertebrados infectados (Melo, 2004;
466 Stunkard, 1953). Esta possível relação entre consumo de invertebrados e infecção parasitária
467 nos micos-leões-da-cara-dourada nos parece muito viável, no entanto, outros estudos devem
468 ser realizados para testar esta hipótese.

469 Apesar da temperatura média anual na região estudada ser em torno de 24⁰C, foi
470 encontrado correlação negativa entre a temperatura e a carga parasitária, com os micos
471 apresentando menor carga parasitária durante o verão (dezembro/2016 a março/2017). Esse
472 resultado, no entanto, difere da literatura, que relata que fatores tais como temperatura e
473 umidade elevadas favorecem a eclosão de ovos de parasitas que possuem ciclo de vida direto
474 (Altizer et al., 2006; Raharivololona & Ganzhorn, 2010), como também favorece o
475 desenvolvimento de parasitas com ciclo de vida indireto em hospedeiros intermediários
476 (Pascual & Dobson, 2005). Por sua vez, o aumento da carga parasitária nos meses com

477 temperaturas mais baixas pode ter ocorrido devido a uma queda do sistema imunológico dos
478 animais neste período, como já foi relatado para outros mamíferos, inclusive humanos
479 (Dowell, 2001). Mudanças na fisiologia decorrentes de alterações no fotoperíodo podem
480 explicar a maior susceptibilidade do hospedeiro aos patógenos durante os períodos mais frios
481 (Dowell, 2001). Por sua vez, Guinnee & Moore (2004) observaram que a barata *Supella*
482 *longipalpa*, hospedeiro intermediário do parasita acantocéfalo *Moniliformis moniliformis*, tem
483 a sua fecundidade afetada em temperaturas elevadas (28° a 31°C), aproximadamente 20 dias
484 após a infecção. Portanto, uma menor quantidade de insetos durante os meses com
485 temperaturas mais elevadas pode reduzir os riscos de infecção parasitária, como foi observado
486 neste estudo.

487 Os resultados deste estudo mostraram que a temperatura pode influenciar na carga
488 parasitária do mico-leão-da-cara-dourada. Os dados sugerem que haja maior contaminação
489 por aumento de consumo de invertebrados em períodos de maior escassez de frutos maduros,
490 o que pode tornar os animais mais susceptíveis às infecções parasitárias. Estes resultados têm
491 importante implicação para a conservação da espécie, visto que a maior parte da população de
492 *L. chrysomelas* vive em áreas de fragmentos florestais não protegidas e, portanto, susceptíveis
493 à interferência humana e às variações climáticas que vem ocorrendo nos últimos anos.

494

495 AGRADECIMENTOS

496

497 Nós agradecemos a Jiomario Souza, Zaqueu da Silva Santos e Edinilson dos Santos pelo
498 auxílio na coleta de dados. Nós também agradecemos a Uillians Volkart de Oliveira, Prof.
499 Allan Lane de Melo e Prof. Alexandre Munhoz pelo auxílio com as análises parasitológicas.
500 TSOC recebeu auxílio financeiro da FAPESB (#2723/2015) e CAPES (#88881.131943/2016-

501 01). Este trabalho recebeu auxílio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal
502 de Nível Superior (CAPES/ PNPd), UESC e Conselho Nacional de Desenvolvimento
503 Científico e Tecnológico (CNPq) (Processos #300587/2009-0 e #306154/2010-2). SSCN e
504 SLGNF receberam auxílio financeiro da CAPES (Processos #88881.119854/2016-01 e
505 #88881.119838/2016-01, respectivamente). Este estudo foi financiado pela FAPESB
506 (#011/2015), Universidade Estadual de Santa Cruz-UESC e Projeto BioBrasil/Royal
507 Zoological Society of Antwerp (Bélgica). O presente trabalho foi realizado com apoio da
508 Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES) - Código de
509 Financiamento001.

510

511

512 REFERÊNCIAS

513

514 Altizer, S., Dobson, A., Hosseini, P., Hudson, P., Pascual, M., & Rohani, P. (2006).
515 Seasonality and the dynamics of infectious diseases. *Ecology letters*, 9, 467-484.
516 <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00879.x>

517

518 Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49, 227-
519 266. <https://doi.org/10.1163/156853974X00534>

520

521 Asensio, N., Cristobal-Azkarate, J., Dias, P.A.D., Veá, J.J., & Rodríguez-Luna, E. (2007).
522 Foraging habits of *Alouatta palliata mexicana* in three forest fragments. *Folia Primatologica*,
523 78, 141-153. <http://dx.doi.org/10.1159/000099136>

524

525 Barrett, M. A., Brown, J. L., Junge, R.E., Yoder, A. D. (2013). Climate change, predictive
526 modeling and lemur health: Assessing impacts of changing climate on health and
527 conservation in Madagascar. *Biological Conservation*, 157, 409-422.
528 <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2012.09.003>

529

530 Behie, A. M., Kutz, S., & Pavelka, M. S. (2014). Cascading effects of climate change: Do
531 hurricane-damaged forests increase risk of exposure to parasites?. *Biotropica*, 46, 25-31.
532 <https://doi.org/10.1111/btp.12072>

533

- 534 Catenacci, L. S. (2008). Ecologia alimentar do mico-leão-da-cara-dourada, *Leontopithecus*
535 *chrysomelas* (KUHL, 1820) (Primates: Callitrichidae) em áreas degradadas da Mata Atlântica
536 do Sul da Bahia. Universidade Estadual de Santa Cruz (Dissertação de Mestrado em
537 Zoologia).
- 538
539 Catenacci, L.S., Pessoa, M. S., Nogueira-Filho, S. L. G. , & De Vleeschouwer, K. M. (2016a).
540 Diet and feeding behavior of *Leontopithecus chrysomelas* (Callitrichidae) in degraded areas of
541 the Atlantic Forest of South-Bahia, Brazil. *International Journal of Primatology*, 37, 136–
542 157. <https://doi.org/10.1007/s10764-016-9889-x>
- 543
544 Catenacci, L. S., Colosio, A. C., Oliveira, L. C., De Vleeschouwer, K. M., Munhoz, A. D.,
545 Deem, S. L., & Pinto, J. M. (2016b). Occurrence of *Prosthenoorchis elegans* in free-living
546 primates from the Atlantic Forest of southern Bahia, Brazil. *Journal of wildlife diseases*, 52,
547 364-368.
- 548
549 Catenacci, L. S., Oliveira, J. B. S., Santos, K. R., Oliveira, L. C., Deem, S. L., Rosa, E. S. T.,
550 & De Vleeschouwer, K. M. (submetido) Intestinal parasites of *Leontopithecus chrysomelas* in
551 the Atlantic Forest of southern Bahia: Implications for Primate Conservation.
- 552
553 Catenacci, L. S. (2017). Abordagem “One Health” para vigilância de arbovírus na Mata
554 Atlântica do Sul da Bahia, Brasil. Instituto Evandro Chagas (Tese de Doutorado em
555 Virologia).
- 556
557 Chandler, A. C. (1953). An outbreak of *Prosthenoorchis* (Acanthocephala) infection in
558 primates in the Houston Zoological Garden, and a report of this parasite in *Nasua narica* in
559 Mexico. *Journal of Parasitology*, 39, 226. <http://dx.doi.org/10.2307/3274127>
- 560
561 Chapman, C. A., Chapman, L. J., Zanne, A. E., Pousen, J. R., & Clarck, C. J. (2005). A 12-
562 year phenological record of fruiting: implications for frugivore populations and indicators of
563 climate change. In Dew, J. L. & Boubli, J. P. (Eds.), *Tropical fruits and frugivores* (pp. 75-
564 92). Netherlands: Springer.
- 565
566 Chapman, C. A., Wasserman, M. D., Gillespie, T. R., Speirs, M. L., Lawes, M. J., Saj, T. L.,
567 & Ziegler, T. E. (2006). Do food availability, parasitism, and stress have synergistic effects on
568 red colobus populations living in forest fragments?. *American Journal of Physical*
569 *Anthropology*, 131, 525-534. <http://dx.doi.org/10.1002/ajpa.20477>
- 570
571 Chuine, I., & Beaubien, E. G. (2001). Phenology is a major determinant of tree species
572 range. *Ecology Letters*, 4, 500-510. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1461-0248.2001.00261.x>
- 573
574 Coelho, A. S., Ruiz-Miranda, C.R., Beck, B.B., Martins, A., Oliveira, C.R., & Sabatini, V.
575 (2008). Comportamento do mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*, Linnaeus 1766) em
576 relação à fragmentação do habitat. In Oliveira, P.P., Grativol, A.D. & Ruiz-Miranda, C. R.
577 (Eds.), *Conservação do mico-leão-dourado* (pp. 58-85). Campos dos Goytacazes, RJ: Editora
578 da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF.
- 579

- 580 Coimbra-filho, A. F., & Mittermeier, R. A. (1973). Distribution and ecology of the genus
581 *Leontopithecus* Lesson, 1840 in Brazil. *Primates*, 14, 47-66.
582 <http://dx.doi.org/10.1007/BF01730515>
583
- 584 Costa, T. S. O., Nogueira-Filho, S. L. G., De Vleeschouwer, K.M., Oliveira L. C., Sousa, M.
585 B. C., Mendl, M., ... Nogueira, S. S. C. (submitted). Individual behavioural differences and
586 health of golden-headed lion tamarins (*Leontopithecus chrysomelas*) in a Brazilian/South
587 America threatened forest.
- 588
- 589 Coutinho, L. A. (2018). Ecologia e mobilidade do mico-leão-da-cara-dourada, *Leontopithecus*
590 *chrysomelas* (KUHLE,1820) (Primates, Callitrichidae) dentro e entre pequenos fragmentos
591 degradados do Sul da Bahia (Una, Brasil). Universidade Estadual de Santa Cruz (Tese de
592 Doutorado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade).
- 593
- 594 Daszak, P., Cunningham, A. A., & Hyatt, A. D. (2000). Emerging infectious diseases of
595 wildlife--threats to biodiversity and human health. *Science*, 287, 443-449.
596 <http://dx.doi.org/10.1126/science.287.5452.443>
597
- 598 De Vleeschouwer, K. M. & Oliveira, L. C. (2017). Report on the presence of a group of
599 golden-headed lion tamarins (*Leontopithecus chrysomelas*), an endangered primate species in
600 a rubber plantation in southern Bahia, Brazil. *Primate Biology*, 4, 61-67.
601 <https://doi.org/10.5194/pb-4-61-2017>
602
- 603 Dietz, J. M., Sousa, S. N., & Billerbeck, R. (1996). Populations dynamics of golden-headed
604 lion tamarins *Leontopithecus chrysomelas* in Una reserve, Brazil. *Dodo-Journal of the*
605 *wildlife preservation trusts*, 32, 115-122.
606
- 607 Dietz, J. M. & Baker, A. J. (1993). Polygyny and female reproductive success in golden lion
608 tamarins, *Leontopithecus rosalia*. *Animal Behaviour*, 46, 1067-1078.
609 <https://doi.org/10.1006/anbe.1993.1297>
610
- 611 Dowell, S. F. (2001). Seasonal variation in host susceptibility and cycles of certain infectious
612 diseases. *Emerging infectious diseases*, 7, 369. <https://doi.org/10.3201/eid0703.010301>
613
- 614 Fournier, L. A. (1974). Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas
615 en árboles. *Turrialba*, 24, 422-423.
616
- 617 Gillespie, T. R., Chapman, C. A., & Greiner, E. C. (2005). Effects of logging on
618 gastrointestinal parasite infections and infection risk in African primates. *Journal of Applied*
619 *Ecology*, 42, 699-707. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01049.x>
620
- 621 Gillespie, T.R. & Chapman, C.A. (2008). Forest fragmentation, the decline of an endangered
622 primate, and changes in host-parasite interactions relative to an unfragmented
623 forest. *American Journal of Primatology*, 70, 222-230. <http://dx.doi.org/10.1002/ajp.20475>
624

- 625 Gillespie, T. R., Lonsdorf, E. V., Canfield, E.P., Meyer, D. J., Nadler, Y., Raphael, J.,
626 ...Travis, D. A. (2010). Demographic and ecological effects on patterns of parasitism in
627 eastern chimpanzees (*Pan troglodytes schweinfurthii*) in Gombe National Park,
628 Tanzania. *American Journal of Physical Anthropology*, 143, 534-544.
629 <http://dx.doi.org/10.1002/ajpa.21348>
630
- 631 Guidorizzi, C. E. (2008). Ecologia e comportamento do mico-leão-da-cara-dourada,
632 *Leontopithecus chrysomelas* (KUHL,1820) (Primates, Callitrichidae), em um fragmento de
633 floresta semidecidual em Itororó, Bahia, Brasil. Universidade Estadual de Santa Cruz
634 (Dissertação de Mestrado em Zoologia).
635
- 636 Guinee, M. A., & Moore, J. (2004). The effect of parasitism on host fecundity is dependent
637 on temperature in a cockroach–acanthocephalan system. *Journal of Parasitology*, 90, 673-
638 677. <http://dx.doi.org/10.1645/GE-98R12009>.
639
- 640 Huffman, M. A., Gotoh, S., Turner, L. A., Hamai, M., & Yoshida, K. (1997). Seasonal trends
641 in intestinal nematode infection and medicinal plant use among chimpanzees in the Mahale
642 Mountains, Tanzania. *Primates*, 38, 111-125. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02382002>
643
- 644 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio. (2018). *Livro Vermelho*
645 *da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume II - Mamíferos*. In: Instituto Chico
646 Mendes de Conservação da Biodiversidade. (Org.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira
647 Ameaçada de Extinção. Brasília, DF: ICMBio. 622p. 2018.
648
- 649 INMET, Instituto Nacional de Meteorologia, 2018. Disponível em:
650 http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf
651
- 652 IUCN, 2008. IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: <www.iucnredlist.org>.
653 Acessado em: 28/08/2018 às 9:40 h.
654
- 655 Kalousová, B., Piel, A. K., Pomajbíková, K., Modrý, D., Stewart, F. A., & Petrželková, K. J.
656 (2014). Gastrointestinal parasites of savanna chimpanzees (*Pan troglodytes schweinfurthii*) in
657 Ugalla, Tanzania. *International Journal of Primatology*, 35, 463-475.
658 <https://doi.org/10.1007/s10764-014-9753-9>
659
- 660 Krief, S., Huffman, M. A., S´evenet, T., Guillot, J., Bories, C., Hladik, C. M., & Wrangham,
661 R. W. (2005). Noninvasive monitoring of the health of *Pan troglodytes schweinfurthii* in the
662 Kibale National Park, Uganda. *International Journal of Primatology*, 26, 467-490.
663 <https://doi.org/10.1007/s10764-005-2934-9>
664
- 665 Lafferty, K. D. (1997). Environmental parasitology: what can parasites tell us about human
666 impacts on the environment?. *Parasitology today*, 13, 251-255.
667 [https://doi.org/10.1016/S0169-4758\(97\)01072-7](https://doi.org/10.1016/S0169-4758(97)01072-7)
668

- 669 Masi, S., Chauffour, S., Bain, O., Todd, A., Guillot, J., & Krief, S. (2012). Seasonal effects on
670 great ape health: a case study of wild chimpanzees and western gorillas. *PLoS One*, 7 (12), 1-
671 13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0049805>
672
- 673 Martínez-Mota, R., Valdespino, C., Sánchez-Ramos, M. A., & Serio-Silva, J. C. (2007).
674 Effects of forest fragmentation on the physiological stress response of black howler
675 monkeys. *Animal Conservation*, 10, 374-379. [https://doi.org/10.1111/j.1469-](https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2007.00122.x)
676 [1795.2007.00122.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2007.00122.x)
677
- 678 Machado-Filho, D. A. (1950). Revisão do gênero *Prostenorchis* Travassos 1915
679 (Acantocephala). *Memorial do Instituto Oswaldo Cruz*, 48, 495-544.
680 <http://dx.doi.org/10.1590/S0074-02761950000100020>
681
- 682 Mbora, D. N.M. & McPeck, M. A. (2009). Host density and human activities mediate
683 increased parasite prevalence and richness in primates threatened by habitat loss and
684 fragmentation. *Journal of Animal Ecology*, 78, 210-218. [https://doi.org/10.1111/j.1365-](https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2008.01481.x)
685 [2656.2008.01481.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2008.01481.x).
686
- 687 McLennan, M. R., Hasegawa, H., Bardi, M., Huffman, M. A. (2017). Gastrointestinal parasite
688 infections and self-medication in wild chimpanzees surviving in degraded forest fragments
689 within an agricultural landscape mosaic in Uganda. *PloS one*, 12 (7), 1-29.
690 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180431>
691
- 692 Medeiros, D. P. W., Lopes, A. V., & Zickel, C. S. (2007). Phenology of woody species in
693 tropical coastal vegetation, northeastern Brazil. *Flora-Morphology, Distribution, Functional*
694 *Ecology of Plants*, 202, 513-520. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2006.11.002>
695
- 696 Melo, A. L. (2004). Helminth parasites of *Callithrix geoffroyi*. *Lab Primate Newsl*, 43, 7-9.
697 <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-29612013000300012>
698
- 699 Mendoza, I., Peres, C. A., & Morellato, L. P. C. (2017). Continental-scale patterns and
700 climatic drivers of fruiting phenology: A quantitative Neotropical review. *Global and*
701 *Planetary Change*, 148, 227-241. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2016.12.001>
702
- 703 Miller, K. E., Laszlo, K., & Dietz, J. M. (2003). The role of scent marking in the social
704 communication of wild golden lion tamarins, *Leontopithecus rosalia*. *Animal Behaviour*, 65,
705 795-803. <https://doi.org/10.1006/anbe.2003.2105>
706
- 707 Monteiro, R. V., Jansen, A. M., Pinto, R. M. (2003). Coprological helminth screening in
708 Brazilian free ranging golden lion tamarins, *Leontopithecus rosalia* (L., 1766) (Primates,
709 Callithrichidae). *Brazilian Journal of Biology*, 63, 727-729. [http://dx.doi.org/10.1590/S1519-](http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842003000400022)
710 [69842003000400022](http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842003000400022)
711

- 712 Monteiro, R. V., Dietz, J. M., Beck, B. B., Baker, A. J., Martins, A., & Jansen, A. M. (2007).
713 Prevalence and intensity of intestinal helminths found in free-ranging golden lion tamarins
714 (*Leontopithecus rosalia*, Primates, Callitrichidae) from Brazilian Atlantic forest. *Veterinary*
715 *parasitology*, 145, 77-85. <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.12.004>
716
- 717 Morellato, L. P. C., Talora, D. C., Takahasi, A., Bencke, C. C., Romera, E. C., & Zipparro, V.
718 B. (2000). Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. *Biotropica*, 32, 811-
719 823. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00620.x>
720
- 721 Morellato, L. P. C., Alberton, B., Alvarado, S.T., Borges, B., Buisson, E., Camargo, M.G.G.,
722 ... Peres, C.A. (2016). Linking plant phenology to conservation biology. *Biological*
723 *Conservation*, 195, 60-72. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2015.12.033>
724
- 725 Mori, S. A., Boom, B. M., Carvalho, A. M., & Santos, T. S. (1983). Southern Bahian moist
726 forests. *The Botanical Review*, 49, 155-232.
727
- 728 Nunn, C. L., Thrall, P. H., Leendertz, F. H., & Boesch, C. (2011). The spread of fecally
729 transmitted parasites in socially-structured populations. *PloS one*, 6(6), 1-6.
730 <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0021677>
731
- 732 Oliveira, L. C., Neves, L. G., Raboy, B. E., & Dietz, J. M. (2011). Abundance of jackfruit
733 (*Artocarpus heterophyllus*) affects group characteristics and use of space by golden-headed
734 lion tamarins (*Leontopithecus chrysomelas*) in cabruca agroforest. *Environmental*
735 *Management*, 48, 248–262. <http://dx.doi.org/10.1007/s00267-010-9582-3>
736
- 737 Pascual, M., & Dobson, A. Seasonal patterns of infectious diseases. *PLoS Medicine*, 2, 1, 18-
738 20, 2005. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.0020005>
739
- 740 Pérez, J., Peña, J., Soler-Tovar. (2013). Gusano de cabeza espinosa (*Prosthenorchis elegans*)
741 en el tití gris (*Saguinus leucopus*): Reporte de caso. In Defler, TR, Pablo R. S., Marta L. B.,
742 Diana C. G. (Eds.). *Primates Colombianos en Peligro de Extinción*. Asociación Primatológica
743 Colombiana, 139-150.
744
- 745 Pessoa, M.S. (2008). Comparação da comunidade arbórea e fenologia reprodutiva de duas
746 fisionomias em Floresta Atlântica no Sul da Bahia, Brasil. Universidade Estadual de Santa
747 Cruz (Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente).
748
- 749 Pessoa, M. S., De Vleeschouwer, K. M., Talora, D. C., Rocha, L., & Amorim, A. M. A.
750 (2012). Reproductive phenology of *Miconia mirabilis* (Melastomataceae) within three distinct
751 physiognomies of Atlantic Forest, Bahia, Brazil. *Biota Neotropica*, 12, 49-56.
752 <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032012000200006>

- 753 Pinheiro, F., Diniz, I. R., Coelho, D., & Bandeira, M. P. S. (2002). Seasonal pattern of insect
754 abundance in the Brazilian cerrado. *Austral Ecology*, 27, 132-136.
755 <https://doi.org/10.1046/j.1442-9993.2002.01165.x>
756
- 757 Pissinatti, L., Pissinatti, A., Burity, C. H. F., Mattos Jr, D. G., & Tortelly, R. (2007).
758 Ocorrência de Acanthocephala em *Leontopithecus* (Lesson, 1840), cativos; aspectos
759 clínico-patológicos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 59, 1473-1477.
760 <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352007000600019>
761
- 762 Pozo-Montuy, G. & Serio-Silva, J. C. (2007). Movement and resource use by a group of
763 *Alouatta pigra* in a forest fragment in Balancán, México. *Primates*, 48, 102-107.
764 <http://dx.doi.org/10.1007/s10329-006-0026-x>
765
- 766 Raboy, B. E., & Dietz, J. M. (2004). Diet, foraging, and use of space in wild golden-headed
767 lion tamarins. *American Journal of Primatology*, 63 (1), 1-15.
768 <http://dx.doi.org/10.1002/ajp.20032>
769
- 770 Raboy, B.E., Christman, M. C., & Dietz, J. M. (2004). The use of degraded and shade cocoa
771 forests by endangered golden-headed lion tamarins *Leontopithecus chrysomelas*. *Oryx*, 38,
772 75-83. <http://dx.doi.org/10.1017/S0030605304000122>
773
- 774 Raharivololona, B.M., & Ganzhorn, J.U. (2010). Seasonal variations in gastrointestinal
775 parasites excreted by the gray mouse lemur *Microcebus murinus* in Madagascar. *Endangered*
776 *Species Research*, 11, 113-122. <http://dx.doi.org/10.3354/esr00255>
777
- 778 Sá, R. M., Petrášová, J., Pomajbíková, K., Profousová, I., Petrželková, K. J., Sousa, C., ...
779 Modrý, D. (2013). Gastrointestinal symbionts of chimpanzees in Cantanhez National Park,
780 Guinea-Bissau with respect to habitat fragmentation. *American Journal of Primatology*, 75,
781 1032-1041. <http://dx.doi.org/10.1002/ajp.22170>
782
- 783 Sih, A. (2013). Understanding variation in behavioural responses to human-induced rapid
784 environmental change: a conceptual overview. *Animal Behaviour*, 85 (5), 1077-1088.
785 <http://dx.doi.org/10.1016/j.anbehav.2013.02.017>
786
- 787 Stoner, K. E., González-Di Pierro, A. M., & Maldonado-López, S. (2005). Infecciones de
788 parásitos intestinales de primates: implicaciones para la conservación. *Universidad y Ciencia*,
789 2, 61-72.
790
- 791 Stuart, M., Pendergast, V., Rumfelt, S., Pierberg, S., Greenspan, L., Glander, K., & Clarke,
792 M. (1998). Parasites of wild howlers (*Alouatta* spp.). *International Journal of*
793 *Primatology*, 19, 493-512. <https://doi.org/10.1023/A:1020312506375>
794
- 795 Stunkard, H. W. (1953). Life histories and systematics of parasitic worms. *Systematic*
796 *Zoology*, 2, 7-18. <https://doi.org/10.2307/2411565>

797

798 Stunkard, H. W. (1965). New intermediate hosts in the life cycle of *Prosthenorchis elegans*
799 (Diesing, 1851), an acanthocephalan parasite of primates. *The Journal of parasitology*, 51,
800 645-649. <https://doi.org/10.2307/3276251>

801

802 Valdespino, C., Rico-Hernández, G. & Mandujano, S. (2010). Gastrointestinal parasites of
803 howler monkeys (*Alouatta palliata*) inhabiting the fragmented landscape of the Santa Marta
804 mountain range, Veracruz, Mexico. *American Journal of Primatology*, 72, 539-548.
805 <https://doi.org/10.1002/ajp.20808>.

806

807 Van Schaik, C. P., Terborgh, J. W., & Wright, S. J. (1993). The phenology of tropical forests:
808 adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of ecology*
809 *and Systematics*, 24, 353-377. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.24.110193.002033>

810

811 Worman, C. O. & Chapman, C. A. (2006). Densities of two frugivorous primates with respect
812 to forest and fragment tree species composition and fruit availability. *International Journal of*
813 *Primatology*, 27, 203-225. <https://doi.org/10.1007/s10764-005-9007-y>

814

815 Wright, S. J., Carrasco, C., Calderon, O., & Paton, S. (1999). The El Niño southern
816 oscillation, variable fruit production, and famine in a tropical forest. *Ecology*, 80, 1632-1647.
817 <https://doi.org/10.2307/176552>

6. ARTIGO CIENTÍFICO III

OCORRÊNCIA DOS HEMOPARASITAS *Mycoplasma* sp. E MICROFILÁRIAS NO MICO-LEÃO-DA-CARA-DOURADA (*Leontopithecus chrysomelas*) NO SUL DA BAHIA, BRASIL

O artigo será submetido ao periódico *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife* e, portanto, seguirá o formato e regras deste periódico

1 Ocorrência dos hemoparasitas *Mycoplasma* sp. e microfilárias no mico-leão-da-cara-dourada
2 (*Leontopithecus chrysomelas*) no Sul da Bahia, Brasil

3

4

RESUMO

5

6 Hemoparasitas tais como *Mycoplasma* sp. e microfilárias estão presentes em primatas de
7 diversas regiões do mundo. Informações sobre as consequências desses parasitas sobre a
8 saúde dos primatas não humanos, principalmente aqueles ameaçados de extinção tais como o
9 mico-leão-da-cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*), são escassas na literatura e
10 necessitam de maior atenção visto que podem contribuir para ações de conservação da
11 espécie. O objetivo do estudo foi investigar a presença de *Mycoplasma* sp., por meio de
12 análise molecular, e microfilárias, por meio da avaliação de esfregaços sanguíneos, no mico
13 leão-da-cara-dourada que vive em ambientes antropicamente alterados no Sul da Bahia,
14 Brasil. Além disso, objetivou-se avaliar a influência dessas infecções sobre os parâmetros
15 hematológicos dos animais. Dos animais avaliados, 38% foram positivos para *Mycoplasma*
16 sp. nos ensaios de PCR, mostrando uma identidade entre 88% e 99% para este parasita. Foram
17 observadas microfilárias em 65% dos animais avaliados. Dos animais positivos para
18 *Mycoplasma* sp., 75% apresentaram microfilárias. Não houve diferença entre os animais
19 positivos e negativos para *Mycoplasma* sp. em relação aos parâmetros hematológicos
20 avaliados. Por sua vez, animais positivos e negativos para microfilárias diferiram em relação à
21 hemoglobina, que foi mais elevada nos indivíduos positivos. Os dados mostram que
22 hemoparasitas estão circulando no mico-leão-da-cara-dourada no Sul da Bahia, podendo ter
23 implicações para a saúde dos animais e também para a saúde pública, visto que muitos destes
24 parasitas possuem potencial zoonótico.

25

26 Palavras-chave: Conservação; Hemoparasitas; Hemoplasmas; Primatas

27

28

29 1. INTRODUÇÃO

30

31 O mico-leão-da-cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*) é um primata ameaçado
32 de extinção, endêmico da Mata Atlântica do Sul da Bahia, Brasil (Pinto and Rylands, 1997).
33 A maioria das populações vive em áreas que passaram por algum processo de interferência
34 humana tais como fragmentos de floresta secundária em diferentes estágios de degradação e
35 em sistemas agroflorestais de plantação de cacau (*Theobroma cacao*), popularmente
36 conhecidos como *cabruças* (Raboy et al. 2004; Oliveira et al., 2011). Estes ambientes
37 antropicamente alterados geralmente são circundados por áreas agrícolas, pastos e
38 assentamentos humanos, o que aumenta os riscos de transmissão de doenças entre animais
39 selvagens, domésticos e o homem (Osofsky et al., 2005; Mackenstedt et al., 2015). Desta
40 forma, esforços são necessários para avaliar o estado de saúde desses animais em ambientes
41 antropicamente alterados e contíguos a áreas urbanas. Um melhor conhecimento do estado de
42 saúde da fauna pode contribuir tanto para o planejamento de estratégias de conservação, visto
43 que os parasitas podem agravar o declínio de espécies já ameaçadas de extinção (Kondgen et
44 al., 2008; Leendertz et al., 2017), como também para a avaliação de áreas onde existe o maior
45 risco de emergência de doenças zoonóticas (Han et al., 2016).

46 Dentre os parasitas de importância na saúde veterinária e humana, encontram-se
47 bactérias do gênero *Mycoplasma*. Estas bactérias aderem à superfície de eritrócitos de uma
48 ampla variedade de mamíferos selvagens e domésticos, além de humanos (Biondo et al.,
49 2009; Santos et al., 2008). Acredita-se que artrópodes hematófagos tais como pulgas, piolhos,

50 carrapatos e mosquitos são os transmissores destes parasitas (Messick, 2004). A maior parte
51 de *Mycoplasma* sp. é espécie específica (Hoelzle, 2008; Biondo et al., 2009), no entanto, há
52 relatos de infecção por *Mycoplasma* sp. em espécies que não são os hospedeiros primários,
53 como exemplo humanos imunocomprometidos que podem se infectar com *M. haemofelis*, que
54 acomete felinos (Santos et al., 2008) e *M. suis*, própria de suínos (Yuan et al., 2009),
55 sugerindo a existência de caráter zoonótico destes parasitas.

56 Infecções por *Mycoplasma* sp. têm sido mundialmente relatadas em algumas espécies
57 de primatas não-humanos, tais como *Macaca fascicularis* (Dillberger et al., 1994; Maggi et
58 al., 2013), *Saimiri sciureus* (Contamin and Michel, 1999; Neimark et al., 2002), *Aotus*
59 *trivirgatus* (Barker et al., 2011) e *Macaca fuscata* (Sashida et al., 2014). No Brasil, infecções
60 por *Mycoplasma* sp. têm sido relatadas em *Alouatta caraya* (Santos et al., 2013; Cubilla et al.,
61 2017), *Sapajus apella*, *Saimiri sciureus* e *Saguinus midas niger* (Bonato et al., 2015),
62 *Sapajus nigritus* (Cubilla et al., 2017) e *Sapajus flavius* (Ramalho et al., 2017). As espécies de
63 *Mycoplasma* encontradas em primatas até o momento foram ‘*Candidatus Mycoplasma*
64 *kahanei*’ (Neimark et al., 2002), ‘*Ca. M. aoti*’ (Barker et al., 2011) e ‘*C. M. haemomacaque*’
65 (Maggi et al., 2013; Sashida et al., 2014). Além destas espécies, há suspeita de outras ainda
66 não identificadas em primatas não humanos (Maggi et al., 2013; Bonato et al., 2015; Ramalho
67 et al., 2017). A presença de infecção nem sempre é acompanhada de sinais clínicos (Willi et
68 al., 2007; Tasker, 2010). Alguns estudos relatam que primatas infectados por *Mycoplasma* sp.
69 podem apresentar anemia (Dillberger et al., 1994; Contamin and Michel, 1999; Santos et al.,
70 2013), no entanto, nem sempre essa alteração é observada (Maggi et al., 2013; Cubilla et al.,
71 2017; Ramalho et al., 2017).

72 Nematódeos filarioides e microfilárias também são parasitas mundialmente
73 registrados em várias espécies de primatas, principalmente em países de clima tropical tais

74 como Brasil (*Sapajus flavius*: Bueno et al., 2017; *Saguinus mystax*: Eberhard, 1978; *Callithrix*
75 *jacchus*: Verona, 2008), Costa Rica (*Cebus capucinos*: Chinchilla et al., 2007), Peru (*Sapajus*
76 *macrocephalus* e *Cebus albifrons*: Conga et al., 2018; *Tamarinus nigricollis*: Dunn and
77 Lambrecht, 1963), Guiana Francesa (*Alouatta seniculus*, *Pithecia pithecia* e *Saguinus midas*:
78 De Thoisy et al., 2001), além de países Africanos e Asiáticos (*Nycticebus coucang*: Dunn,
79 1964; *Avahi occidentalis* e *Lepilemur edwardsi*: Hokan et al., 2017). Vários gêneros de
80 filarídeos parasitam primatas, dentre eles destacam-se *Dipetalonema* sp., *Tetrapetalonema* sp.
81 ou *Mansonella* sp. (Dunn and Lambrecht, 1963; De Thoisy et al., 2000, 2001; Notarnicola et
82 al., 2008; Corrêa et al., 2016; Conga et al., 2018), *Wuchereria* sp., *Brugia* sp. (Palmieri et al.,
83 1980; Paily et al., 2009;) e a espécie *Dirofilaria immitis* (Gamble et al., 1998; Sandosham,
84 1951). As microfilárias presentes na corrente sanguínea de seus hospedeiros podem ser
85 transmitidas por diversos insetos hematófagos tais como mosquitos, pulgas e carrapatos
86 (Dunn and Lambrecht, 1963). Apesar da ampla distribuição mundial destes parasitas, pouco
87 se sabe a respeito dos impactos que podem causar à saúde dos primatas (Bueno et al., 2017) e
88 seu potencial zoonótico.

89 Neste estudo foi investigada a presença dos hemoparasitas *Mycoplasma* sp. (por meio
90 de análise molecular) e microfilárias (por meio da avaliação de esfregaços sanguíneos) em
91 populações de mico leão-da-cara-dourada no Sul da Bahia – Brasil e também foi avaliado o
92 impacto destas infecções à saúde desses animais.

93

94 2. MÉTODOS

95

96 2.1. Nota ética

97

98 Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisas com Animais da
 99 Universidade Estadual de Santa Cruz, sob protocolo # 018/2015. A permissão para captura e
 100 coleta de materiais biológicos foi aprovada pela Agência Ambiental Brasileira
 101 (ICMBio/SISBIO), sob os protocolos # 234576 e # 471783.

102

103 2.2. Animais de estudo e Coleta de amostras de sangue

104

105 De outubro de 2015 a março de 2017, foram coletadas amostras de sangue de 21
 106 indivíduos adultos (Tabela 1) pertencentes a cinco grupos de micos-leões-da-cara-dourada de
 107 vida livre. Três destes grupos (RIB, MRO e OZA) viviam em fragmentos de floresta
 108 secundária entremeados em matriz agrícola de pastos, seringueiras, cupuaçu, plantações de
 109 cacau e cultivos efêmeros - denominada DFAM - na zona rural do Município de Una, Bahia,
 110 Brasil (15°15'52"S, 39°8'46"W). Os outros dois grupos (ALM e BOM) viviam em áreas de
 111 sistemas agroflorestais de cacau (*cabruca*) pertencentes a fazendas particulares (Almada e
 112 Bomfim) na zona rural de Ilhéus, Bahia, Brasil (14°39'S, 39°11'W). Esses ambientes (DFAM
 113 e *cabruca*) distanciam-se aproximadamente 107 km entre si e não há conexões entre as
 114 populações de micos estudados nestes dois locais.

115

116 **Tabela 1.** Indivíduos estudados e período de coleta

Indivíduo	Sexo	Grupo	Ambiente	Período de coleta
92	F	RIB	DFAM	Mar/2016
126	M	RIB	DFAM	Mar/2017
115	M	MRO	DFAM	Mar/2016
102	M	MRO	DFAM	Out/2015
116	F	MRO	DFAM	Out/2015
117	M	MRO	DFAM	Out/2015
95	F	OZA	DFAM	Mar/2016
109	F	OZA	DFAM	Mar/2017

113	F	OZA	DFAM	Mar/2017
123	M	OZA	DFAM	Mar/2017
14	M	ALM	CAB	Jun/2016
15	F	ALM	CAB	Jun/2016
17	M	ALM	CAB	Mar/2017
19	F	ALM	CAB	Mar/2017
23	M	ALM	CAB	Mar/2017
5	M	BOM	CAB	Jun/2016
6	F	BOM	CAB	Mar/2017
7	F	BOM	CAB	Mar/2017
10	M	BOM	CAB	Jun/2016
11	M	BOM	CAB	Jun/2016
12	M	BOM	CAB	Jun/2016

117

118

119 Para coletar amostras de sangue, os micos foram capturados em armadilhas *tomahawk*
120 (0,48 m comprimento × 0,15 m largura × 0,15 m altura), usando bananas como iscas,
121 seguindo os procedimentos descritos por Dietz et al. (1996). Após a captura, os animais foram
122 levados para um laboratório no campo e sedados (10 mg/kg Cetamina e 0,3 mg/kg
123 Midazolam, pela via intramuscular), seguindo Catenacci et al. (2016). Amostras de sangue
124 foram coletadas pela punção da veia femoral, no plexo arteriovenoso da região inguinal, no
125 volume máximo de coleta de três mL (Catenacci et al. *submetido*). Após a coleta, as amostras
126 de sangue foram armazenadas em tubos estéreis de 4mL contendo anticoagulante EDTA K₃
127 (Vacuplast[®]) e resfriadas para a realização de análises hematológicas, que ocorreram no dia
128 posterior à coleta. Após a total recuperação da anestesia, os animais foram soltos no mesmo
129 local onde ocorreu a captura.

130

131 2.3. Análises hematológicas

132

133 As contagens globais de hemácias, leucócitos e plaquetas, além da avaliação da
134 concentração de hemoglobina (Hb), volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina
135 corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) foram
136 realizadas com auxílio de um contador automático de células (ABX Vetcounter, Horiba™,
137 Montpellier, France). A contagem diferencial de leucócitos, objetivando determinar o
138 percentual de basófilos, eosinófilos, neutrófilos bastonetes, neutrófilos segmentados,
139 linfócitos e monócitos, foi obtida a partir do exame de esfregaços sanguíneos corados com
140 Panótico (Laborclin, Paraná, Brasil). Os valores para proteína plasmática total foram obtidos
141 usando refratômetro manual. Os valores de referência usados para avaliação dos parâmetros
142 hematológicos foram baseados nos intervalos estabelecidos para *Leontopithecus* sp.
143 (VERONA; PISSINATI, 2014). Após o hemograma, as amostras de sangue total foram
144 armazenadas em criotubos estéreis de plástico, livres de DNase e RNase, e armazenadas a -
145 20°C para posterior análise molecular.

146

147 2.4. Ensaios de Reação em cadeia de polimerase (PCR)

148

149 Foi extraído DNA de 200 µL de cada amostra de sangue dos micos, usando o kit de
150 extração DNeasy®Blood & Tissue (Qiagen, Valencia, California, USA), de acordo com as
151 instruções do fabricante. A concentração de DNA foi medida usando um espectrofotômetro
152 (Nanodrop, Thermo Scientific, Waltham, MA, USA). Microtubos contendo água ultrapura
153 estéril foram usados como controle negativo da extração. Como controle positivo foi utilizado
154 uma amostra positiva para *Mycoplasma* sp. oriunda de um felino. As amostras foram
155 submetidas a PCR para o gene 16S rRNA, cujos oligonucleotídeos iniciadores (HBT-F) – 5’-
156 ATACGGCCCATATTCCTACG – 3’, HBT-R – 5’- TGCTCCACCACTTGTTCA-3’) foram

157 usados com o intuito de amplificar um fragmento de 600pb (CRIADO-FORNELIO et al.,
158 2003). A reação de amplificação foi realizada utilizando uma reação de volume total de
159 25 μ L, contendo 5 μ L do DNA, 0,2 mM de cada deoxinucleotídeo, 0,5 μ M de cada
160 oligonucleotídeo iniciador, 1,0 mM $MgCl_2$, 10X PCR buffer, 1,5 UI Taq DNA Polymerase, e
161 completando o restante do volume com água ultrapura destilada. As amostras foram
162 submetidas no termociclador a uma desnaturação inicial de 95°C por 2 minutos, 40 ciclos
163 compostos por desnaturação a 94°C por 1 minuto, anelamento a 60°C por 45 segundos e
164 extensão a 72°C por 45 segundos, seguidos por uma extensão final a 72°C durante 5 minutos.

165

166 2.5. Sequenciamento

167

168 Produtos resultantes da PCR foram purificados através do Purelink™ Quick gel
169 extraction & PCR Purification combo Kit (Invitrogen™). Fragmentos purificados de DNA
170 amplificados de amostras positivas foram submetidas ao método de eletroforese capilar
171 (Sanger et al., 1977) em um analisador genético 3500xl (Applied biosystems). Os
172 eletroferogramas gerados após o sequenciamento foram avaliados observando-se a qualidade
173 dos picos correspondentes a cada base sequenciada, através do programa FinchTV (Geospiza
174 research team). Além disso, os programas BioEdit v.7.0.5.3 (Hall, 2011) e BLAST (Altschul
175 et al., 1997) foram usados para comparar o percentual de identidade das seqüências obtidas
176 com outras previamente depositadas no GenBank.

177

178 2.6. Análise de dados e estatística

179

180 Inicialmente, foi aplicado o teste de Lilliefors para avaliar se os parâmetros
181 hematológicos possuíam distribuição normal. Posteriormente, para avaliar se existe diferença
182 entre os animais positivos e negativos para *Mycoplasma* sp. e microfilárias em relação aos
183 parâmetros hematológicos: contagem de eritrócitos, hematócrito, hemoglobina, leucócitos,
184 neutrófilo segmentado, neutrófilo bastonete, linfócito, eosinófilo, monócito, plaquetas,
185 proteínas plasmáticas totais (PPT), volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina
186 corpuscular média (HCM) e contagem de hemoglobina corpuscular média (CHCM), foi usado
187 o test t-student.

188 Para quantificação das microfilárias foram atribuídos escores de 0 a 3 de acordo com a
189 intensidade destes parasitas presentes nos esfregaços sanguíneos, seguindo De Thoisy et al.
190 (2001): O escore 0 (zero) foi atribuído para ausência de microfilárias, o escore 1 para uma
191 baixa parasitemia (até 2,5 microfilárias/100 leucócitos), escore 2 para uma alta parasitemia
192 (por volta de 10 microfilárias/100 leucócitos) e o escore 3 para uma parasitemia muito alta
193 (por volta de 25 microfilárias/100 leucócitos). Para avaliar se existe correlação entre o escore
194 de microfilárias e os parâmetros hematológicos avaliados, foi usado o teste de correlação de
195 Spearman. As análises foram realizadas no software BioEstat 5.0, considerando um nível de
196 significância $p < 0,05$.

197

198 3. RESULTADOS

199

200 Dos vinte e um indivíduos investigados para a presença de *Mycoplasma* spp., oito
201 (38%) foram positivos nos ensaios de PCR. Destes, dois indivíduos viviam na *cabruca*, um
202 pertencente ao grupo ALM (mico 19) e um pertencente ao grupo BOM (mico 6), e seis

203 indivíduos viviam na DFAM: um pertencente ao grupo RIB (mico 92), dois pertencentes ao
 204 grupo MRO (micos 102 e 115) e três pertencentes ao grupo OZA (micos 95, 109 e 113).

205 Seis animais positivos de ambas as áreas tiveram as amostras sequenciadas (micos 92,
 206 95, 109, 113, 6 e 19). Estas amostras tiveram entre 88% e 99% de identidade para
 207 *Mycoplasma* sp. (Tabela 2).

208

209 **Tabela 2.** Percentual de identidade com *Mycoplasma* sp. das amostras de DNA de *L.*
 210 *chrysomelas* sequenciadas para o gene 16S rRNA

Animal	Grupo	Ambiente	Percentual de identidade com <i>Mycoplasma</i> sp.
92	RIB	DFAM	93%
95	OZA	DFAM	99%
109	OZA	DFAM	88%
113	OZA	DFAM	93%
6	BOM	CAB	97%
19	ALM	CAB	97%

211

212 Os parâmetros hematológicos dos micos estudados estavam dentro do valor de
 213 referência para o gênero *Leontopithecus* (Tabela 3). Não houve diferença entre os animais
 214 positivos e negativos para *Mycoplasma* sp. em relação aos parâmetros hematológicos
 215 avaliados (Tabela 3).

216 **Tabela 3.** Média \pm SD (desvio padrão) dos parâmetros hematológicos de *L. chrysomelas* positivos e negativos para *Mycoplasma* spp. e microfilárias

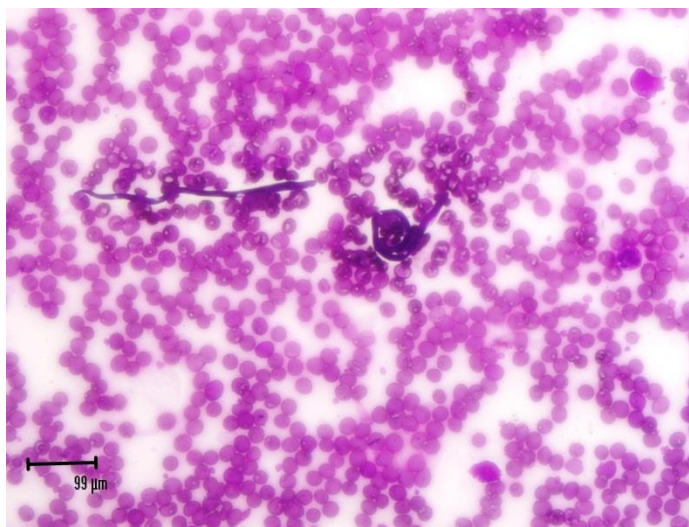
Parâmetros	Valores de referência de <i>Leontopithecus</i> sp. (vida livre)*	Valores de referência de <i>Leontopithecus</i> sp. (cativoiro)*	Negativos para <i>Mycoplasma</i> sp. (n=12)	Positivos para <i>Mycoplasma</i> sp. (n=8)	<i>t-test</i>	<i>p</i>	Negativos para microfilárias (n=7)	Positivos para microfilárias (n=13)	<i>t-test</i>	<i>p</i>
Eritrócitos (x10⁶/μl)	9,26 \pm 2,65	5,7 \pm 0,6	5,4 \pm 0,43	5,63 \pm 0,38	-1,63	0,12	5,33 \pm 0,64	5,51 \pm 0,26	0,91	0,37
Hematócrito (%)	36,67 \pm 5,78	45,5 \pm 3,5	35,25 \pm 4,75	36,95 \pm 2,5	-1,6	0,12	33,34 \pm 5,19	36,18 \pm 3,34	1,49	0,15
Hemoglobina (g/dl)	15,4 \pm 1,6	-	11,28 \pm 1,56	12,16 \pm 1,67	-1,2	0,24	10,61 \pm 1,86	12,18 \pm 1,22	2,27	0,03
Leucócitos (x10³/ μl)	8,85 \pm 3,92	7,13 \pm 2,84	8 \pm 3,28	9,37 \pm 3,40	-0,64	0,52	9,88 \pm 4,62	8,19 \pm 2,28	-1,10	0,28
Neutrófilo segmentado (%)	61,1 \pm 10,24	44,2 \pm 2,51	67,7 \pm 13,1	72,7 \pm 6,0	-0,96	0,34	73,57 \pm 12,19	67,85 \pm 10,08	-1,20	0,24
Neutrófilo bastonete (%)	-	0,1 \pm 0,05	0,5 \pm 0,6	0,3 \pm 0,5	0	1	0,57 \pm 0,78	0,38 \pm 0,50	-0,68	0,50
Linfócito (%)	30,5 \pm 9,96	21,7 \pm 1,15	28,6 \pm 12,4	18,8 \pm 8,8	0,84	0,39	24,14 \pm 12,37	25,69 \pm 11,88	-0,70	0,49
Eosinófilo (%)	0,7 \pm 1,25	3 \pm 0,4	0,25 \pm 0,4	2,87 \pm 1,57	-0,4	0,69	0,00 \pm 0,00	0,54 \pm 1,12	1,28	0,21
Monócito (%)	6,65 \pm 4,18	1,6 \pm 0,18	1,58 \pm 1,44	4,87 \pm 6,31	-2,04	0,08	1,71 \pm 1,11	2,31 \pm 1,84	0,30	0,76
Basófilo (%)	0 \pm 0	0,01 a 0,06	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	-	-	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	-	-

Plaquetas (x10³/ μl)	-	-	436,3± 182,58	527,12± 158,30	-1,14	0,26	528,00± 195,39	442,85± 163,19	-1,04	0,31
PPT (g/dl)	6,27 ± 0,98	7,2 ± 1,5	6,93 ± 0,60	7,04 ± 0,57	-0,41	0,68	7,24 ± 0,54	6,82 ± 0,56	-1,61	0,12
VCM (μm³)	-	-	64,75 ± 7,44	69,50 ± 3,74	-1,66	0,11	65,29 ± 7,29	67,38 ± 6,29	0,67	0,50
HCM (pg)	-	-	21,18 ± 2,41	22,92 ± 1,46	-1,82	0,08	21,49 ± 2,52	22,09 ± 2,11	0,55	0,58
CHCM (g/dl)	-	-	33,02 ± 0,42	33,09 ± 0,88	-0,26	0,79	33,12 ± 0,50	33,01 ± 0,69	-0,35	0,72

217 Códigos dos símbolos: - Dados não disponíveis; *Baseado em Verona and Pissinati, 2014.

218 Durante a avaliação das lâminas dos esfregaços sanguíneos foram observadas
219 microfilárias (Figura 2) em 65% dos animais avaliados (13 indivíduos, seis da DFAM e sete
220 da *cabruca*) pertencentes aos cinco grupos estudados (Material Suplementar 1 e 2). Seis
221 indivíduos (quatro da DFAM e dois da *cabruca*) apresentaram uma intensidade de
222 microfilárias muito alta (escore 3), cinco indivíduos (dois DFAM e três da *cabruca*)
223 apresentam uma intensidade de infecção alta (escore 2), dois indivíduos (dois da DFAM)
224 apresentaram uma infecção baixa (escore 1) e sete indivíduos (quatro da DFAM e três da
225 *cabruca*) não apresentaram microfilárias (escore 0) (Material Suplementar 1 e 2). Dos oito
226 animais positivos para *Mycoplasma* sp. nos ensaios de PCR, seis (75%) apresentaram
227 microfilárias (cinco da DFAM e um da *cabruca*) (Material Suplementar 1 e 2).

228



229

230 Figura 2. Fotomicrografia de microfilárias sanguíneas em aumento de 400x.

231

232 Houve diferença entre os animais positivos e negativos para microfilárias em relação
233 ao parâmetro hematológico hemoglobina ($t\text{-test}=2,27$; $p=0,03$, Tabela 2). Os micos positivos
234 para microfilárias tiveram valores de hemoglobina mais elevados do que os indivíduos
235 negativos para esses hemoparasitas (Tabela 2). No entanto, não houve correlação entre os

236 escores para microfilárias e os valores de hemoglobina ($r_s=0,33$; $p>0,05$). Além disso, não
237 houve diferença significativa entre os animais positivos e negativos para microfilárias para os
238 demais parâmetros hematológicos avaliados (Tabela 2).

239

240 4. DISCUSSÃO

241

242 Foram encontradas amostras positivas para *Mycoplasma* sp. e microfilárias nos cinco
243 grupos de mico-leão-da-cara-dourada estudados, que habitam áreas da Mata Atlântica do Sul
244 da Bahia, *cabruca* e DFAM. Estas áreas são separadas entre si por aproximadamente 107 km,
245 o que sugere que estes parasitas estão amplamente distribuídos nas populações de micos na
246 região. Estas infecções podem, além de comprometer o estado de saúde desses animais,
247 representar um risco para a saúde pública devido ao potencial zoonótico desses parasitas
248 (Santos et al., 2008; Morales-Hojas, 2009; Paily et al., 2009; Mediannikov and Ranque, 2018)
249 e à proximidade humana nesses ambientes.

250 Todos os animais analisados neste estudo aparentavam boa condição de saúde durante
251 o exame clínico. No exame hematológico, tanto os animais da DFAM quanto os animais da
252 *cabruca* apresentaram valores médios de parâmetros hematológicos dentro da normalidade
253 para o gênero *Leontopithecus*, com exceção do parâmetro hemoglobina, que estava abaixo da
254 normalidade sugerida por Verona e Pissinati (2014): ($15,4 \pm 1,6$). Monteiro et al. (2010),
255 porém, encontrou o valor médio de hemoglobina de $11,0$ ($SD \pm 1,6$) para o mico-leão-da-cara-
256 dourada, indicando que os valores encontrados no presente estudo estavam dentro dos padrões
257 normais para a espécie.

258 Alguns sintomas tais como anorexia, febre, icterícia e hipoglicemia podem estar
259 presentes nos animais infectados de forma aguda por *Mycoplasma* sp. (Messick, 2004;

260 Hoelzle, 2008), no entanto, a presença de infecção nem sempre é acompanhada de sinais
261 clínicos. Estes vão depender da espécie de hemoplasma envolvida, do estágio da infecção e se
262 existem outras infecções ou doenças concomitantes (Willi et al., 2007; Tasker, 2010). Apesar
263 de alguns estudos relatarem a presença de anemia hemolítica em primatas parasitados por
264 *Mycoplasma* sp. (Dillberger et al., 1994; Contamin and Michel, 1999; Santos et al., 2013), no
265 presente estudo não foram observadas diferenças nos parâmetros hematológicos entre os
266 animais positivos e negativos para este parasita. Resultados similares em relação à ausência
267 de alterações nos parâmetros hematológicos também foram observados em outros estudos
268 com primatas (*Macaca fascicularis*: Maggi et al., 2013; *Sapajus flavius*: Ramalho et al.,
269 2017).

270 A maioria dos animais avaliados no presente estudo foram positivos para microfilárias.
271 Este resultado corrobora outros estudos realizados com primatas neotropicais (*Saguinus*
272 *mystax*: Eberhard, 1978; *Cebus capucinos*: Chinchilla et al., 2007; *Callithrix jacchus*: Verona,
273 2008) que também estavam infectados por estes parasitas. Neste estudo, no entanto, não foi
274 possível identificar o gênero ou espécie das microfilárias encontradas nos micos. Estes
275 parasitas podem ser identificados morfológicamente e por mensuração das formas adultas,
276 que geralmente são encontradas na cavidade abdominal, torácica ou em regiões intersticiais e
277 no sistema linfático do hospedeiro definitivo (Notarnicola et al., 2008; Conga et al., 2018). Já
278 as microfilárias encontradas nos esfregaços sanguíneos, que correspondem às formas larvais,
279 apresentam tamanhos e formas semelhantes entre as diferentes espécies, podendo gerar
280 confusão durante a identificação apenas por morfologia (Morales-Hojas, 2009). Estudos
281 genéticos, portanto, são mais adequados para o diagnóstico e identificação de filárias, visto
282 que possuem uma maior sensibilidade quando comparado à avaliação de esfregaços
283 sanguíneos (Morales-Hojas, 2009). No entanto, a literatura a respeito dos efeitos destes

284 parasitas sobre a saúde dos primatas ainda é muito escassa e nos impede melhor avaliação.
285 Verona (2008) observou um aumento do número de eosinófilos nos animais positivos para
286 microfilárias, indicando que apesar da ausência de sinais clínicos, estes parasitas provocam
287 alterações subclínicas nos indivíduos afetados. No presente estudo, encontramos que os
288 animais positivos para microfilárias apresentaram valores de hemoglobina mais elevados do
289 que os animais negativos para estes parasitas. No entanto, não houve correlação entre a
290 intensidade de microfilárias e o valor da hemoglobina. Portanto, mais estudos são necessários,
291 principalmente por meio de análise molecular, para a identificação das espécies de
292 nematódeos filarioides que acometem o mico-leão-da-cara-dourada, além de avaliar como
293 estes parasitas podem influenciar o estado de saúde desses animais.

294

295 5. CONCLUSÃO

296

297 Os resultados do presente estudo mostraram que as populações de mico-leão-da-cara-
298 dourada nas áreas de *cabruca* e DFAM foram positivas para *Mycoplasma* sp. e microfilárias.
299 A presença destes parasitas parece não comprometer de forma grave o estado de saúde dos
300 animais, pois em sua maioria não houve correlação entre parasitas e parâmetros
301 hematológicos. Esses hemoparasitas podem possuir um potencial zoonótico, porém pouco
302 sabemos sobre as espécies presentes na região, e como estas podem afetar a saúde do mico-
303 leão-da-cara-dourada e de humanos. Considerando a presença de hemoparasitas na área de
304 vida do *L. chrysomelas* no Sul da Bahia e seu estado de conservação, é imperativo que haja
305 um esforço para o monitoramento parasitário e avaliação do risco zoonótico na região.

306

307

308 AGRADecIMENTOS

309

310 Nós agradecemos a Jiomario Souza, Zaqueu da Silva Santos e Edinilson dos Santos pelo
311 auxílio com a captura dos animais. TSOC recebeu auxílio financeiro da FAPESB
312 (#2723/2015) e CAPES (#88881.131943/2016-01). Este trabalho recebeu auxílio financeiro
313 da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES/ PNPd), UESC e
314 Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processos
315 #300587/2009-0 e #306154/2010-2). SSCN e SLGNF receberam auxílio financeiro da
316 CAPES (Processos #88881.119854/2016-01 e #88881.119838/2016-01, respectivamente).
317 Este estudo foi financiado pela FAPESB (#011/2015), Universidade Estadual de Santa Cruz-
318 UESC e Projeto BioBrasil/Royal Zoological Society of Antwerp (Bélgica). O presente
319 trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível
320 Superior- Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

321

322 REFERÊNCIAS

323

324 Altschul, S. F., Madden, T. L., Schäffer, A. A., Zhang, J., Zhang, Z., Miller, W., Lipman, D.
325 J., 1997. Gapped BLAST and PSI-BLAST: a new generation of protein database search
326 programs. *Nucleic Acids Res.* 25, 3389-3402.

327

328 Barker, E. N., Helps, C. R., Neimark, H., Peters, I. R., Peters, W., & Tasker, S., 2011. A novel
329 haemoplasma species identified in archived primate blood smears. *Vet. Microbiol.* 149, 478-
330 481.

331

- 332 Biondo, A. W., Santos, A. P. D., Guimarães, A. M. S., Vieira, R. F. D. C., Vidotto, O.,
333 Macieira, D. D. B., Almosny, N. R.P., Molento, M. B., Timenetsky, J., Morais, H. A.,
334 González, F. H. D., Messick, J. B., 2009. A review of the occurrence of hemoplasmas
335 (hemotrophic mycoplasmas) in Brazil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* 18, 1-7
336
- 337 Bonato, L., Figueiredo, M. A. P., Gonçalves, L. R., Machado, R. Z., & André, M. R., 2015.
338 Occurrence and molecular characterization of *Bartonella* spp. and hemoplasmas in
339 neotropical primates from Brazilian Amazon. *Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis.* 42, 15-
340 20.
341
- 342 Bueno, M. G., Catão-Dias, J. L., de Oliveira Laroque, P., Vasconcellos, S. A., Neto, J. S. F.,
343 Gennari, S. M., Ferreira, F., Laurenti, M. D., Umezawa, E. S., Kesper, N., Kirchgatter, K.,
344 Guimarães, L. O., Pavanato, H. J., Valença-Montenegro, M. M., 2017. Infectious Diseases in
345 Free-Ranging Blonde Capuchins, *Sapajus flavius*, in Brazil. *Int. J. Primatol.* 38, 1017-1031.
346
- 347 Catenacci, L. S., Pessoa, M. S., Nogueira-Filho, S. L., & De Vleeschouwer, K. M. , 2016.
348 Diet and feeding behavior of *Leontopithecus chrysomelas* (Callitrichidae) in degraded areas of
349 the Atlantic forest of South-Bahia, Brazil. *Int. J. Primatol.* 37, 136-157.
350
- 351 Chinchilla, M., Guerrero, O. M., Gutiérrez-Espeleta, G. A., Sánchez, R., Valerio Campos, I.,
352 2007. Parásitos en monos carablanca *Cebus capucinus* (Primates: cebidae) de Costa
353 Rica. *Parasitol. Latinoam.* 62, 170-175.
354

- 355 Conga, D. F., Mayor, P., Furtado, A. P., Giese, E. G., Santos, J. N., 2018. Co-infection with
356 filarial nematodes in *Sapajus macrocephalus* and *Cebus albifrons* (Primates: Cebidae) from
357 the Peruvian Amazon. *J. Helminthol.* 1-4, 2018.
- 358
- 359 Contamin, H., Michel, J.C., 1999. Haemobartonellosis in Squirrel Monkeys (*Saimiri*
360 *sciureus*): Antagonism between *Haemobartonella* sp. and Experimental *Plasmodium*
361 *falciparum* Malaria. *Exp. Parasitol.* 91, 297-305.
- 362
- 363 Corrêa, P., Bueno, C., Soares, R., Vieira, F. M., Muniz-Pereira, L. C., 2016. Checklist of
364 helminth parasites of wild primates from Brazil. *Rev. Mex. Biodivers.* 87, 908-918, 2016.
- 365
- 366 Cubilla, M. P., Santos, L. C., de Moraes, W., Cubas, Z. S., Leutenegger, C. M., Estrada, M.,
367 Vieira, R. F. C., Soares, M. J., Lindsay, L. L., Sykes, J. E., Biondo, A. W., 2017. Occurrence
368 of hemotropic mycoplasmas in non-human primates (*Alouatta caraya*, *Sapajus nigritus* and
369 *Callithrix jacchus*) of southern Brazil. *Comp. immunol. Microbial. Infect. Dis.* 52, 6-13.
- 370
- 371 Daszak, P., Cunningham, A. A., Hyatt, A. D., 2000. Emerging infectious diseases of wildlife-
372 -threats to biodiversity and human health. *Science*, 287, 443-449.
- 373
- 374 De Thoisy, B., Michel, J. C., Vogel, I., & Vié, J. C., 2000. A survey of hemoparasite
375 infections in free-ranging mammals and reptiles in French Guiana. *J. Parasitol.* 86, 1035-
376 1040.
- 377

- 378 De Thoisy, B., Vogel, I., Reynes, J. M., Pouliquen, J. F., Carne, B., Kazanji, M., & Vié, J.
379 C., 2001. Health evaluation of translocated free-ranging primates in French Guiana. *Am. J.*
380 *Primatol.*, 54, 1-16.
- 381
- 382 Dietz, J. M., Sousa, S. N., Billerbeck, R., 1996. Populations dynamics of golden-headed lion
383 tamarins *Leontopithecus chrysomelas* in Una reserve, Brazil. *Dodo*, 32, 115-122.
- 384
- 385 Dillberger, J. E., Loudy, D. E., Adler, R. R., & Gass, J. H., 1994. Hemobartonella-like
386 parasites in cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*). *Vet. Pathol.* 31, 301-307.
- 387
- 388 Dunn, F. L., Lambrecht, F. L., 1963. On some filarial parasites of South American primates,
389 with a description of *Tetrapetalonema tamarinae* n. sp. from the Peruvian tamarin marmoset,
390 *Tamarinus nigricollis* (Spix, 1823). *J. Helminthol.* 37, 261-286.
- 391
- 392 Dunn, F. L., 1964. Blood parasites of Southeast Asian primitive primates. *J. Parasitol.* 214-
393 216.
- 394
- 395 Eberhard, M. L., 1978. *Tetrapetalonema* (T.) *mystaxi* sp. n. (Nematoda: Filarioidea) from
396 Brazilian moustached marmosets, *Saguinus m. mystax*. *J. Parasitol.* 204-207.
- 397
- 398 Gamble, K. C., Fried, J. J., Rubin, G. J., 1998. Presumptive dirofilariasis in a pale-headed saki
399 monkey (*Pithecia pithecia*). *J. Zoo Wildl. Med.* 50-54.
- 400

- 401 Hall, T., 2011. BioEdit: An important software for molecular biology. GEF Bulletin
402 of Biosciences, 2, 60–61.
- 403
- 404 Han, B. A., Kramer, A. M., Drake, J. M., 2016. Global patterns of zoonotic disease in
405 mammals. Trends Parasitol. 32, 565-577.
- 406
- 407 Hokan, M., Strube, C., Radespiel, U., Zimmermann, E., 2017. Sleeping site ecology, but not
408 sex, affect ecto-and hemoparasite risk, in sympatric, arboreal primates (*Avahi occidentalis* and
409 *Lepilemur edwardsi*). Front. Zool. 14, 44.
- 410
- 411 Hoelzle, L. E., 2008. Haemotrophic mycoplasmas: recent advances in *Mycoplasma suis*. Vet.
412 Microbiol. 130, 215-226.
- 413
- 414 Köndgen, S., Kühl, H., N'Goran, P. K., Walsh, P. D., Schenk, S., Ernst, N., Biek,
415 R., Formenty, P., Ma'tz-Rensing, K., Schweiger, B., Junglen, S., Ellerbrok, H., Nitsche, A.,
416 Briese, T., Lipkin, W. I., Pauli, G., Boesch, C., Leendertz, F. H., 2008. Pandemic human
417 viruses cause decline of endangered great apes. Curr. Biol. 18, 260-264.
- 418
- 419 Leendertz, S. A. J., Wich, S. A., Ancrenaz, M., Bergl, R. A., Gonder, M. K., Humle, T., &
420 Leendertz, F. H., 2017. Ebola in great apes—current knowledge, possibilities for vaccination,
421 and implications for conservation and human health. Mammal Rev. 47, 98-111.
- 422
- 423 Mackenstedt, U., Jenkins, D., Romig, T., 2015. The role of wildlife in the transmission of
424 parasitic zoonoses in peri-urban and urban areas. Int. J. Parasitol. 4, 71-79, 2015.

425

426 Maggi, R. G., Mascarelli, P. E., Balakrishnan, N., Rohde, C. M., Kelly, C. M., Ramaiah, L.,
427 Leach, M. W., Breitschwerdt, E. B., 2013. 'Candidatus Mycoplasma haemomacaque' and
428 Bartonella quintana bacteremia in cynomolgus monkeys. J. Clin. Microbiol. 51, 1408-1411.

429

430 Mediannikov, O., Ranque, S., 2018. Mansonellosis, the most neglected human filariasis. New
431 microbes New infect. 26, 19-22.

432

433 Messick, J B., 2004. Hemotropic mycoplasmas (hemoplasmas): a review and new insights
434 into pathogenic potential. Vet. Clin. Pathol. 33, 2-13.

435

436 Monteiro, R. V., Dietz, J. M., Jansen, A.M., 2010. The impact of concomitant infections by
437 Trypanosoma cruzi and intestinal helminths on the health of wild golden and golden-headed
438 lion tamarins. Res. Vet. Sci. 89, 27-35.

439

440 Morales-Hojas, R., 2009. Molecular systematics of filarial parasites, with an emphasis on
441 groups of medical and veterinary importance, and its relevance for epidemiology. Infect.
442 Genet. Evol. 9, 748-759.

443

444 Neimark, H., Barnaud, A., Gounon, P., Michel, J. C., & Contamin, H., 2002. The putative
445 haemobartonella that influences Plasmodium falciparum parasitaemia in squirrel monkeys is a
446 haemotropic mycoplasma. Microb. Infect. 4, 693-698.

447

- 448 Notarnicola, J., Pinto, C. M., Navone, G. T., 2008. Host occurrence and geographical
449 distribution of *Dipetalonema* spp.(Nematoda: Onchocercidae) in Neotropical monkeys and the
450 first record of *Dipetalonema gracile* in Ecuador. *Comp. Parasitol.* 75, 61-68, 2008.
451
- 452 Oliveira, L. C., Neves, L. G., Raboy, B. E., Dietz, J. M., 2011. Abundance of Jackfruit
453 (*Artocarpus heterophyllus*) Affects Group Characteristics and Use of Space by Golden-
454 Headed Lion Tamarins (*Leontopithecus chrysomelas*) in Cabruca Agroforest. *Environ.*
455 *Manage.* 48, 248–262.
456
- 457 Osofsky, S. A., Kock, R. A., Kock, M. D., Kalema-Zikusoka, G., Grahn, R., Leyland, T., &
458 Karesh, W. B., 2005. Building support for protected areas using a “One
459 Health”perspective. *Friends for life: New partners in support of protected areas.* Gland,
460 Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, 65-79.
461
- 462 Paily, K. P., Hoti, S. L., Das, P. K., 2009. A review of the complexity of biology of lymphatic
463 filarial parasites. *J. Parasit. Dis.* 33, 3-12.
464
- 465 Palmieri, J. R., Lee, V. H., Dennis, D. T., & Marwoto, D. H. A., 1980. Parasites of the
466 silvered leaf monkey, *Presbytis cristatus* Eschscholtz 1921, with a note on a *Wuchereria*-like
467 nematode. *J. Parasitol.* 66, 170-171.
468
- 469 Pinto, L. P. S., Rylands, A. B., 1997. Geographic Distribution of the Golden-Headed Lion
470 Tamarin, *Leontopithecus chrysomelas*: Implications for Its Management and Conservation.
471 *Folia Primatol.* 68, 161-180, 1997.

472

473 Raboy, B.E., Christman, M. C., Dietz, J. M., 2004. The use of degraded and shade cocoa
474 forests by endangered golden-headed lion tamarins *Leontopithecus chrysomelas*. *Oryx*, 38,
475 75-83.

476

477 Ramalho, A. C., Guerra, R. R., Mongruel, A. C., Vidotto, O., Lucena, R. B., Guerra, M. V.,
478 Vieira, T. S. W. J., Vieira, R. F., 2017. Mycoplasma sp. infection in captive Marcgrave's
479 capuchin monkeys (*Sapajus flavius*). *Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis.* 51, 34-36.

480

481 Sandosham, A. A. On Two Helminths from the Orang Utan, *Leipertrema rewelli* ng, n. sp.
482 and *Dirofilaria immitis* (Leidy, 1856), 1951. *J. Helminthol.*, 25, 19-26.

483

484 Sanger, F., Nicklen, S., Coulson, A. R., 1977. DNA sequencing with chain-terminating
485 inhibitors. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 74, 5463-5467.

486

487 Santos, A. P., dos Santos, R. P., Biondo, A. W., Dora, J. M., Goldani, L. Z., De Oliveira, S.
488 T., Guimarães, A. M. S., Timenetsky, J., Morais, H. A., González, F. H. D., Messick, J. B.,
489 2008. Hemoplasma infection in HIV-positive patient, Brazil. *Emerg. Infect. Dis.* 14, 1922.

490

491 Santos, L. C., Cubilla, M. P., Moraes, W. D., Cubas, Z. S., Oliveira, M. J., Estrada, M.,
492 Leutenegger, C. M., Sykes, J. E., Lindsay, L. L., Marcondes, M., Filho, I. R. B., Biondo, A.
493 W., 2013. Hemotropic mycoplasma in a free-ranging black howler monkey (*Alouatta caraya*)
494 in Brazil. *J. Wildl. Dis.* 49, 728-731.

495

- 496 Sashida, H., Suzuki, Y., Rokuhara, S., Nagai, K., & Harasawa, R., 2014. Molecular
497 demonstration of hemotropic mycoplasmas in wild Japanese monkeys (*Macaca*
498 *fuscata*). *J.Vet. Med. Sci.* 76, 97-101.
- 499
- 500 Tasker, S., 2010. Haemotropic mycoplasmas: what's their real significance in cats?. *J. Feline*
501 *Med. Surg.* 12, 369-381.
- 502
- 503 Verona, C. E. S., 2008. Parasitos em sagüi-de-tufo-branco (*Callithrix jacchus*) no Rio de
504 Janeiro. Tese de Doutorado.
- 505
- 506 Verona, C. E. S., Pissinatti, A., 2014. Primates–Primatas do Novo Mundo (sagui, macaco-
507 prego, macaco-aranha, bugio e miqui). *Tratado de Animais Selvagens–Medicina*
508 *Veterinária*. São Paulo: Roca, 723-743.
- 509
- 510 Willi, B., Boretti, F. S., Tasker, S., Meli, M. L., Wengi, N., Reusch, C. E., Lutz, H.,
511 Hofmann-Lehmann, R., 2007. From *Haemobartonella* to hemoplasma: molecular methods
512 provide new insights. *Vet. Microbiol.* 125, 197-209.
- 513
- 514 Wolfe, N. D., Escalante, A. A., Karesh, W. B., Kilbourn, A., Spielman, A., & Lal, A. A.,
515 1998. Wild primate populations in emerging infectious disease research: the missing
516 link?. *Emerg. Infect. Dis.* 4, 149, 1998.
- 517

- 518 Yuan, C. L., Liang, A. B., Yao, C. B., Yang, Z. B., Zhu, J. G., Cui, L., Yu, F., Zhu, N. Y.,
519 Yang, X. W., Hua, X. G., 2009. Prevalence of *Mycoplasma suis* (*Eperythrozoon suis*)
520 infection in swine and swine-farm workers in Shanghai, China. Am. J. vet. Res. 70, 890-894.
521
522
523

524 **Material Suplementar 1.** Parâmetros hematológicos (eritrograma e plaquetas), presença de *Mycoplasma* sp. e Escore de filárias para cada um
525 dos indivíduos estudados.

Animal	Sexo	Grupo	Ambiente	Eritrócitos (x10 ⁶ /µl)	Hematócrito (%)	Hemoglobina (g/dl)	Plaquetas (x10 ³ / µl)	Ptn	MCV (µm ³)	MCH (pg)	MCHC (g/dl)	<i>Mycoplasma</i> sp.	Escore de filárias
92	F	RIB	DFAM	5,72	37	13,7	603	6,8	73	23,7	32,4	positivo	2
126	M	RIB	DFAM	5,19	34,2	11,3	496	7	66	21,7	33	negativo	0
102	M	MRO	DFAM	6,03	41,2	12,9	464	7	68	21,3	31,2	positivo	1
115	M	MRO	DFAM	5,67	39	13,9	722	7	73	24,5	33,6	positivo	3
116	F	MRO	DFAM	5,83	40,3	13,1	451	8	69	22,4	32,4	negativo	0
117	M	MRO	DFAM	5,23	36,1	11,8	285	7	69	22,5	32,6	negativo	0
95	M	OZA	DFAM	5,89	37	12,3	254	7,2	64	20,88	33,24	positivo	3
109	F	OZA	DFAM	5,24	33,9	11,4	448	8,2	65	21,7	33,6	positivo	1
113	F	OZA	DFAM	5,19	36	11,9	471	6,7	68	22,8	33,6	positivo	0
123	M	OZA	DFAM	5,54	38,2	12,8	643	7	69	23,1	33,5	negativo	2
14	M	ALM	CAB	5,28	36	12	370	6,2	68	22,72	33,33	negativo	2
15	F	ALM	CAB	5,65	28	9,3	848	6,8	50	16,46	33,21	negativo	0
17	M	ALM	CAB	5,44	37	12,8	403	7	72	23,5	32,7	negativo	2
19	F	ALM	CAB	5,20	37,8	12,6	519	6,2	73	24,2	33,3	positivo	3
23	M	ALM	CAB	5,39	38,7	12,5	356	6	72	23,2	32,3	negativo	3
5	M	BOM	CAB	5,55	31	10,3	370	6,5	57	18,5	33,22	negativo	3
6	F	BOM	CAB	6,10	33,75	8,6	736	7,2	72	24,3	33,8	positivo	0
7	F	BOM	CAB	5,20	34,5	11,6	496	6,6	69	22,3	33,62	negativo	2
11	M	BOM	CAB	5,48	29	9,6	109	7	53	17,51	33,1	negativo	3
12	M	BOM	CAB	4,09	25	8,3	409	8	63	20,29	33,2	negativo	0

526 **Material Suplementar 2.** Parâmetros hematológicos (leucograma), presença de *Mycoplasma* sp. e Escore de filárias para cada um dos
 527 indivíduos estudados.

Animal	Sexo	Grupo	Ambiente	Leucócitos (x10 ³ / µl)	Neutrófilos segmentados valor absoluto (x10 ³) /relativo (%)	Neutrófilos Bastonete valor absoluto (x10 ³) /relativo (%)	Linfócitos valor absoluto (x10 ³) /relativo (%)	Eosinófilos valor absoluto (x10 ³) /relativo (%)	Monócitos valor absoluto (x10 ³) /relativo (%)	Basófilos valor absoluto (x10 ³) /relativo (%)	<i>Mycoplasma</i> sp.	Escore de filárias
92	F	RIB	DFAM	10	7,00/ (70)	0,00/ (0)	2,70/ (27)	0,00/ (0)	0,30/ (3)	0/ (0)	positivo	2
126	M	RIB	DFAM	6,1	5,00/ (82)	0,12/ (2)	0,92/ (15)	0,00/ (0)	0,06 (1)	0/ (0)	negativo	0
102	M	MRO	DFAM	7,1	5,04/ (71)	0,00/ (0)	1,99/ (28)	0,00/ (0)	0,07 (1)	0/ (0)	positivo	1
115	M	MRO	DFAM	10,2	7,55/ (74)	0,00/ (0)	2,04/ (20)	0,00/ (0)	0,61 (6)	0/ (0)	positivo	3
116	F	MRO	DFAM	5,3	4,72/ (89)	0,00/ (0)	0,53/ (10)	0,00/ (0)	0,05 (1)	0/ (0)	negativo	0
117	M	MRO	DFAM	6,1	4,70/ (77)	0,06/ (1)	1,10/ (18)	0,00/ (0)	0,24 (4)	0/ (0)	negativo	0
95	M	OZA	DFAM	5,9	3,78/ (64)	0,06/ (1)	0,18/ (3)	0,00/ (0)	0,18 (3)	0/ (0)	positivo	3
109	F	OZA	DFAM	5,8	4,18/ (72)	0,00/ (0)	1,16/ (20)	0,23/ (4)	0,23 (4)	0/ (0)	positivo	1
113	F	OZA	DFAM	11,6	8,00/ (69)	0,00/ (0)	3,36/ (29)	0,00/ (0)	0,23 (2)	0/ (0)	positivo	0
123	M	OZA	DFAM	4	2,36/ (59)	0,00/ (0)	1,04/ (26)	0,04/ (1)	0,16 (4)	0/ (0)	negativo	2
14	M	ALM	CAB	6,9	3,37/ (49)	0,00/ (0)	3,23/ (47)	0,07/ (1)	0,21 (3)	0/ (0)	negativo	2
15	F	ALM	CAB	8,2	4,18/ (51)	0,00/ (0)	3,85/ (47)	0,00/ (0)	0,16 (2)	0/ (0)	negativo	0
17	M	ALM	CAB	8,1	4,62/ (57)	0,00/ (0)	3,32/ (41)	0,00/ (0)	0,16 (2)	0/ (0)	negativo	2
19	F	ALM	CAB	8,4	7,06/ (84)	0,08/ (1)	1,01/ (12)	0,00/ (0)	0,25 (3)	0/ (0)	positivo	3
23	M	ALM	CAB	8,6	6,28/ (73)	0,09/ (1)	2,06/ (24)	0,09/ (1)	0,09 (1)	0/ (0)	negativo	3
5	M	BOM	CAB	12,7	10,42/ (82)	0,00/ (0)	2,29/ (18)	0,00/ (0)	0,00 (0)	0/ (0)	negativo	3
6	F	BOM	CAB	16	12,48/ (78)	0,16/ (1)	3,20/ (20)	0,00/ (0)	0,16 (1)	0/ (0)	positivo	0
7	F	BOM	CAB	9,4	5,45/ (58)	0,09/ (1)	3,57/ (38)	0,00/ (0)	0,00/ (0)	0/ (0)	negativo	2
11	M	BOM	CAB	9,5	6,52/ (69)	0,09/ (1)	2,84/ (30)	0,00/ (0)	0,00/ (0)	0/ (0)	negativo	3

12	M	BOM	CAB	15,9	10,94/ (69)	0,00/ (0)	4,76/ (30)	0,00/ (0)	0,16/ (1)	0/ (0)	negativo	0
----	---	-----	-----	------	-------------	-----------	------------	-----------	-----------	--------	----------	---

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ambientes com diferentes níveis de perturbações antrópicas podem influenciar de diferentes formas o estado de saúde dos animais. Observou-se, no presente estudo, maior carga parasitária nos micos-leões que viviam na DFAM, ambiente que, aparentemente, promove mais desafios aos animais por sua complexidade de alterações antrópicas. Os resultados aqui obtidos não mostraram diferença entre os níveis de estresse dos animais analisados nas áreas DFAM e cabruca, quando analisada a concentração de metabólitos de glicocorticoides fecais. Os micos-leões de ambos os locais também apresentaram boa condição de saúde durante a avaliação clínica. Apesar destes exames, clínico e hormonal, sugerirem boa saúde geral para as populações de micos-leões estudadas, as infecções por endoparasitas encontradas podem comprometer a saúde de seu hospedeiro, tanto de forma direta devido aos sintomas que podem causar, ou indiretamente por prejudicar a nutrição e comportamentos gerais dos animais tais como deslocamento, forrageamento, além do sucesso reprodutivo. Os micos-leões que foram classificados como ‘muito seguros’ que viviam na DFAM passaram menos tempo forrageando por presas animais do que os ‘muito seguros’ que viviam na cabruca, sugerindo que o comportamento destes animais pode ser afetado devido à elevada carga parasitária. Além disso, foi observado que o grau de socialidade, medido pelo número de parceiros de catação (*grooming*) que um indivíduo possui, pode influenciar na contaminação dos indivíduos e, portanto, a carga parasitária. Este resultado mostra a importância de se investigar as relações sociais entre os indivíduos para o fornecimento de informações sobre as direções de transmissão parasitária.

No ambiente DFAM houve variação na disponibilidade de frutos ao longo do ano, além de uma redução do volume de chuva anual. Apesar da redução do volume de chuvas durante o período de estudo, não houve correlação entre precipitação e frutificação. Houve, no entanto, correlação negativa entre o comprimento do dia e frutificação. Durante os meses com menor disponibilidade de frutos, outras fontes de

alimento, tais como insetos, podem ter sido usadas pelos micos-leões para suprirem suas necessidades nutricionais. Assim, o maior consumo de insetos pode explicar a elevada carga parasitária encontrada nos micos-leões nos meses subsequentes.

Por fim, foi observado que hemoparasitas transmitidos por insetos estão circulando nos micos-leões-da-cara-dourada no Sul da Bahia. Ainda não se sabe, porém, quais as consequências destes parasitas para a saúde dos micos-leões, visto que não houve alterações significativas nos parâmetros hematológicos dos animais. Também não é sabido o caráter zoonótico das espécies de *Mycoplasma* e filárias que acometem esses animais. Será necessário um estudo adicional para a identificação das filárias aqui encontradas para melhor entender seu ciclo biológico e patologias envolvidas para esta e outras espécies hospedeiras, uma vez que aparentemente os mico-leões são assintomáticos. Desta forma, mais estudos são necessários para elucidar essas lacunas e assegurar melhor condição do ambiente e consequente bem-estar do *L. chrysomelas* em vida livre.

REFERÊNCIAS

- ACEVEDO-WHITEHOUSE, K.; DUFFUS, A.L.J. Effects of environmental change on wildlife health. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, 364, 3429–3438, 2009.
- AITKEN, E. H. et al. Survey of Plasmodium in the golden-headed lion tamarin (*Leontopithecus chrysomelas*) living in urban Atlantic forest in Rio de Janeiro, Brazil. **Malaria journal**, v. 15, n. 1, p. 93, 2016.
- ALGER, K.; CALDAS, M. The declining cocoa economy and the Atlantic Forest of Southern Bahia, Brazil: conservation attitudes of cocoa planters. **Environmentalist**, v. 14, n. 2, p. 107-119, 1994.
- AMATO, K. R. et al. Habitat degradation impacts black howler monkey (*Alouatta pigra*) gastrointestinal microbiomes. **The ISME journal**, v. 7, n. 7, p. 1344, 2013.
- AMY, M. et al. Effects of personality on territory defence in communication networks: a playback experiment with radio-tagged great tits. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 277, n. 1700, p. 3685-3692, 2010.
- BAKER, A. J.; DIETZ, J. M.; KLEIMAN, D. G. Behavioural evidence for monopolization of paternity in multi-male groups of golden lion tamarins. **Animal Behaviour**, 1993.
- BAKER, A. J.; BALES, K.; DIETZ, J. M. Sistema de acasalamento e dinâmicas de grupo em mico-leões. In: KLEIMAN, D. G.; RYLANDS, A. B. **Micos Leões : Biologia e Conservação**. Tradução de: Lion Tamarins Biology and Conservation. Washington: Smithsonian Institution Press, 2008. p.251-284.
- BAKER, K. R.; LEA, S. E.; MELFI, V. A. Comparative personality assessment of three captive primate species: *Macaca nigra*, *Macaca sylvanus*, and *Saimiri sciureus*. **International Journal of Primatology**, v. 36, n. 3, p. 625-646, 2015.
- BALES, K. L. et al. Effects of social status, age, and season on androgen and cortisol levels in wild male golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*). **Hormones and Behavior**, v.49, n. 1, p. 88-95, 2006.
- BALESTRI, M. et al. Habitat degradation and seasonality affect physiological stress levels of *Eulemur collaris* in littoral forest fragments. **PloS one**, v.9, n. 9, e107698, 2014.

BARBER, I; DINGEMANSE, N. J. Parasitism and the evolutionary ecology of animal personality. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 365, n. 1560, p. 4077–4088, 2010.

BARBER, I. et al. Parasitism, personality and cognition in fish. **Behavioural processes**, v.141, p. 205-219, 2017.

BELL, A. M.; HANKISON, S. J.; LASKOWSKI, K. L. The repeatability of behaviour: A meta-analysis. **Animal Behaviour**, v. 77, p. 771–783, 2009.

BELDOMENICO, P. M.; BEGON, M. Disease spread, susceptibility and infection intensity: vicious circles?. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 25, n. 1, p. 21-27, 2010.

BERDOY, M.; Webster, J. P.; Macdonald, D. W. Fatal attraction in rats infected with *Toxoplasma gondii*. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 267, n. 1452, p. 1591-1594, 2000.

BERGMÜLLER, R. Animal personality and behavioural syndromes. In: KAPPELER, P. **Animal Behaviour: Evolution and Mechanisms**. Heidelberg: Springer, p. 587-621, 2010.

BICHO DO MATO INSTITUTO DE PESQUISA. **Mico-leão-da-cara-dourada nas cabucas**. Disponível em: <<http://bichodomatoip.org/projeto/mico-leao-da-cara-dourada-nas-cabucas/>>. Acessado em: 05/12/2018 às 10:36 h.

BIOBRASIL ZOOSCIENCE. **BioBrasil**. Disponível em: <<https://www.zooscience.be/en/biobrasil/>>. Acessado em: 05/12/2018 às 11:20 h.

BOHN, S. J. et al. Personality predicts ectoparasite abundance in an asocial sciurid. **Ethology**, v. 123, n.10, p. 761-771, 2017.

BOISSY, A. Fear and Fearfulness in Animals. **The Quarterly Review of Biology**, v. 2, n. 165-191, 1995.

BONNOT, N. C. et al. Who's afraid of the big bad wolf? Variation in the stress response among personalities and populations in a large wild herbivore. **Oecologia**, 1-11, 2018.

BORCHERT, R. Responses of tropical trees to rainfall seasonality and its long-term changes. In: **Potential Impacts of Climate Change on Tropical Forest Ecosystems**. Springer, Dordrecht, 1998. p. 241-253.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.;

PAGLIA, A. P. (Ed.). 1 ed. v. 2. Brasília-DF: MMA; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas, 2008. 908 p.

BREMNER-HARRISON, S.; PRODOHL, P. A.; ELWOOD, R. W. Behavioural trait assessment as a release criterion: boldness predicts early death in a reintroduction programme of captive-bred swift fox (*Vulpes velox*). **Animal Conservation**, v.7, p.313–320, 2004.

BUENO, M. G. et al. Pneumonia and bacteremia in a golden-headed lion tamarin (*Leontopithecus chrysomelas*) caused by *Klebsiella pneumoniae* subsp. *pneumoniae* during a translocation program of free-ranging animals in Brazil. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, n. 27, v. 3, p. 387-391, 2015.

CAPITANIO, J. P.; MENDOZA, S. P.; COLE, S. W. Nervous temperament in infant monkeys is associated with reduced sensitivity of leukocytes to cortisol's influence on trafficking. **Brain, behavior, and immunity**, v. 25, n.1, p.151-159, 2011.

CARDOSO, N. A. et al. Frugivory patterns and seed dispersal by golden-headed lion tamarins (*Leontopithecus chrysomelas*) in Una Biological Reserve, Bahia, Brazil. **Mammalia**, v. 75, p. 327–337, 2011.

CARERE, C.; CARAMASCHI, D.; FAWCETT, T. W. Covariation between personalities and individual differences in coping with stress: Converging evidence and hypotheses. **Current Zoology**, v. 56, n. 6, 2010.

CARTER, A. J. et al. How not to measure boldness: novel object and antipredator responses are not the same in wild baboons. **Animal Behaviour**, v. 84, n. 3, p. 603-609, 2012.

CASTANHEIRA, M. F. et al. Linking cortisol responsiveness and aggressive behaviour in gilthead seabream *Sparus aurata*: Indication of divergent coping styles. **Applied Animal Behaviour Science**, v.143, n.1, p. 75-81, 2013.

CASSANO, C. R. et al. Landscape and farm scale management to enhance biodiversity conservation in the cocoa producing region of southern Bahia, Brazil. **Biodiversity Conservation**, v.18, p. 577–603, 2009.

CATENACCI, L. S. **Ecologia alimentar do mico-leão-da-cara-dourada, *Leontopithecus chrysomelas* (KUHL, 1820) (Primates: Callitrichidae) em áreas degradadas da Mata Atlântica do Sul da Bahia**. 2008.139 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia), Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2008.

CATENACCI, L. S.; DE VLEESCHOUWER, K. M.; NOGUEIRA-FILHO, S. L. Seed Dispersal by Golden-headed Lion Tamarins *Leontopithecus chrysomelas* in Southern Bahian Atlantic Forest, Brazil. **Biotropica**, v.41, n.6, p. 744–750, 2009.

CATENACCI, L.S. et al. Diet and feeding behavior of *Leontopithecus chrysomelas* (Callitrichidae) in degraded areas of the Atlantic Forest of South-Bahia, Brazil. **International Journal of Primatology**, v. 37, p. 136–157, 2016a.

CATENACCI, L.S. et al. Occurrence of *Prosthenorchis elegans* in free-living primates from the Atlantic Forest of Southern Bahia, Brazil. **Journal of Wildlife Diseases**, 52, 2016b.

CATENACCI, L.S. et al. Intestinal parasites of *Leontopithecus chrysomelas* in the Atlantic Forest of southern Bahia: Implications for Primate Conservation. **American Journal of Primatology** (*submetido*).

CATENACCI, L.S. **Abordagem “One Health” para vigilância de arbovírus na Mata Atlântica do Sul da Bahia**, Brasil. 2017. 311 f. Tese (Doutorado em Virologia), Instituto Evandro Chagas, Ananindeua, 2017.

CAVIGELLI, S. A. Animal personality and health. **Behaviour**, v.142, n. 9-10, p. 1223-1244, 2005.

CHAPMAN, Colin A. et al. A long-term evaluation of fruiting phenology: importance of climate change. **Journal of Tropical ecology**, v. 21, n. 1, p. 31-45, 2005.

CHAPMAN, C. A. et al. Do food availability, parasitism, and stress have synergistic effects on red colobus populations living in forest fragments? **American Journal of Physical Anthropology: The Official Publication of the American Association of Physical Anthropologists**, v. 131, n. 4, p. 525-534, 2006.

CHOMITZ, K. et al. Opportunity costs of conservation in a biodiversity hotspot: the case of southern Bahia. **Environment and Development Economics**, v. 10, p. 293-312, 2005.

CLEAVELAND, S.; LAURENSEN, M. K.; TAYLOR, L. H. Diseases of humans and their domestic mammals: pathogen characteristics, host range and the risk of emergence. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 356, n. 1411, p. 991-999, 2001.

COLEMAN, K. Individual differences in temperament and behavioral management practices for nonhuman primates. **Applied animal behaviour science**, v.137, n. 3-4, p. 106-113, 2012.

COLEMAN, K.; WILSON, D. S. Shyness and boldness in pumpkinseed sunfish: individual differences are context-specific. **Animal Behaviour**, v. 56, n.4, p. 927-936, 1998.

COSTANZA, R.; MAGEAU, M. What is a healthy ecosystem?. **Aquatic ecology**, v. 33, n. 1, p. 105-115, 1999.

COUTINHO, L. A. **Ecologia e mobilidade do mico-leão-da-cara-dourada, *Leontopithecus chrysomelas* (KUHL,1820) (Primates, Callitrichidae) dentro e entre pequenos fragmentos degradados do Sul da Bahia (Uma, Brasil)**. 2018. 138 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade), Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2018.

CUSSEN, V. A.; MENCH, J. A. The relationship between personality dimensions and resiliency to environmental stress in orange-winged amazon parrots (*Amazona amazonica*), as indicated by the development of abnormal behaviors. **PloS one**, v.10, n.6, e0126170, 2015.

DALL, S. R. X.; HOUSTON, A. I.; MCNAMARA, J. M. The behavioural ecology of personality: consistent individual differences from an adaptive perspective. **Ecology Letters**, v. 7, p. 734-739, 2004.

DASZAK, P.; CUNNINGHAM, A. A.; HYATT, A. D. Emerging infectious diseases of wildlife--threats to biodiversity and human health. **Science**, v. 287, n. 5452, p. 443-449, 2000.

DE ALMEIDA, J.M. et al. Do habitat use and interspecific association reflect predation risk for the golden-headed lion tamarin (*Leontopithecus chrysomelas*)? **International Journal of Primatology**, v.36, p. 1198-121.

DEEM, S. L.; KARESH, W. B.; WEISMAN, W. Putting theory into practice: wildlife health in conservation. **Conservation biology**, v. 15, n. 5, p. 1224-1233, 2001.

DE VLEESCHOUWER, K. M.; RABOY, B. E. Multilevel and Transdisciplinary Approaches to Understanding Endangered Primates in Complex Landscapes: Golden-Headed Lion Tamarins in Southern Bahia, Brazil. In: **Primates in Fragments, Developments in Primatology: Progress and Prospects**. Springer, New York, NY, 2013. p. 275-297.

DE VLEESCHOUWER, K. M.; OLIVEIRA, L. C. Reportot on the presence of a group of golden-headed lion tamarins (*Leontopithecus chrysomelas*), an endangered primate species in a rubber plantation in southern Bahia, Brazil. **Primate Biology**, v.4, p. 61-67, 2017.

DELARUE, E. M. P.; KERR, S. E.; RYMER, T. L. Habitat complexity, environmental change and personality: A tropical perspective. **Behavioural processes**, n. 120, p. 101-110, 2015.

DIETZ, J. M.; BAKER, A. J. Polygyny and female reproductive success in golden lion tamarins, *Leontopithecus rosalia*. **Animal Behaviour**, v. 46, n. 6, p. 1067-1078, 1993.

DINGEMANSE, N. J. et al. Repeatability and heritability of exploratory behaviour in great tits from the wild. **Animal behaviour**, v. 64, n. 6, p. 929-938, 2002.

DINGEMANSE, N. J. et al. Fitness consequences of avian personalities in a fluctuating environment. **Proc. R. Soc. Lond. B**, 271, 847–852, 2004.

DINGEMANSE, N. J. et al. Behavioural reaction norms: animal personality meets individual plasticity. **Trends in ecology & evolution**, v. 25, n. 2, p. 81-89, 2010.

EPIPHANIO, S. et al. Toxoplasmosis in golden-headed lion tamarins (*Leontopithecus chrysomelas*) and emperor marmosets (*Saguinus imperator*) in captivity. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 31, n. 2, p. 231-235, 2000.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual review of ecology, evolution, and systematics**, v. 34, n. 1, p. 487-515, 2003.

FERREIRA, R. G. et al. Coping strategies in captive capuchin monkeys (*Sapajus* spp.). **Applied Animal Behaviour Science**, v. 176, p. 120-127, 2016.

FINN, H.C.; STEPHENS, N.S. The invisible harm: land clearing is an issue of animal welfare. **Wildlife Research**, v. 44, p. 377–391, 2017.

FLEGR, J. How and why *Toxoplasma* makes us crazy. **Trends in parasitology**, v. 29, n. 4, p.156-163, 2013.

FRANKS, B. et al. Predicting how individuals approach enrichment: Regulatory focus in cotton-top tamarins (*Saguinus oedipus*). **Zoo biology**, v.32, n.4, 427-435, 2013.

FREEMAN, H. D.; GOSLING, S. D. Personality in nonhuman primates: a review and evaluation of past research. **American journal of primatology**, v. 72, n. 8, p. 653-671, 2010.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **A Mata Atlântica**. Disponível em: <<http://www.sosmatatlantica.org.br/index.php?section=info&action=mata>>. Acessado em: 20/08/2018 às 20:12 h.

GILLESPIE, T.R.; CHAPMAN, C. A.; GREINER, E. C. . Effects of logging on gastrointestinal parasite infections and infection risk in African primates. **Journal of Applied Ecology**, v. 42, p. 699–707, 2005.

GILLESPIE , T. R.; CHAPMAN, C. A. Forest Fragmentation, the Decline of an Endangered Primate, and Changes in Host–Parasite Interactions Relative to an Unfragmented Forest. **American Journal of Primatology**, v. 70, p. 222–230, 2008.

GILLESPIE, T. R. et al. Demographic and ecological effects on patterns of parasitism in eastern chimpanzees (*Pan troglodytes schweinfurthii*) in Gombe National Park,

Tanzania. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 143, n. 4, p. 534-544, 2010.

GOLD, K. C.; MAPLE, T. L. Personality assessment in the gorilla and its utility as a management tool. **Zoo Biology**, v.13, n.5, p. 509-522, 1994.

GOSLING, S. D.; JOHN, O. P. Personality dimensions in nonhuman animals: A cross-species review. **Current directions in psychological science**, v. 8, n. 3, p. 69-75, 1999.

GOSLING, S. D. From mice to men: what can we learn about personality from animal research? **Psychological Bulletin**, v. 127, p. 45-86, 2001.

GRAND, A. P. et al. Using personality ratings and cortisol to characterize individual differences in African elephants (*Loxodonta africana*). **Applied animal behaviour science**, v. 142, n.1-2, p. 69-75, 2012.

GUIDORIZZI, C. E. **Ecologia e comportamento do mico-leão-da-cara-dourada, *Leontopithecus chrysomelas* (KUHL,1820) (Primates, Callitrichidae), em um fragmento de floresta semidecidual em Itororó, Bahia, Brasil.** 2008. 98 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia), Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2008.

GUY, C. et al. Evaluating landscape suitability for golden-headed lion tamarins (*Leontopithecus chrysomelas*) and Wied's black tufted-ear marmosets (*Callithrix kuhlii*) in the Bahian Atlantic Forest. **Tropical Conservation Science**, v. 9, n. 2, p. 735-757, 2016.

HAILA, Y. A conceptual genealogy of fragmentation research: from island biogeography to landscape ecology. **Ecological applications**, v. 12, n. 2, p. 321-334, 2002.

HART, B. L.; HART, L. A. How mammals stay healthy in nature: the evolution of behaviours to avoid parasites and pathogens. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 373, n.1751, 20170205, 2018.

HEISTERMANN, M. et al. Fertility status, dominance, and scent marking behavior of family-housed female cotton-top tamarins (*Saguinus oedipus*) in absence of their mothers. **American Journal of Primatology**, v. 18, n. 3, p.177-189, 1989.

HORVÁTH, G. et al. Blood Parasite Infection Intensity Covaries with Risk-Taking Personality in Male Carpetan Rock Lizards (*Iberolacerta cyreni*). **Ethology**, v. 122, n. 5, p. 355-363, 2016.

HOU, C. et al. Environmental parasitism risk and host infection status affect patch use in foraging wild mice. **Ethology**, v. 122, n. 9, p. 717-725, 2016.

HUDSON, P.J.; DOBSON, A. P.; LAFFERTY, K. D. Is a healthy ecosystem one that is rich in parasites?. **Trends in ecology & evolution**, v. 21, n. 7, p. 381-385, 2006.

HUFFMAN, M. A. et al. Seasonal trends in intestinal nematode infection and medicinal plant use among chimpanzees in the Mahale Mountains, Tanzania. **Primates**, v. 38, n. 2, p. 111-125, 1997.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**: Volume II - Mamíferos. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (Org.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Brasília, DF: ICMBio. 622p. 2018.

IUCN, 2008. **IUCN Red List of Threatened Species**. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acessado em: 28/08/2018 às 9:40 h.

JONES, K. A.; GODIN, J. G. J. Are fast explorers slow reactors? Linking personality type and anti-predator behaviour. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, rspb20091607, 2009.

JONGMAN, R. H. G. Homogenisation and fragmentation of the European landscape: ecological consequences and solutions. **Landscape and urban planning**, v. 58, n. 2-4, p. 211-221, 2002.

KAPPELER, P.M.; CREMER, S.; NUNN, C.L. Sociality and health: impacts of sociality on disease susceptibility and transmission in animal and human societies. **Philosophical Transactions B**, 370: 20140116, 2015.

KERR, C. L. et al. Lineage-specific serology confirms Brazilian Atlantic forest lion tamarins, *Leontopithecus chrysomelas* and *Leontopithecus rosalia*, as reservoir hosts of *Trypanosoma cruzi* II (TcII). **Parasites & vectors**, v. 9, n.1, p.584, 2016.

KIERULFF, M.C.M. et al. *Leontopithecus chrysomelas*. **The IUCN Red List of Threatened Species** 2008:e.T40643A10347712. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T40643A10347712.en>. Downloaded on 28 August 2018.

KING, J. E.; FIGUEREDO, A. J. The five-factor model plus dominance in chimpanzee personality. **Journal of research in personality**, v. 31, n. 2, p. 257-271, 1997.

KLEIMAN D.G. et al. The lion tamarins, genus *Leontopithecus*. In: **Ecology and behavior of neotropical primates**. MITTERMEIER R. A.; COIMBRA-FILHO, A.F.; FONSECA, G.A.B.,. Washington, DC: World Wildlife Fund., p. 299-347, 1988.

KLEIN, S. L. Hormonal and immunological mechanisms mediating sex differences in parasite infection. **Parasite immunology**, v. 26, n. 6-7, p. 247-264, 2004.

KOOLHAAS, J. M. et al. Coping styles in animals: current status in behavior and stress-physiology. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v. 23, p. 925–935, 1999.

KOOLHAAS, J. M. Coping style and immunity in animals: making sense of individual variation. **Brain, behavior, and immunity**, v. 22, n. 5, p. 662-667, 2008.

KOSKI, S. E. et al. Common marmoset (*Callithrix jacchus*) personality. **Journal of Comparative Psychology**, v. 131, n. 4, p. 326, 2017.

KORTET, R.; HEDRICK, A. V.; VAINIKKA, A. Parasitism, predation and the evolution of animal personalities. **Ecology Letters**, v.13, p. 1449–1458, 2010.

KRIEF, S. et al. Noninvasive monitoring of the health of *Pan troglodytes schweinfurthii* in the Kibale National Park, Uganda. **International Journal of Primatology**, v. 26, n. 2, p. 467-490, 2005.

KUMARESAN, V. et al. Impacts of environmental and biological stressors on immune system of *Macrobrachium rosenbergii*. **Reviews in Aquaculture**, v. 9, n. 3, p. 283-307, 2017.

LAFFERTY, K. D. Environmental parasitology: what can parasites tell us about human impacts on the environment?. *Parasitology today*, v. 13, n. 7, p. 251-255, 1997.

LAGOS, A. R.; MULLER, B. L. A. Hotspot brasileiro-Mata Atlântica. **Saúde & Ambiente em Revista**. v.2, n. 2, p. 35-45, 2007.

LIEBL, A. L.; MARTIN, L. B. Exploratory behaviour and stressor hyper-responsiveness facilitate range expansion of an introduced songbird. **Proceeding of Royal Society B**. v. 279, p. 4375-4381, 2012.

MALLINSON, J.C.C. Saving Brazil's Atlantic rainforest: Using the golden-headed lion tamarin *Leontopithecus chrysomelas* as a flagship for a biodiversity hotspot. **DODO**, v. 37, p. 9-20, 2001.

MANSON, J. H.; PERRY, S. Personality structure, sex differences, and temporal change and stability in wild white-faced capuchins (*Cebus capucinus*). **Journal of comparative psychology**, v.127, n. 3, p. 299, 2013.

MARTIN, L. B. Stress and immunity in wild vertebrates: timing is everything. **General and comparative endocrinology**, v.163, n. 1-2, p. 70-76, 2009.

MARTINI, A. M. Z. et al. A hot-point within a hot-spot: a high diversity site in Brazil's Atlantic Forest. **Biodiversity and Conservation**, v. 16, n. 11, p. 3111-3128, 2007.

MARTÍNEZ-MOTA, R. et al. Effects of forest fragmentation on the physiological stress response of black howler monkeys. **Animal Conservation**, v.10, n. 3, p. 374-379, 2007.

MASI, S. et al. Seasonal effects on great ape health: a case study of wild chimpanzees and western gorillas. **PLoS One**, v. 7, n. 12, p. e49805, 2012.

MATTERI, R. L. et al. Neuroendocrine responses to stress. In: **The biology of animal stress: basic principles and implications for animal welfare**, Ed: MOBERG, G. P.; MENCH, J.A. CAB International, p. 43-76, 2000.

McDOUGALL, P.T. et al. Wildlife conservation and animal temperament: causes and consequences of evolutionary change for captive, reintroduced, and wild populations. **Animal Conservation**, v. 9, p. 39-48, 2006.

McLENNAN, M. R. et al. Gastrointestinal parasite infections and self-medication in wild chimpanzees surviving in degraded forest fragments within an agricultural landscape mosaic in Uganda. **PloS one**, v. 12, n. 7, p. e0180431, 2017.

MENDOZA, I.; PERES, C. A.; MORELLATO, L. P. C. Continental-scale patterns and climatic drivers of fruiting phenology: A quantitative Neotropical review. **Global and Planetary Change**, v. 148, p. 227-241, 2017.

MERRICK, M. J.; KOPROWSKI, J. L. Should we consider individual behavior differences in applied wildlife conservation studies? **Biological conservation**, v. 209, p. 34-44, 2017.

MILLER, K. E.; LASZLO, K.; DIETZ, J. M. The role of scent marking in the social communication of wild golden lion tamarins, *Leontopithecus rosalia*. **Animal Behaviour**, v. 65, n. 4, p. 795-803, 2003.

MOBERG, G. P. Biological response to stress: implications for animal welfare. In: **The biology of animal stress: basic principles and implications for animal welfare**, Ed: MOBERG, G. P.; MENCH, J.A. CAB International, p.1-21, 2000.

MOLINA, C. V. et al. Negative serosurvey of *Toxoplasma gondii* antibodies in Golden-headed Lion Tamarin (*Leontopithecus chrysomelas*) from Niterói/RJ, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 26, n. 1, p. 115-118, 2017.

MONTEIRO, R. V.; JANSEN, A. M.; PINTO, R. M. Coprological helminth screening in Brazilian free ranging golden lion tamarins, *Leontopithecus rosalia* (L., 1766)(Primates, Callitrichidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, n. 4, p.727-729, 2003.

MONTEIRO, R. V. et al. Parasite community interactions: *Trypanosoma cruzi* and intestinal helminths infecting wild golden lion tamarins *Leontopithecus rosalia* and golden-headed lion tamarins *L. chrysomelas* (Callitrichidae, L., 1766). **Parasitology research**, v.101, n. 6, p.1689-1698, 2007a.

MONTEIRO, R. V. et al. Prevalence and intensity of intestinal helminths found in free-ranging golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*, Primates, Callitrichidae) from Brazilian Atlantic forest. **Veterinary parasitology**, v. 145, n. 1-2, p.77-85, 2007b.

MONTEIRO, R. V.; DIETZ, J. M.; JANSEN, A. M. The impact of concomitant infections by *Trypanosoma cruzi* and intestinal helminths on the health of wild golden and golden-headed lion tamarins. **Research in veterinary science**, v. 89, n. 1, p. 27-35, 2010.

MOURA, A. C. D. A.; NUNES, H. G.; LANGGUTH, A. Food Sharing in Lion Tamarins (*Leontopithecus chrysomelas*): Does Foraging Difficulty Affect Investment in Young by Breeders and Helpers? **International Journal of Primatology**, v. 31, p. 848–862, 2010.

NATOLI, E. et al. Bold attitude makes male urban feral domestic cats more vulnerable to Feline Immunodeficiency Virus. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 29, p.151–157, 2005.

NEVES, J. J. et al. Survey of *Malassezia* sp and dermatophytes in the cutaneous microbiome of free-ranging golden-headed lion tamarins (*Leontopithecus chrysomelas*-Kuhl, 1820). **Journal of medical primatology**, v. 46, n.3, p. 65-69, 2017.

NICKS, B.; VANDENHEEDE, M. Animal health and welfare: equivalent or complementary. **Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties**, v. 33, p. 97-101, 2014.

NOGUEIRA, S. S. C. et al. Assessment of temperament traits of white-lipped (*Tayassu pecari*) and collared peccaries (*Pecari tajacu*) during handling in a farmed environment. **Animal Welfare**, v. 24, n. 3, p. 291-298, 2015.

NUNN, C. L.; ALTIZER, S., JONES, K. E.; SECHREST, W. Comparative tests of parasite species richness in primates. **The American Naturalist**, v. 162, n. 5, p. 597-614, 2003.

OLIVEIRA, L. C. et al. Abundance of Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) Affects Group Characteristics and Use of Space by Golden-Headed Lion Tamarins

(*Leontopithecus chrysomelas*) in Cabruca Agroforest. **Environmental Management**, v. 48, p. 248–262, 2011.

PATTERSON, L. D.; SCHULTE-HOSTEDDE, A. I. Behavioural correlates of parasitism and reproductive success in male eastern chipmunks, *Tamias striatus*. **Animal Behaviour**, v.81, n. 6, p. 1129-1137, 2011.

PATZ, J. A. et al. Unhealthy landscapes: policy recommendations on land use change and infectious disease emergence. **Environmental health perspectives**, v. 112, n. 10, p. 1092, 2004.

PAULINO, R.; NOGUEIRA-FILHO, S. L. G.; NOGUEIRA, S. S. C. The role of individual behavioral distinctiveness in exploratory and anti-predatory behaviors of red-browed Amazon parrot (*Amazona rhodocorytha*) during pre-release training. **Applied Animal Behaviour Science**, 2018.

PERES, C. A. Costs and benefits of territorial defense in wild golden lion tamarins, *Leontopithecus rosalia*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 25, n. 3, p. 227-233, 1989.

PINTO, L. P. S.; RYLANDS, A. B. Geographic Distribution of the Golden-Headed Lion Tamarin, *Leontopithecus chrysomelas*: Implications for Its Management and Conservation. **Folia Primatologica**, v.68, p.161-180, 1997.

PISSINATI, A.; MONTALI, R.J.; SIMON, F. Doenças em micos-leões. In: KLEIMAN, D. G. ; RYLANDS, A. B. **Micos Leões** : Biologia e Conservação. Tradução de : Lion Tamarins Biology and Conservation. Washington: Smithsonian Institution Press, 2008. p.340-357.

POIROTTE, C. et al. Mandrills use olfaction to socially avoid parasitized conspecifics. **Science Advances**, v. 3, n. 4, p. e1601721, 2017.

POLLEY, L.; THOMPSON, A. Parasites and wildlife in a changing world. **Trends in parasitology**, v. 31, n. 4, p. 123-124, 2015.

POULIN, R.; MAURE, F. Host manipulation by parasites: a look back before moving forward. **Trends in parasitology**, v.31, n. 11, p. 563-570, 2015.

POWELL, D. M.; GARTNER, M. C. Applications of personality to the management and conservation of nonhuman animals. In: **From genes to animal behavior**. Springer, Tokyo, 2011, p.185-199.

PRIDE, R. E. High faecal glucocorticoid levels predict mortality in ring-tailed lemurs (*Lemur catta*). **Biology letters**, v. 1, n. 1, p. 60-63, 2005.

RABOY, B.E.; DIETZ, J.M. Diet, foraging, and use of space in wild golden-headed lion tamarins. **American Journal of Primatology**, v. 63, n.1, p. 1-15, 2004.

RABOY, B.E.; CHRISTMAN, M. C.; DIETZ, J. M. The use of degraded and shade cocoa forests by endangered golden-headed lion tamarins *Leontopithecus chrysomelas*. **Oryx**, v. 38, n.1, p. 75-83, 2004.

RABOY, B.E. et al. Strength of habitat and landscape metrics in predicting golden-headed lion tamarin presence or absence in forest patches in southern Bahia, Brazil. **Biotropica**, v. 42, n. 3, p. 388-397, 2010.

RAPAPORT, L. G.; RUIZ-MIRANDA, C. R. Tutoring in wild golden lion tamarins. **International Journal of Primatology**, v. 23, n. 5, p. 1063-1070, 2002.

RÉALE, D. et al. Integrating animal temperament within ecology and evolution. **Biological Reviews**, v. 82, n. 2, p.291–318, 2007.

RÉALE, D.; FESTA-BIANCHET, M. Predator-induced natural selection on temperament in bighorn ewes. **Animal Behaviour**, v. 65, n. 3, p. 463-470, 2003.

REIS, P. R. P. **Comportamento do mico-leão-da-cara-dourada, *Leontopithecus chrysomelas* (Kulh, 1820) (Primates, Callitrichidae), em áreas de cabruca do sudeste da Bahia**. 2012.60 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade), Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2012.

RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

RUIZ-MIRANDA, C. R. et al. Food transfers in wild and reintroduced golden lion tamarins, *Leontopithecus rosalia*. **American Journal of Primatology: Official Journal of the American Society of Primatologists**, v. 48, n. 4, p. 305-320, 1999.

RYLANDS, A.B. The ecology of the lions tamarins, *Leontopithecus*: some intrageneric differences and comparisons with other callitrichids. In: RYLANDS, A.B. (Org). **Marmosets and Tamarins : Systematics, Behaviour and Ecology**. Oxford: Oxford University Press, 1993, p. 296-313.

RYLANDS, A. B.; KIERULFF, M. C.; PINTO, L.P.S. Distribuição e *Status* dos Micos-Leões. In: KLEIMAN, D. G. ; RYLANDS, A. B. **Micos Leões** : Biologia e Conservação. Tradução de : Lion Tamarins Biology and Conservation. Washington: Smithsonian Institution Press, 2008. p.69-104.

RYLANDS, A. B.; MITTERMEIER, R. A.; SILVA, J. S. Neotropical primates: taxonomy and recently described species and subspecies. **International Zoo Yearbook**, v. 46, n. 1, p. 11-24, 2012.

SAATCHI, S. et al. Examining Fragmentation and Loss of Primary Forest in the Southern Bahian Atlantic Forest of Brazil with Radar Imagery. **Conservation Biology**, v. 15, n. 4, 2001.

SANTICCHIA, F. et al. Effects of habitat quality on parasite abundance: do forest fragmentation and food availability affect helminth infection in the Eurasian red squirrel?. **Journal of Zoology**, v. 296, n. 1, p. 38-44, 2015.

SAPOLSKY, R. M. Stress in the wild. **Scientific American**, v. 262, n. 1, p. 116-123, 1990.

SAPOLSKY, R. M.; ROMERO, L. M.; MUNCK, A. U. How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. **Endocrine reviews**, v. 21, n. 1, p. 55-89, 2000.

SEUÁNEZ, H. N. et al. Genética e Evolução dos Mico-Leões. In: KLEIMAN, D. G.; RYLANDS, A. B. **Micos Leões: Biologia e Conservação**. Tradução de : Lion Tamarins Biology and Conservation. Washington: Smithsonian Institution Press, 2008. p. 165-185.

SIH, A.; BELL, A.; JOHNSON, J. C. Behavioral syndromes: an ecological and evolutionary overview. **Trends in Ecology and Evolution**, v.19, p. 372-378, 2004.

SIH, A. Understanding variation in behavioural responses to human-induced rapid environmental change: a conceptual overview. **Animal Behaviour**, v. 85, n. 5, p. 1077-1088, 2013.

SIH, A. et al. Integrating social networks, animal personalities, movement ecology and parasites: a framework with examples from a lizard. **Animal Behaviour**, v. 136, p. 195-205, 2018.

SMITH, B.R.; BLUMSTEIN, D.T. Fitness consequences of personality: a meta-analysis. **Behavioral Ecology**, v. 19, p. 448–455, 2008.

STEIMER, T. Animal models of anxiety disorders in rats and mice: some conceptual issues. **Dialogues in clinical neuroscience**, v. 13, n. 4, p. 495, 2011.

STEPHEN, C. Toward a modernized definition of wildlife health. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 50, n. 3, p. 427-430, 2014.

STEVENSON, M. F.; RYLANDS, A. B. The marmosets, genus *Callithrix*. In: **Ecology and behavior of neotropical primates**. MITTERMEIER A.B.; RYLANDS A.F. COIMBRA-FILHO G.A.B. Washington, DC: World Wildlife Fund, 1988, p. 131-222.

STONER, K. E. Prevalence and intensity of intestinal parasites in mantled howling monkeys (*Alouatta palliata*) in northeastern Costa Rica: implications for conservation biology. **Conservation Biology**, v. 10, n. 2, p. 539-546, 1996.

TABARELLI, M. et al. Challenges and opportunities for biodiversity conservation in the Brazilian Atlantic Forest. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 695-700, 2005.

TABARELLI, M. et al. Effects of pioneer tree species hyperabundance on forest fragments in northeastern Brazil. **Conservation Biology**, v. 24, n. 6, p. 1654-1663, 2010.

TARDIF, S. D. et al. Cuidados de Filhotes em Micos-Leões. In: KLEIMAN, D. G.; RYLANDS, A. B. **Micos Leões : Biologia e Conservação**. Tradução de : Lion Tamarins Biology and Conservation. Washington: Smithsonian Institution Press, 2008, p. 285-311.

TETLEY, C. L.; O'HARA, S. J. Ratings of animal personality as a tool for improving the breeding, management and welfare of zoo mammals. **Animal Welfare-The UFAW Journal**, v. 21, n. 4, p. 463, 2012.

THOMPSON, R. C. A.; LYMBERY, A. J.; SMITH, A. Parasites, emerging disease and wildlife conservation. **International journal for parasitology**, v. 40, n.10, p. 1163-1170, 2010.

THOMPSON, R.C. A. Parasite zoonoses and wildlife: one health, spillover and human activity. **International journal for parasitology**, v. 43, n. 12-13, p. 1079-1088, 2013.

TOSCANO, B. J. et al. Personality, foraging behavior and specialization: integrating behavioral and food web ecology at the individual level. **Oecologia**, v. 182, n. 1, p. 55-69, 2016.

TREJO-MACÍAS, G.; ESTRADA, A. Risk factors connected to gastrointestinal parasites in mantled *Alouatta palliata mexicana* and black howler monkeys *Alouatta pigra* living in continuous and in fragmented rainforests in Mexico. **Current zoology**, v. 58, n. 3, p. 375-383, 2012.

VAN SCHAIK, C.P.; TERBORGH, J. W.; WRIGHT, S. J. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of ecology and Systematics**, v. 24, n. 1, p. 353-377, 1993.

VIRGINIA DEPARTMENT OF HEALTH. **Guidelines for investigating bites and other exposures from nonhuman primates**. 2011. Disponível em: <http://www.vdh.virginia.gov/content/uploads/sites/12/2016/01/Primate-Guidelines.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2019.

VITONE, N. D.; ALTIZER, S.; NUNN, C. L. Body size, diet and sociality influence the species richness of parasitic worms in anthropoid primates. **Evolutionary Ecology Research**, v. 6, n. 2, p. 183-199, 2004.

YAMAMOTO, M. E. et al. Male and female breeding strategies in a cooperative primate. **Behavioural processes**, v. 109, p. 27-33, 2014.

WATTERS, J.V.; MEEHAN, C.L. Different strokes: Can managing behavioral types increase post-release success? **Applied Animal Behaviour Science**, v. 102, p. 364–379, 2007.

WATTERS, J.V.; POWELL, D.M. Measuring animal personality for use in population management in zoos: Suggested methods and rationale. **Zoo Biology**, v. 29, p. 1-12, 2011.

WASSER, S.K. et al. A generalized fecal glucocorticoid assay for use in a diverse array of nondomestic mammalian and avian species. **General and Comparative Endocrinology**, v.120, p. 260–275, 2000.

WEINSTEIN, T. A.; CAPITANIO, J. P. Individual differences in infant temperament predict social relationships of yearling rhesus monkeys, *Macaca mulatta*. **Animal Behaviour**, v. 76, n. 2, p.455-465, 2008.

WEISS, A.; KING, J. E.; PERKINS, L. Personality and subjective well-being in orangutans (*Pongo pygmaeus* and *Pongo abelii*). **Journal of personality and social psychology**, v. 90, n. 3, p. 501, 2006.

WEISS, A. et al. Assessing chimpanzee personality and subjective well-being in Japan. **American Journal of Primatology**, v.71, n. 4, p. 283-292, 2009.

WEISS, A. et al. Extraversion predicts longer survival in gorillas: An 18-year longitudinal study. **Proceedings of the Royal Society B**, v.280, n.1752, 20122231, 2013.

WEISS, A. et al. Personality in bonobos. **Psychological Science**, v. 26, n. 9, p. 1430-1439, 2015.

WILCOVE, D. S.; MCLELLAN, C. H.; DOBSON, A. P. Habitat fragmentation in the temperate zone. **Conservation biology**, v. 6, p. 237-256, 1986.

WILSON, D.S., et al. Shy-bold continuum in pumpkinseed sunfish (*Lepomis gibbosus*): An ecological study of a psychological trait. **Journal of Comparative Psychology**, v. 107, p. 250–260, 1993.

WILSON, V. A.; INOUE-MURAYAMA, M.; WEISS, A. A comparison of personality in the common and Bolivian squirrel monkey (*Saimiri sciureus* and *Saimiri boliviensis*). **Journal of Comparative Psychology**, v. 132, n. 1, p. 24, 2018.

WISENDEN, B.D.; GOATER, C. P.; JAMES, C. T. Behavioral defenses against parasites and pathogens. **Fish defenses**, v. 2, p. 151-168, 2009.

WOLF, M.; WEISSING, F. J. An explanatory framework for adaptive personality differences. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 365, n.1560, p. 3959-3968, 2010.

WREN, B. T. et al. Number of grooming partners is associated with hookworm infection in wild vervet monkeys (*Chlorocebus aethiops*). **Folia Primatologica**, v. 87, n. 3, p. 168-179, 2016.

ZOHDY, S. et al. Aggression and hormones are associated with heterogeneity in parasitism and parasite dynamics in the brown mouse lemur. **Animal Behaviour**, v. 132, p. 109-119, 2017.

ANEXO 1

Normas do Periódico Animal Behaviour, ao qual foi submetido o Artigo 1

Formatting requirements

There are no strict formatting requirements but all manuscripts must contain the essential elements needed to convey your manuscript, for example Title page, Abstract, Keywords, Introduction, Methods, Results, Discussion, References, Tables, Figure Legends, Figures, and bulleted Highlights summarizing your article. If your article includes any Videos and/or other Supplementary material, this should be included in your initial submission for peer review purposes. Divide the article into clearly defined sections.

Line numbering and double spacing text

Please ensure the text of your paper is double-spaced and has consecutive line numbering – this is an essential peer review requirement.

Figures and tables embedded in text

Please ensure the figures and the tables included in the single file are placed next to the relevant text in the manuscript, rather than at the bottom or the top of the file. The corresponding caption should be placed directly below the figure or table.

Article structure

Subdivision - unnumbered sections

Divide your article into clearly defined sections. Each subsection is given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line. Subsections should be used as much as possible when cross-referencing text: refer to the subsection by

heading as opposed to simply "the text". The usual main headings for Research papers are: Methods, Results, Discussion, Acknowledgments and References (no heading is used for the Abstract or Introduction). Papers should not be forced to fit into this pattern of headings, however, if they do not naturally do so. Type main headings in capitals on a separate line on the left of the page. Type subheadings in italics at the left of the page on a separate line, and begin the main words with a capital letter. Type sub-subheadings in italics on a new line, aligned full left. Start the text on a new line after subheadings and sub-subheadings. When presenting multiple experiments, authors may use main headings for the titles of each experiment, with the Methods and Results of each experiment listed as subheadings. Try to keep subheadings short enough to fit within a single column.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results. The Introduction should be brief, not normally exceeding two manuscript pages. Keep references to a minimum by citing reviews rather than primary research papers where appropriate.

Methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

Give the names and addresses of companies providing trademarked products. Always state sample sizes (the number of animals used in the study) and the age, sex, breed/strain and source of animals. Full details of testing or observational regimes should be given. If captive animals were used, include details of housing conditions relevant to the study (e.g. cage size and type, bedding, group size and composition, lighting, temperature, ambient noise conditions, maintenance diets) both during the study and during any period before the study that might bear on the results. The Methods section may also contain a description of the kinds of statistics used and the activities that were recorded.

Ethical note. Where ethical considerations arise from the study, these should be addressed in the Methods, either in the main Methods section itself (where the additional discussion is relatively minor), or in a separate subsection of the Methods headed Ethical note. This information (i.e. an Ethical Note or a summary of details given in the text) should also be uploaded separately as an 'Animal welfare note' (see [Animal welfare](#)). Any welfare or environmental implications of the experimental design and procedures should be identified, and any licences acquired to carry out the work specified. Procedures that were taken to minimize the welfare impact on subjects, including choice of sample sizes, use of pilot tests and predetermined rules for intervention, should be described. Any steps taken to enhance the welfare of subjects (e.g. through 'environmental enrichment') should also be indicated. If the study involved keeping wild animals in captivity, state for how long the animals were captive and whether, where and how they were returned to the wild at the end of the study.

Results

Results should be clear and concise. This section should include only results that are relevant to the hypotheses outlined in the Introduction and considered in the Discussion. The text should complement material given in Tables or Figures but should not directly repeat it. Give full details of statistical analysis either in the text or in Tables or Figure legends. Include the type of test, the precise data to which it was applied, the value of the relevant statistic, the sample size and/or degrees of freedom, and the probability level. Number Tables and Figures in the order to which they are referred in the text. Means and standard errors/standard deviations (and medians and interquartile ranges/confidence limits), with their associated sample sizes, are given in the format $X \pm SE = 10.20 \pm 1.01$ g, $N = 15$, not $X = 10.20$, $SE = 1.01$, $N = 15$. For significance tests, give the name of the test followed by a colon, the test statistic and its value, the degrees of freedom or sample size (whichever is the convention for the test) and the P value (note that F values have two degrees of freedom). The different parts of the statistical quotation are separated by a comma. Note use of italics for F , P , N and other variables. If the test statistic is conventionally quoted with degrees of freedom, these are presented as a subscript to the test statistic. For example:

ANOVA: $F_{1,11} = 7.89$, $P = 0.017$
 Kruskal-Wallis test: $H_{11} = 287.8$, $P = 0.001$
 Chi-square test: $\chi^2_2 = 0.19$, $P = 0.91$
 Paired t test: $t_{12} = 1.99$, $P = 0.07$

If the test is conventionally quoted with the sample size, this should follow the test statistic value. For example:

Spearman rank correlation: $r_s = 0.80$, $N = 11$, $P < 0.01$
 Wilcoxon signed-ranks test: $T = 6$, $N = 14$, $P < 0.01$
 Mann-Whitney U test: $U = 74$, $N_1 = N_2 = 17$, $P < 0.02$

P values for significant outcomes can be quoted as below a threshold significance value (e.g. $P < 0.05$, 0.01 , 0.001), but wherever possible should be quoted as an exact probability value. Departure from a significance threshold of 0.05 should be stated and justified in the Methods. Marginally nonsignificant outcomes can be indicated as exact probability values or as $P < 0.1$. Nonsignificant outcomes should be indicated with an exact probability value whenever possible, or as NS or $P > 0.05$, as appropriate for the test.

State whether a test is one tailed or two tailed (or specific or nonspecific in the case of Meddis' nonparametric ANOVAs). One-tailed (or specific) tests should be used with caution. Their use is justified only when there are strong a priori reasons for predicting the direction of a difference or trend and results in the opposite direction can reasonably be regarded as equivalent to no difference or trend at all. Authors are referred to Kimmel (1957, *Psychological Bulletin*, 54, 315-353).

Do not quote decimals with naked points, for example quote 0.01, not .01, or normally to more than three decimal places (the exception being *P* values for significance tests, which may be quoted to four decimal places where appropriate, e.g. 0.0001).

Regressions and analyses of variance. The significance of regressions should be tested with *F* or *t* but not the correlation coefficient *r*. R^2 should be quoted with both regressions and parametric analyses of variance.

Multiple range tests. Unplanned multiple range tests following ANOVA should be avoided unless their appropriateness for the comparisons in question is verified explicitly. Authors are referred to the review by Day and Quinn (1989, *Ecological Monographs*, 59, 433-463).

Power tests. Where a significance test based on a small sample size yields a nonsignificant result, explicit consideration should be given to the power of the data for accepting the null hypothesis. Authors are referred to Thomas and Juanes (1996, *Animal Behaviour*, 52, 856-859) and Colegrave and Ruxton (2003, *Behavioral Ecology*, 14, 446-447) for guidance on the appropriate use of power tests. Providing a value for power based on a priori tests is preferred. Values of observed power are not appropriate. Authors should consider effect sizes and their confidence intervals in drawing conclusions regarding the null hypothesis.

Transformations. Where data have been transformed for parametric significance tests, the nature of the transformation and the reason for its selection (e.g. log *x*, x^2 , arcsine) should be stated.

Discussion

It is often helpful to begin the Discussion with a summary of the main results. The main purpose of the Discussion, however, is to comment on the significance of the results and set them in the context of previous work. The Discussion should be concise and not excessively speculative, and references should be kept to a minimum by citing review articles as much as possible.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, as a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as 1, 2, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: equation (A1), equation (A2), etc.

Essential	title	page	information
------------------	--------------	-------------	--------------------

Title. This should be brief and informative, and should not exceed 120 characters. Avoid abbreviations, as well as part numbers unless the papers are to be published consecutively in the same issue of the Journal.

Author names and affiliations. Where the family name may be ambiguous (e.g. a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Affiliations should not include street, box number, postal (zip) code, country (when that is obvious) or city, state, province, etc., when that is redundant with the University name.

Corresponding author. Clearly indicate who is willing to handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that telephone (with country and area code) is provided in addition to the e-mail address and the complete postal address.**

Correspondence. At the bottom of the page, give the full postal address and e-mail address (if desired) of the corresponding author and the present addresses of any co-authors if different from their affiliations; e-mail addresses of co-authors may also be given.

Word count. Include a word count for the text.

Title

document

The title document should contain the title of the article, all affiliations of the corresponding author and co-authors and the corresponding author's address. In case of double blind peer review, this information should not appear in any other file, in order not to yield the authors identity to the reviewer.

Abstract

The Abstract should describe the purpose of the study, outline the major findings and state the main conclusions. It should be concise, informative, explicit and intelligible without reference to the text. Abstracts should usually be limited to 300 words. Use both common and scientific names of animals at first mention in the Abstract unless they are given in the title. Avoid using references; if used, give the journal name, volume and page numbers, or the book title and publisher.

Highlights

Highlights are mandatory for this journal for research articles, reviews, commentaries and forum articles. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters including spaces and each bullet point should be on a separate line). See <https://www.elsevier.com/highlights> for examples.

Keywords

Immediately after the abstract, provide up to 10 keywords, using British spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, "and",

"of"). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field at their first mention in the abstract and the main text. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Nomenclature

and

units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other quantities are mentioned, give their equivalent in SI.

Math

formulae

Present simple formulae in the line of normal text where possible. Single-letter variables should be italics. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text.

Numerals

Write numbers of 10 or more as numerals except at the beginning of a sentence. Write the numbers one to nine in words, unless they precede units of measure or are used as designators. Quote times of day using the 24-hour clock without a break or point in the middle and followed by 'hours'; e.g. '1515 hours'. Give years in full; e.g. '1986-1987'.

Footnotes

Use footnotes only to add information below the body of a Table (using superscript letters or numbers), for probability values in Figures and Tables (using multiple asterisks) and, on the title page, for authors' affiliations (using an asterisk for the corresponding author and superscript letters for authors' affiliations). Superscript numbers may be used for coauthors' e-mail addresses and/or changes of address, and other information such as a deceased author.

Artwork

Image

manipulation

While it is accepted that authors sometimes need to manipulate images for clarity, manipulation for purposes of deception or fraud will be seen as scientific ethical

abuse and will be dealt with accordingly. For graphical images, this journal is applying the following policy: no specific feature within an image may be enhanced, obscured, moved, removed, or introduced. Adjustments of brightness, contrast, or colour balance are acceptable if and as long as they do not obscure or eliminate any information present in the original. Nonlinear adjustments (e.g. changes to gamma settings) must be disclosed in the figure legend.

Electronic

artwork

General

points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Preferred fonts: Arial (or Helvetica), Times New Roman (or Times), Symbol, Courier.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Indicate per figure if it is a single, 1.5 or 2-column fitting image.
- For Word submissions only, you may still provide figures and their captions, and tables within a single file at the revision stage.
- Please note that individual figure files larger than 10 MB must be provided in separate source files.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website: <https://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalized, please 'save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings. Embed the font or save the text as 'graphics'.

TIFF (or JPG): Colour or greyscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPG): Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPG): Combinations bitmapped line/half-tone (colour or greyscale): a minimum of 500 dpi is required.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low.
- Supply files that are too low in resolution.
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Colour

artwork

If, together with your accepted article, you submit usable colour figures, then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in colour on the Web (e.g. ScienceDirect and other sites). If colour is essential for interpretation, these figures will also appear in colour in the printed version, at no additional charge. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <https://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Please note: because of technical complications that can arise by converting colour figures to "greyscale" (should you **not** opt for colour in print) please submit in addition usable black and white versions of all the colour illustrations.

Figure

captions

Ensure that each illustration has a caption. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Number tables consecutively, with Arabic numerals, in accordance with their appearance in the text. Place footnotes to tables below the table body and indicate them with superscript symbols. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in tables do not duplicate results described elsewhere in the article. Do not divide tables into two or more parts. Tables should not contain vertical rules, and the main body of the table should not contain horizontal rules. Large tables should be narrow (across the page) and long (down the page) rather than wide and short, so that they can be fitted into the column width of the Journal.

References

Citations in the text

Check that all references in the text are in the reference list and vice versa, that their dates and spellings match, and that complete bibliographical details are given, including page numbers, names of editors, name of publisher and full place of publication if the article is published in a book. References cited in the Abstract must be given in full. Unpublished results are not recommended in the reference list. If these references are included in the reference list, they should follow the standard reference style of the journal. Check foreign language references particularly carefully for accuracy of diacritical marks such as accents and umlauts. For papers in the course of publication, use 'in press' to replace the date and give the journal name in the references.

Web

references

Because of the ephemeral nature of many Web sites, other Web citations will be reviewed by the Editors to ensure they are appropriate to an archival journal. As a minimum, the full URL should be given. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given.

Data

references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author

name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support Citation Style Language styles, such as Mendeley. Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. [More information on how to remove field codes from different reference management software.](#)

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking [the following link:](http://open.mendeley.com/use-citation-style/animal-behaviour)

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plug-ins for Microsoft Word or LibreOffice.

Reference formatting

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the article number or pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct. If you do wish to format the references yourself they should be arranged according to the following examples:

Reference style

Text: Citations in the text should follow the referencing style used by the American Psychological Association. You are referred to the Publication Manual of the American Psychological Association, Sixth Edition, ISBN 978-1-4338-0561-5, copies of which may be ordered online or APA Order Dept., P.O.B. 2710, Hyattsville, MD 20784, USA or APA, 3 Henrietta Street, London, WC3E 8LU, UK.

List: references should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:
 Van der Geer, J., Hanraads, J. A. J., & Lupton, R. A. (2010). The art of writing a scientific article. *Journal of Scientific Communications*, 163, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>.

Reference to a journal publication with an article number:
 Van der Geer, J., Hanraads, J. A. J., & Lupton, R. A. (2018). The art of writing a scientific article. *Heliyon*, 19, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

Reference to a book:
 Strunk, W., Jr., & White, E. B. (2000). *The elements of style*. (4th ed.). New York: Longman, (Chapter 4).

Reference to a chapter in an edited book:
 Mettam, G. R., & Adams, L. B. (2009). How to prepare an electronic version of your article. In B. S. Jones, & R. Z. Smith (Eds.), *Introduction to the electronic age* (pp. 281–304). New York: E-Publishing Inc.

Reference to a website:
 Cancer Research UK. Cancer statistics reports for the UK. (2003). <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/> Accessed 13 March 2003.

Reference to a dataset:
 [dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T. (2015). *Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions*. Mendeley Data, v1. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Reference to a conference paper or poster presentation:
 Engle, E.K., Cash, T.F., & Jarry, J.L. (2009, November). The Body Image Behaviours Inventory-3: Development and validation of the Body Image Compulsive Actions and Body Image Avoidance Scales. Poster session presentation at the meeting of the Association for Behavioural and Cognitive Therapies, New York, NY.

Reference to a thesis:

Bower, J. L. (2000). *Acoustic interactions during naturally occurring territorial conflict in a song sparrow neighborhood* (Doctoral dissertation). Ithaca, NY: Cornell University.

Brewis, J. M. (1981). *The population dynamics and growth of the freshwater crayfish *Austropotamobius pallipes* in an aqueduct in Northumbria* (Doctoral thesis). Durham, U.K.: Durham University. Retrieved from <http://etheses.dur.ac.uk/7546/>

Note that journal titles in the reference list should be written in full.

For publications in any Latin script language other than English, give the original title and, in brackets, the English translation. Titles of publications in non-Latin scripts should be transliterated. Work accepted for publication but not yet published should be referred to as "in press". Cite "personal communications" in the text only. Provide the initials and surname(s) for personal communications and give the date of the personal communication (as exact as possible), separated by a comma (A. Smith, personal communication, 9 September 2013).

Supplementary**Material**

Supplementary material, such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. This material should be restricted to file types such as videos, audio files, very large tables or figures, etc. that do not fit the normal layout of the printed journal and/or that are truly supplementary (raw data files, R code or content that is not essential to the article). Other material such as additional methods and results, tables and figures that support the main text should be added as appendices after the references. Note that research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols and methods) associated with your manuscript can alternatively be deposited in a data repository (see Research Data below). Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version. For guidance on submitting artwork and multimedia see <https://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

ANEXO 2

Normas do Periódico American Journal of Primatology, ao qual será submetido o Artigo 2

Parts of the Manuscript

The manuscript should be submitted in three separate file types: main text file; figures files; supporting information files. Manuscripts must be submitted in English (American style), and must be double-spaced with no less than 12 cpi font and 3-cm margins throughout. Lines should be numbered consecutively from the title through the references. Number all pages in sequence beginning with the title page, placing the first author's surname and the page number in the upper right hand corner of each page.

Main Text File

The text file should be presented in the following order:

- i. An informative title that contains the major key words. The title should not contain abbreviations (see Wiley's best practice SEO tips);
- ii. A short running title of less than 40 characters;
- iii. The full names of the authors;
- iv. The author's institutional affiliations where the work was conducted, with a footnote for the author's present affiliation if different from where the work was conducted;
- v. Abstract and keywords;
- vi. Research Highlights;
- vii. Introduction;
- viii. Methods; (methods section should be titled "Methods" not "Materials and Methods")
- ix. Results (must include dates and location of the study);
- x. References;
- xi. Tables (each table complete with title and footnotes);
- xii. Figure Legends;
- xiii. Appendices (if relevant).

Each section should not be numbered. Figures and supporting information should be supplied as separate file types. Do not use footnotes except for tables and figures.

Cover Letter

All manuscripts must be accompanied by a formal statement that explicitly confirms the following:

- All research protocols reported in this manuscript were reviewed and approved by an appropriate institution and/or governmental agency that regulates research with animals.
- All research reported in this manuscript adhered to the legal requirements of the country in which the work took place.
- The research adhered to the American Society of Primatologists (ASP) Principles for the Ethical Treatment of Non Human Primates.

Authorship

Please refer to the journal's authorship policy the Editorial Policies and Ethical Considerations section for details on eligibility for author listing.

Acknowledgments

Contributions from anyone who does not meet the criteria for authorship should be listed in an Acknowledgments section. Financial and material support should also be mentioned.

Conflict of Interest Statement

Authors will be asked to provide a conflict of interest statement during the submission process. For details on what to include in this section, see the section 'Conflict of Interest' in the Editorial Policies and Ethical Considerations section below. Submitting authors should ensure they liaise with all co-authors to confirm agreement with the final statement.

Abstract

Please provide an abstract of no more than 300 words ideally containing the major keywords summarizing the article.

Keywords

Please provide three to six keywords that will ideally be included in the title and abstract.

Research Highlights

Research Highlights summarize the most important findings and/or conclusions of the article (or review), stated concisely. Upon publication, Research Highlights will be displayed online immediately below the article's title. Research Highlights should consist of 2 to 3 short sentences (provided as bullet points) that do not exceed 250 characters (including spaces) total. These highlights are required for all papers published in AJP and must be submitted at the time of the manuscript submission in ScholarOne.

Graphical Abstract

The mandatory graphical abstract provides readers with a visual representation of the conclusions and an efficient way to appreciate the key finding and main message

of the work. This feature is part of the online article format and will appear in the online Table of Contents of each issue of the journal. Please upload an illustration describing the context and significance of the findings for the broader AJP readership to attract the attention of non-specialists. The image should be a single image not containing multiple panels. It is meant to represent one key aspect of the results. The selected image must be a figure or part of a figure that is included in the paper. To prepare the image, select an image or graphic that is easy to read and as much as possible devoid of cluttering items, conveying clear, non-speculative, visual information about the biological context of the findings. Labels, while useful, must be kept to a minimum. The image should be provided in one of the following height and width configurations: 400 x 300 pixel, 300 x 400 pixel, or 400 x 400 pixel, and at a maximal resolution of 72 dpi. Please use Arial or Helvetica font with a size of 10–12 points; preferred file types are EPS and TIFF. The Graphical Abstract is mandatory for all papers published in AJP. When uploading, please designate the image as Graphical Abstract Image in ScholarOne Manuscripts.

Tweetable Summary

If your paper is accepted, our marketing and social media team may decide to Tweet or blog about it or otherwise promote your work. For this purpose, you will be asked to provide at the submission stage a Tweetable Summary of no more than 95 characters that conveys the essential message of your paper which we will review and post through the [AJP Twitter Account](#) to promote your article if published.

Main Text

- The journal uses US spelling; however, authors may submit using either option, as spelling of accepted papers is converted during the production process.
- Articles may range from approximately 2,500 to 6,000 words.
- Double-spaced with no less than 12 cpi font and 3-cm margins throughout. Lines should be numbered consecutively from the title through the references
- Page limits for Commentaries and New Approaches are flexible, but they should fall in the range of 10-15 pages

References

As of 2017, the references of the journal should be prepared according to the *Publication Manual of the American Psychological Association* (APA) (6th edition). This means in text citations should follow the author-date method whereby the author's last name and the year of publication for the source should appear in the text, for example, (Jones, 1998). Note that the APA style requires the use of parentheses instead of brackets for in-text citations. Use of et al. is determined by the number of authors and whether it is the first time a reference has been cited in the paper. Specifically, articles with one or two authors include all names in every in-text citation; articles with three, four, or five authors include all names in the first in-text citation but are abbreviated to the first author name plus et al. upon subsequent citations; and articles with six or more authors are abbreviated to the first author name plus et al. for all in-text citations.

The complete reference list should appear alphabetically by name at the end of the paper. Please note that for journal articles, issue numbers are not included unless each issue in the volume begins with page 1, and a DOI should be provided for all references where available. For more information about APA referencing style, please refer to the [APA FAQ](#).

Reference examples follow:

Journal article

Charpentier, M. J. E., Harte, M., Ngoubangoye, B., Herbert, A., & Kappeler, P. M. (2017). Visual discrimination of kin in mandrills. *Ethology*, 123, 251-259. DOI: 0.1111/eth.12596

2 to 7 authors

Daley, C. E., & Nagle, R. J. (1996). Relevance of WISC-III Indicators for assessment of learning disabilities. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 14(4), 320–333. DOI: 10.1177/073428299601400401

More than 7 authors

Rutter, M., Caspi, A., Fergusson, D., Horwood, L. J., Goodman, R., Maughan, B., ... Carroll, J. (2004). Sex differences in developmental reading disability: New findings from 4 epidemiological studies. *Journal of the American Medical Association*, 291(16), 2007–2012. DOI: 10.1001/jama.291.16.2007

In press or forthcoming

van Bergen, E., de Jong, P. F., Maassen, B., Krikhaar, E., Plakas, A., & van der Leij, A. (in press). IQ of four-year-olds who go on to develop dyslexia.

Book

Personal author(s): Beck, I. (1989). *Reading today and tomorrow: Teachers edition for grades 1 and 2*. Austin, TX: Holt and Co.

Chapter in Edited Book:

Borstrøm, I., & Elbro, C. (1997). Prevention of dyslexia in kindergarten: Effects of phoneme awareness training with children of dyslexic parents. In C. Hulme & M. Snowling (Eds.), *Dyslexia: Biology, cognition and intervention* (pp. 235–253). London, UK: Whurr.

Book Edition

Bradley-Johnson, S. (1994). *Psychoeducational assessment of students who are visually impaired or blind: Infancy through high school* (2nd ed.). Austin, TX: Pro-ed.

Conference Paper

Balakrishnan, R. (2006, March 25-26). Why aren't we using 3d user interfaces, and will we ever? Paper presented at the IEEE Symposium on 3D User Interfaces. doi:10.1109/VR.2006.148.

Conference Proceedings

Rapp, R. (1995). Automatic identification of word translations from unrelated English and German corpora. In *Proceedings of the 37th Annual Conference of the Association for the Computational Linguistics*, pp. 519–525.

Scientific or Technical Reports

NICHD. National Institute of Child Health and Human Development (2000). Report of the National Reading Panel. Teaching children to read: An evidence-based assessment of the scientific research literature on reading and its implications for reading instruction (NIH Publication No. 00-4769). Washington, DC: U.S. Government Printing Office.

Dissertation

van Otterloo, S. G. (2011). Early home-based intervention for children at familial risk of dyslexia. University of Amsterdam (unpublished doctoral dissertation).

Tables

Tables should be self-contained and should complement, not duplicate, information contained in the text. They should be supplied as editable files, not pasted as images. Legends should be concise but comprehensive – the table, legend, and footnotes must be understandable with minimal reference to the text. All abbreviations must be defined in footnotes. Footnote symbols: †, ‡, §, ¶, should be used (in that order) and *, **, *** should be reserved for P-values. Statistical measures such as SD or SEM should be identified in the headings.

Figure Legends

Legends should be concise but comprehensive – the figure and its legend must be understandable without reference to the text. Include definitions of any symbols used and define/explain all abbreviations and units of measurement.

Figures

Figures must be submitted in TIFF or EPS format. Do not embed figures in your text document, but attach them as separate files with your submission. Although authors are encouraged to send the highest-quality figures possible, for peer-review purposes, a wide variety of formats, sizes, and resolutions are accepted. [Click here](#) for the basic figure requirements for figures submitted with manuscripts for initial peer review, as well as the more detailed post-acceptance figure requirements.

Figures submitted in color will be published in color online free of charge. Please note, however, that we prefer black and white line figures (e.g. graphs and charts) so that they are legible if printed by a reader in black and white. Color figures must be submitted in the RGB color model.

Additional Files

Appendices

Appendices will be published after the references. For submission they should be supplied as separate files but referred to in the text.

Supporting Information

Supporting information is information that is not essential to the article, but provides greater depth and background. It is hosted online and appears without editing or typesetting. It may include tables, figures, videos, datasets, etc.

[Click here](#) for Wiley's FAQs on supporting information.

Note: if data or scripts used to generate the analyses presented in the paper are available via a publicly available data repository, authors should include a reference to the location of the material within their paper.

General Style Points

The following points provide general advice on formatting and style.

- **Abbreviations:** In general, terms should not be abbreviated unless they are used repeatedly and the abbreviation is helpful to the reader. Initially, use the word in full, followed by the abbreviation in parentheses. Thereafter use the abbreviation only.
- **Units of measurement:** Measurements should be given in SI or SI-derived units. Visit the [Bureau International des Poids et Mesures \(BIPM\) website](#) for more information about SI units.
- **Numbers:** numbers under 10 are spelt out, except for: measurements with a unit (8 mmol/l); age (6 weeks old), or lists with other numbers (11 dogs, 9 cats, 4 gerbils).
- **Trade Names:** Chemical substances should be referred to by the generic name only. Trade names should not be used. Drugs should be referred to by their generic names. If proprietary drugs have been used in the study, refer to these by their generic name, mentioning the proprietary name and the name and location of the manufacturer in parentheses.

ANEXO 3

Normas do Periódico International Journal of Parasitology: Parasites and Wildlife, ao qual será submetido o Artigo 3

Article structure

Subdivision - **numbered** **sections**

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material **and** **methods**

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

Results

Results should be clear and concise. For brief reports, the Results and Discussion sections need to be combined.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Appendices

This journal does not publish appendices. Information should be included within the manuscript text or provided as supplementary material.

Essential	title	page	information
<ul style="list-style-type: none"> • Title. Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible. • Author names and affiliations. Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author. • Corresponding author. Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author. • Present/permanent address. If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes. 			

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself. The maximum length of the abstract is 300 words.

Graphical

abstract

A graphical abstract is mandatory for this journal. It should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership online. Authors must provide images that clearly represent the work described in the article. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at

a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view [Example Graphical Abstracts](#) on our [information site](#). Authors can make use of Elsevier's [Illustration Services](#) to ensure the best presentation of their images also in accordance with all technical requirements.

Highlights

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). You can view [example Highlights](#) on our information site.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using British spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Abbreviations

Avoid the use of abbreviations, but if necessary, authors should use the list ([click here to see list](#)) as a guide to those terms that need not be given in full, or define each abbreviation on first use.

Acknowledgments

Authors should provide confirmation of consent from persons acknowledged in manuscripts for example personal communications. This can be provided in a covering letter or by e-mail to the editorial office.

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI.

Footnotes

Footnotes should only be used in tables. Indicate each footnote in a table with a superscript lowercase letter.

Artwork

Electronic

General

artwork

points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format. Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color

Illustrations of all kinds should be listed together under 'Legend to Figures' numbered consecutively and their positions indicated in the text. Figures should be high quality, of an adequate size to ensure clarity, and letters and numbers should be at least 4 mm in height. Magnification should be indicated by inclusion of a scale bar in the figure and its value should be indicated on the figure or in the legend. Each figure should be obvious from its file name. If images have been altered, describe the nature of changes made and software used. This information should be included in the 'Materials and methods' section of the manuscript.

Artwork**Illustration**

Elsevier's WebShop offers Illustration Services to authors preparing to submit a manuscript but concerned about the quality of the images accompanying their article. Elsevier's expert illustrators can produce scientific, technical and medical-style images, as well as a full range of charts, tables and graphs. Image 'polishing' is also available, where our illustrators take your image(s) and improve them to a professional standard. Please visit the website to find out more.

services**Figure**

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

captions**Tables**

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

References

Correct references are the responsibility of the author. Please ensure that all references cited in the text are included in the reference list.

References in the text start with the name of the author(s), followed by the publication date in brackets, e.g. 'Combes (2001) has shown the importance of ...', or '... has been described (Combes, 2001; Kumar et al., 2004) ...', using date order. More than one paper from the same author in the same year must be identified by the letters a, b, c, etc., placed after the year of publication. In the text, when referring to a work by two authors, use (Sangster and Dobson, 2002) or for more than two authors, the name of the first author should be given followed by et al.

The references in the reference list should be in alphabetical order. References to journal articles should contain names and initials of all author(s), year of publication,

article title, abbreviation of the name of the journal, volume number and page numbers.

Unpublished data, personal communications and papers 'in preparation' or 'submitted', abstracts (whether published or not) and these should not be listed in the references (but may be incorporated at the appropriate place in the text); work "in press" may be listed only if it has been accepted for publication. Personal communications must be accompanied by a letter or e-mail from the named person(s) giving permission to quote such information. References to books should also include the title (of series and volume), initials and names of the editor(s) and publisher and place of publication.

Examples:

Combes, C., 2001. Parasitism. The ecology and evolution of intimate interactions. University of Chicago Press, Chicago and London.

Kumar, N., Cha, G., Pineda, F., Maciel, J., Haddad, D., Bhattacharyya, M.K., Nagayasu, E., 2004. Molecular complexity of sexual development and gene regulation in *Plasmodium falciparum*. *Int. J. Parasitol.* 34, 1451-1458.

Pettersson, E.U., Ljunggren, E.L., Morrison, D.A., Mattsson, J.G., in press. Functional analysis and localisation of a delta-class glutathione S-transferase from *Sarcoptes scabiei*. *Int. J. Parasitol.*

Sangster, N.C., Dobson, R.J., 2002. Anthelmintic resistance. In: Lee, D.L. (Ed.), *The biology of nematodes*. Taylor and Francis, London and New York, pp. 531-567.

Citation *in* **text**

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Web **references**

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references to published articles can be included in the reference list. Other web references such as software programs, databases and individual web pages, should have the reference details included at the appropriate place within the text.

Data **references**

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your

manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T., 2015. Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions. Mendeley Data, v1. <http://dx.doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Reference management software
 Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support Citation Style Language styles, such as Mendeley. Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. [More information on how to remove field codes from different reference management software.](#)

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link: <http://open.mendeley.com/use-citation-style/international-journal-for-parasitology-parasites-and-wildlife>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plug-ins for Microsoft Word or LibreOffice.

Journal abbreviations source
 Journal names should be abbreviated according to the NLM catalogue: <http://www.nlm.nih.gov/tsd/serials/lji.html>.