

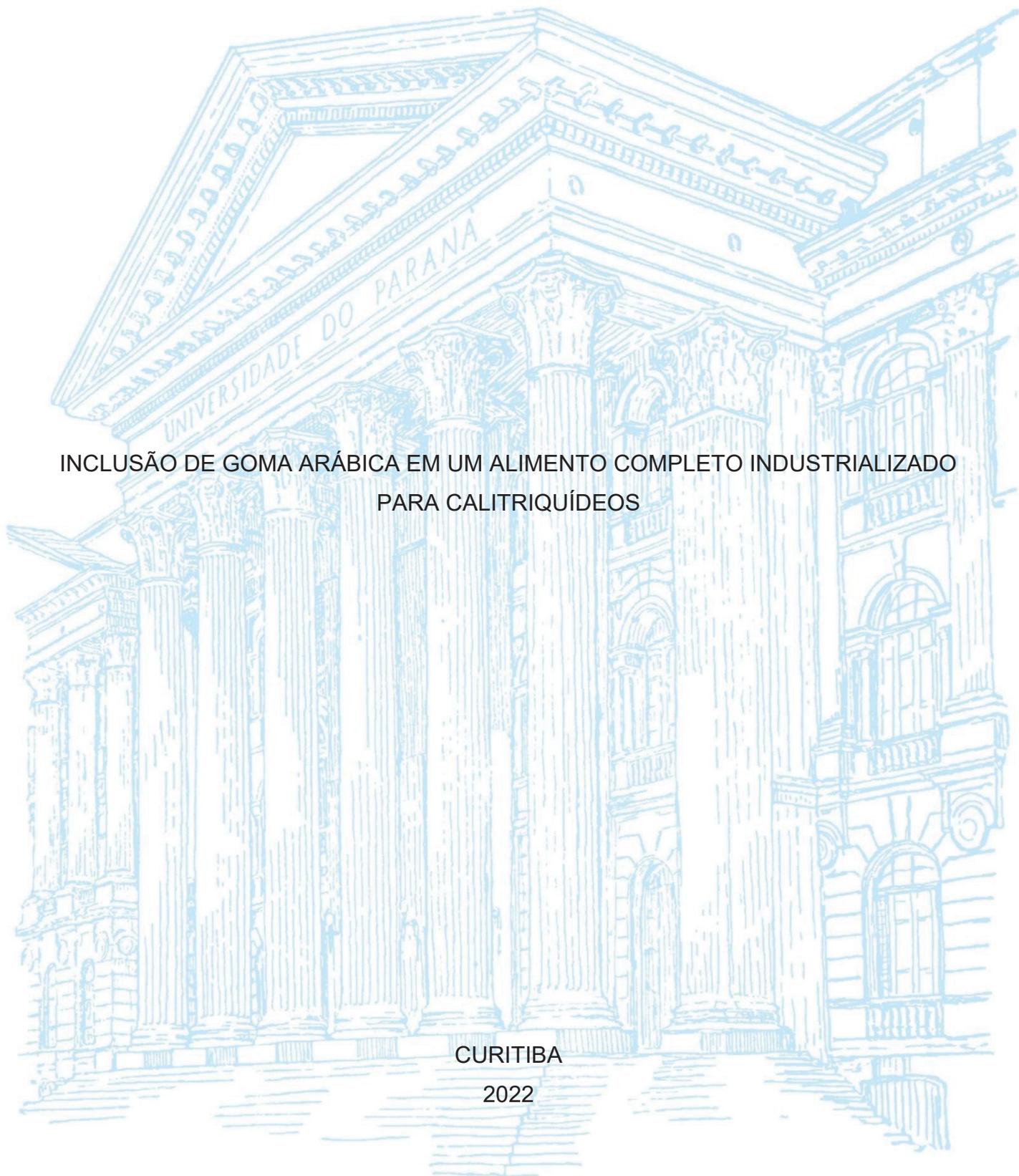
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

HELLENCRYS CAMARGO

INCLUSÃO DE GOMA ARÁBICA EM UM ALIMENTO COMPLETO INDUSTRIALIZADO
PARA CALITRIQUÍDEOS

CURITIBA

2022



HELLENCRYS CAMARGO

INCLUSÃO DE GOMA ARÁBICA EM UM ALIMENTO COMPLETO INDUSTRIALIZADO
PARA CALITRIQUÍDEOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação de Zootecnia, Linha de Pesquisa de nutrição animal e forragicultura, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Alex Maiorka
Coorientadora: Profa. Dra. Chayane da Rocha

CURITIBA

2022

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Camargo, Hellencrys

Inclusão de goma arábica em um alimento completo industrializado para calitriquídeos / Hellencrys Camargo . – Curitiba, 2022.

1 recurso online: PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Alex Maiorka

Coorientadora: Profª Drª Chayane da Rocha

1. Macaco. 2. Alimentos industrializados. 3. Gomas e resinas. I. Majorka, Alex. II. Rocha, Chayane da. III. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. IV. Título.

Bibliotecária: Telma Terezinha Stresser de Assis CRB-9/944



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ZOOTECNIA -
40001016082P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ZOOTECNIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **HELLENCRYS CAMARGO** intitulada: **Inclusão de goma arábica em um alimento completo extrusado para calitriquídeos**, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua **APROVAÇÃO** no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 30 de Setembro de 2022.

Assinatura Eletrônica

03/10/2022 20:09:18.0

CHAYANE DA ROCHA

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

03/10/2022 19:02:09.0

FABIANO DAHLKE

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA)

Assinatura Eletrônica

03/10/2022 21:21:14.0

SIMONE GISELE DE OLIVEIRA

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Rua dos Funcionários, 1540 - CURITIBA - Paraná - Brasil
CEP 80035-050 - Tel: (41) 99283-3742 - E-mail: ppgz@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 225712

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp>
e insira o código 225712



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMDio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

| | | |
|--|--------------------------------------|----------------------------------|
| Número: 82712-1 | Data da Emissão: 20/09/2022 10:53:54 | Data da Revalidação*: 20/09/2023 |
| De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão. | | |

Dados do titular

| | |
|--|--------------------------|
| Nome: HELLENCRYS CAMARGO | CPF: 029.789.029-81 |
| Título do Projeto: Inclusão de goma arábica em um alimento completo industrializado para Calitriquídeos. | |
| Nome da Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ | CNPJ: 75.006.870/0001 40 |

Observações e ressalvas

| | |
|----|--|
| 9 | Esta autorização NÃO exige o pesquisador titular e os membros de sua equipe se necessarem de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou inquilino de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso. |
| 10 | Em caso de ausência em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AO DATAS das condições, as condições para realização das coletas e do uso de infraestrutura da unidade. |

Outras ressalvas

| | | |
|---|--|--------------------|
| 1 | Considerando a pandemia de COVID-19, o OFO recomenda que as atividades de pesquisa com primatas e xenartros em viveiros, em cativeiro, dentro ou fora de UCs federais devem adotar as medidas recomendadas no comunicado disponível no link: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cpb/ultimas-noticias/recomendacoes-biodiversidade-e-covid-19/recomendacoes_biodiversidade_e_covid19_ucos_e_outros_ambientes_naturais.pdf | OFO João Pessoa TO |
|---|--|--------------------|

Locais onde as atividades de campo serão executadas

| # | Descrição do local | Município-UF | Rinca | Caverna? | Tipo |
|---|-----------------------|--------------|----------------|----------|--------------------|
| 1 | Campina Grande do Sul | PR | Mata Atlântica | Não | -ora de UC Federal |

Atividades

| # | Atividade | Grupo de Atividade |
|---|--|---------------------------------------|
| 1 | Coleta/transporte de amostras biológicas ex situ | Atividades ex situ (fora da natureza) |

Atividades X Taxons

| # | Atividade | Taxon | Qtde. |
|---|--|----------------------------|-------|
| 1 | Coleta/transporte de amostras biológicas ex situ | Leontopithecus chrysopygus | - |
| 2 | Coleta/transporte de amostras biológicas ex situ | Leontopithecus chrysomelas | - |
| 3 | Coleta/transporte de amostras biológicas ex situ | Leontopithecus rosalia | - |

A quantidade prevista só é obrigatória para atividades do tipo "Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ". Essa quantidade abrange uma porção territorial mínima, que pode ser uma Unidade de Conservação Federal ou um Município.

A quantidade sigilosa, por espécie, X localidade X ano.

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0827120120220920

Página 2/4

Dedico:

Aos meus pais, Dircéa e Anibal e às minhas filhas, Stefany, Alice, Hellena e Amábile, por entenderem minhas ausências em muitos momentos e, ainda assim, terem me apoiado na busca dos meus sonhos e da minha realização profissional e pessoal.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me guiado até aqui, mostrando o real sentido da fé, da perseverança e da coragem em continuar lutando pelos meus sonhos, mesmo quando as forças físicas já pareciam não existir. Por ter colocado pessoas maravilhosas em minha vida e que de fato fizeram a diferença na condução deste trabalho. Gratidão!

À minha mãe, Dircéa, que tantas vezes me viu desistir e “desdesistir”, pois suas forças me davam coragem para seguir em busca do próximo passo, auxiliando-me no cuidado com a casa, com as crianças, nas compras do mercado, nas várias noites acordada junto comigo, em meio a suas preocupações que se misturavam às minhas e nas inúmeras orações em todas as etapas desse processo. Se não fosse por ela, nada disso teria acontecido. Obrigada!

Ao meu pai, Aníbal, que sempre foi um grande amigo e motivador nessa trajetória em especial, não mediu esforços para “emprestar” minha mãe e para estar sempre ao lado quando ambas precisamos. Obrigada!

Às minhas quatro filhas, cada uma com seu jeito especial, auxiliando do seu jeito amoroso. Stefany, sempre ajudando com as irmãs mais novas e compreendendo a importância das ausências, entendendo o propósito das escolhas. Alice, carinhosa e amorosa, fazendo de tudo, inclusive emprestar seu quarto para a mamãe estudar horas focada. Hellena, no auge de seus quatro anos, entendendo que “a mamãe tá estudando, mas logo ela acaba e vem ficar com a gente”. E a pequena Amábile, que chegou na minha vida bem no meio desse processo de evolução importante, trazendo a energia da fé acima de qualquer empecilho, a energia do amor, independente de qualquer desafio ou circunstância.

Ao professor Alex Maiorka, pela oportunidade de trabalhar mais uma vez em conjunto, pela confiança e pelas orientações.

À Pra. Chayane da Rocha, pela coorientação, por toda a ajuda, ensinamentos, paciência e compreensão. Por estar sempre ao meu lado, não só orientando, mas também colocando na prática tudo o que podia para ultrapassarmos cada novo desafio que encontramos na frente... e foram MUITOS. Cada minuto de atenção, cada dedicação,

cada palavra de confiança, foram o combustível abençoado por manter acesa a vontade de finalizar.

À empresa Quimtia, pelo patrocínio de todo o experimento e pela autorização de dedicação de tempo que possibilitou o desenvolvimento e estudo deste trabalho. Em especial agradeço ao Anderson Veiga e Maria Antoanete, pelo apoio de sempre, pela compreensão em algumas ausências de rotina e por autorizar a realização desse meu sonho há muito tempo esperado. Aqueles que são mais que colegas de trabalho, assim como os gestores já citados, mas sim, amigos que a vida me deu... Daniely, Juliana, Cristiano, Nelson, Ana Paula... Também da empresa Quimtia. Muitas etapas deste projeto só foram realizadas porque eles estavam junto. Seja desenvolvendo, discutindo, cobrando, realizando, auxiliando nas demandas do dia a dia e, principalmente, evitando passar maiores demandas, para que eu tivesse tempo de fazer a pesquisa.! Um diferencial que fez o projeto sair do papel e ser realizado na prática.

Aos muitos amigos, especialmente ao Lucas Carneiro, que muitas vezes tomou a frente de opiniões e definições importantes, desde a primeira ideia do projeto, nos desenvolvimentos e até a discussão dos resultados. Não há palavras para agradecer sua grandiosa contribuição, ensinamentos e dedicação.

Ainda nos amigos, meu enorme agradecimento ao Kadu, biólogo do Criadouro Onça Pintada, que não me deixou desistir. Foi absurdamente diferencial na execução do experimento a campo, mas, muito mais que isso, motivando a todo instante, principalmente quando eu já pensava que não havia mais tempo, não teria jeito, não daria certo. Em poucas palavras, ele sempre mostrava a luz que eu precisava para seguir em frente. E muitas vezes, “a Luz” era uma simples mensagem respondendo: “Ok, podemos tentar”.

Ao Criadouro Onça Pintada, instituição de pesquisa que possibilitou a condução desse experimento, principalmente quando todos os problemas da pandemia quase nos fizeram parar.! Dr. Luciano Sabóia e Dra. Cristiane Sabóia, minha eterna gratidão pela autorização em abrir os portões para essa pesquisa, pela confiança no meu trabalho e na minha pessoa, por acreditarem que muitos resultados positivos chegarão com nossos estudos. Vocês são referência de vida a milhares de pessoas e são motivos de orgulho e privilégio de convivência e aprendizado constante nesta escola que é o Criadouro.

À Tati Moreno, sempre motivadora, colaborativa e que sabe ensinar uma coleta com maestria, diversão, qualidade profissional e paciência. São poucos adjetivos para as muitas qualidades que ela trouxe.

Ao amigo Clênio Viana, nutricionista na Fundação Oswaldo Cruz, com experiência profissional e dedicação sem igual, contribuindo em todas as etapas e dedicando muito do seu tempo com minhas inseguranças técnicas, contribuindo sempre para amenizá-las.

À Dra. Claudia Igayara, médica veterinária do Zoológico de Guarulhos, com a grande contribuição da elaboração das dietas, nos envios de materiais e na condução de todos os trabalhos realizados em conjunto, que tão impactantes foram para nossos resultados.

Ao Dr. Alcides Pissinatti, médico veterinário do Centro de Primatologia do Rio de Janeiro, pesquisador de renome mundial e que tanto discutiu sobre a linha de pesquisa e o engajamento na busca de informações.

Àquelas pessoas maravilhosas que vez ou outra aparecem no exato momento em que a boa palavra se faz necessária e traz à tona os melhores sentimentos de motivação, amor e alegria pelos propósitos de vida, como Luiz&Yuriê, Emi&Rafael Rosa, Thiago Vignoli, Daniele Chagas, Daniele Demolin e Márcia Andrade, esta que surgiu quase que magicamente, trazendo o sopro que faltava para acordar os neurônios já estafados. Um verdadeiro anjo essencial para a etapa final, fazendo novamente tudo acontecer. Que seja o início de uma abençoada caminhada juntas na estrada da ciência.

Esse trabalho nitidamente foi feito a muitas mãos, muitas cabeças pensantes e muita motivação mais do que constante. Foram inúmeros os desafios nesse período da caminhada e sem nenhuma necessidade de citá-los, apenas afirmo que, se não fossem essas pessoas e ainda muitas não citadas aqui, nada desses resultados seriam conhecidos hoje, por mais simples que eles possam parecer. Minha eterna gratidão pela oportunidade em participar de algo tão grandioso e colaborativo, que é a pesquisa. Ser pesquisadora foi um sonho realizado!

RESUMO

Os primatas representam uma ordem de mamíferos presente em todos os continentes, exceto o australiano. São divididos em três grandes grupos: prossímios, primatas do Velho Mundo e primatas do Novo Mundo ou Neotropicais. No Brasil são conhecidos 139 taxóons (espécies e subespécies), muitas das quais são endêmicas no país. Desta variedade, os animais selecionados para o objeto deste estudo foram primatas do Novo Mundo pertencentes à família *Callitrichidae*, gênero *Leontopithecus*, das espécies *Leontopithecus chrysomelas* (mico-leão-de-cara-dourada), *L. rosalia* (mico-leão-dourado) e *L. chrysopygus* (mico-leão-preto), todas mantidas sob cuidados humanos. O interesse para a manutenção de uma espécie de primata fora de seu ambiente natural se deve à conservação, bem como programas de reprodução, repovoamento, manutenção como animal de estimação ou até mesmo ao seu uso em pesquisas biomédicas. A nutrição animal é um grande desafio quando se trata de animais silvestres, considerando que há poucas informações científicas, quando comparado a animais de produção. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o consumo de um alimento completo (ração), contendo a inclusão de goma arábica. A goma é um ingrediente que apresenta histórico de melhoria no equilíbrio da microbiota intestinal de animais cativos, reduzindo impactos negativos na imunidade. A ração foi desenvolvida com a inclusão de 10% de goma arábica em sua composição, tendo sido utilizado um total de 12 animais. O delineamento experimental foi do tipo crossover 2x2, sendo realizado em dois períodos sucessivos, com e sem goma. O cálculo estatístico foi feito com o programa Past4, com análise de variância comum e nível de significância $<0,05$. A análise de resultados mostrou que não houve diferença estatística entre os tratamentos 1 e 2, afirmando que é possível incluir a goma arábica, sem que haja impactos significativos no consumo de alimento pelos animais.

Palavras-chave: primatas do Novo Mundo, nutrição de primatas, goma arábica, *Leontopithecus spp.*, primatas não humanos.

ABSTRACT

Primates represent an order of mammals present on all continents except Australia. They are divided into three major groups: prosimians, Old World primates and New World or Neotropical primates. In Brazil, 139 taxon are known (species and subspecies), many of which are endemic to the country. From this variety, the animals selected for the object of this study were New World primates belonging to the *Callitrichidae* family, genus *Leontopithecus*, of the species *Leontopithecus chrysomelas* (golden-faced lion tamarin), *L. rosalia* (golden lion tamarin) and *L. chrysopygus* (black lion tamarin), all kept under human care. The interest in maintaining a primate species outside its natural environment is due to conservation, as well as reproduction programs, restocking, maintenance as a search animal or even its use in biomedical research. Animal nutrition is a great challenge when it comes to wild animals, considering that there is little scientific information when compared to production animals. Thus, the objective of this study was to evaluate the consumption of a complete food (chow), containing the inclusion of gum arabic. The gum is an ingredient that has a history of improving the balance of the intestinal microbiota of captive animals, reducing negative impacts on immunity. The diet was developed with the inclusion of 10% gum arabic in its composition, using a total of 12 animals. The experimental design was of the 2x2 crossover type, being carried out in two successive periods, with and without gum. Statistical analysis was performed using the Past4 program, with common analysis of variance and significance level <0.05 . The analysis of results showed that there was no statistical difference between treatments 1 and 2, stating that there is the possibility of including gum arabic, with no influence on the consumption of food by the animals.

Keywords: New World primates, primate nutrition, gum arabic, *Leontopithecus spp.*, non-human primates.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

- FIGURA 1** - (I) morfologia do ceco evidenciando a presença de sulcos e pregas em saguis-de-tufos-brancos (*Callithrix jacchus*). (II) morfologia do ceco mostrando a superfície lisa em micos-leões-dourados (*Leontopithecus rosalia*)..... 24
- FIGURA 2** - A) termos de orientação aplicáveis aos dentes. Observe os incisivos no pré-maxilar (também conhecido como intermaxilar). B) histologia básica do dente (incisivo). 25
- FIGURA 3** - Desenho experimental 40

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| TABELA 1 - Resumo da ecologia alimentar dos calitriquídeos..... | 27 |
| TABELA 2 - Dieta ofertada ao grupo de animais do zoológico municipal de guarulhos. | 43 |
| TABELA 3 - Composição química das dietas fornecidas aos calitriquídeos do zoológico de guarulhos (sp), 2020..... | 44 |
| TABELA 4 - Calores médios das análises bromatológicas relativas à goma arábica. ... | 45 |
| TABELA 5 - Valores médios das análises bromatológicas relativos às rações experimentais A e B. | 46 |
| TABELA 6 - Ingestão de alimentos na matéria natural. Dados coletados durante a fase de experimentação (gramas/animal/dia)..... | 47 |
| TABELA 7 - Quantidade diária de alimentos fornecidos e respectiva ingestão pelo grupo de animais dos tratamentos com e sem goma, durante a etapa de experimentação. Média de dados coletados durante cinco dias. | 48 |
| TABELA 8 - Ingestão de nutrientes na matéria seca a fase de experimentação..... | 49 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|--------|--|
| Ca | Cálcio |
| CEUA | Comissão de Ética no Uso de Animais |
| EB | Energia bruta |
| EE | Extrato etéreo |
| EEA | Extrato etéreo em hidrólise ácida |
| EM | Energia metabolizável |
| ENN | Extrato não nitrogenado |
| FB | Fibra bruta |
| FDA | <i>Food and Drug Administration</i> |
| IBAMA | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis |
| MM | Matéria mineral |
| MS | Matéria seca |
| NRC | <i>National Research Council</i> |
| P | Fósforo |
| PB | Proteína bruta |
| PNH | Primatas não humanos |
| SISBIO | Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade |
| TGI | Trato gastrointestinal |
| UFPR | Universidade Federal do Paraná |
| Vit. A | Vitamina A |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES GERAIS | 18 |
| 1. INTRODUÇÃO | 18 |
| 2. OBJETIVOS | 20 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL..... | 20 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 20 |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 21 |
| 3.1 CALITRIQUÍDEOS..... | 21 |
| 3.2 GÊNERO LEONTOPITHECUS..... | 22 |
| 3.3 NUTRIÇÃO E TRATO INTESTINAL | 23 |
| 3.4 MORFOLOGIA DENTÁRIA E CORRELAÇÕES COM A DIETA..... | 25 |
| 3.5 ALIMENTAÇÃO EM VIDA LIVRE | 26 |
| 3.6 EXSUDATOS E DIGESTÃO DE GOMA | 29 |
| 3.7 ALIMENTAÇÃO EM CRIADOUROS CIENTÍFICOS | 33 |
| 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 34 |
| | |
| CAPÍTULO II - INCLUSÃO DE GOMA ARÁBICA EM UM ALIMENTO COMPLETO INDUSTRIALIZADO PARA CALITRIQUÍDEOS..... | 38 |
| 1. INTRODUÇÃO | 38 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 39 |
| 2.1 PRINCÍPIOS ÉTICOS | 39 |
| 2.2 LOCAL DE ESTUDO..... | 39 |
| 2.3 ANIMAIS E TRATAMENTOS..... | 39 |
| 2.4 DIETA EXPERIMENTAL | 40 |
| 2.5 COLETA DE DADOS DE CAMPO..... | 46 |
| 2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA..... | 46 |
| 3. RESULTADOS | 47 |
| 4. DISCUSSÃO | 49 |
| 5. CONCLUSÃO..... | 54 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 55 |

CAPÍTULO I - INCLUSÃO DE GOMA ARÁBICA EM UM ALIMENTO COMPLETO INDUSTRIALIZADO PARA CALITRIQUÍDEOS

RESUMO

Os calitriquídeos pertencem à uma família de macacos do Novo Mundo e são comumente conhecidos por micos ou saguis. Muitos desses animais estão em risco de extinção, tornando-se uma preocupação constante em manter e/ou aumentar a quantidade de indivíduos nas instituições que integram programas de conservação e reprodução animal, visando repovoamento dos mesmos em seu habitat natural. Inúmeras pesquisas de observações em vida livre sobre ecologia alimentar e em criadouros científicos, são desenvolvidas para avaliar potenciais benefícios de ingredientes alimentares específicos, como o caso da goma arábica, um exsudato escarificado pelos animais do tronco das árvores, classificada como um polissacarídeo multi-ramificado e sem amido. A goma possui quantidades significativas de minerais nutricionalmente importantes como cálcio, magnésio e potássio. As pesquisas em animais sob cuidados humanos, mostram resultados de goma diluída em água e sem padronização em relação ao total da dieta; todavia, dados de ecologia alimentar levantados pelo National Research Council (2003), demonstram percentuais observados de preferência pelos animais, consumindo exsudados diariamente. Em vida livre, esse alimento é sazonal, fazendo com que os animais busquem a goma em épocas de escassez. Em animais procedentes de criadouros institucionais são muitos os benefícios do consumo da goma, principalmente a manutenção da microbiota intestinal. Entretanto, atualmente um dos maiores desafios nas instituições é manter a oferta diária desse item, seja por dificuldade na aquisição ou na manutenção do manejo. Uma das opções encontradas neste estudo, sugere a inclusão de goma arábica em um alimento completo industrializado (ração), rotineiramente já consumido pelos animais nas instituições científicas, possibilitando seu consumo de forma regular e conseqüentemente, a avaliação de seus benefícios para a saúde do animal.

Palavras-chave: Goma arábica, *Leontopithecus spp.*, nutrição de primatas, primatas não humanos.

**INCLUSION OF GUM ARABIC IN AN INDUSTRIALIZED COMPLETE FOOD FOR
CALLITRICHIDS
ABSTRACT**

Callitrichids belong to a family of New World monkeys and are commonly known as tamarins or marmosets. Many of these animals are at risk of extinction, making it a constant concern to maintain and/or increase the number of individuals in institutions that are part of conservation and animal reproduction programs, aiming at restocking them in their natural habitat. Numerous surveys of observations in the wild on food ecology and in scientific creation are developed to evaluate potential benefits of specific food ingredients, such as the case of gum arabic, an exudate scarified by animals from the trunk of trees, classified as a multi-branched polysaccharide and without starch. The gum has significant amounts of nutritionally important minerals like calcium, magnesium, and potassium. Research in animals under human care, show results of gum diluted in water and without standardization in relation to the total diet; however, data on food ecology collected by the National Research Council (2003) demonstrate observed percentages of preference for animals, consuming exudates daily. In free-living condition this food is seasonal, causing the animals to look for the gum in times of scarcity. In animals from institutional breeding, there are many benefits of consuming gum, especially the maintenance of the intestinal microbiota. However, currently one of the biggest challenges in institutions is to maintain the daily supply of this item, either due to difficulty in acquiring or maintaining management. One of the options found in this study suggests the inclusion of gum arabic in an industrialized complete food (chow), routinely already consumed by animals in scientific institutions, allowing its consumption on a regular basis and, consequently, the evaluation of its benefits for the health of the animal.

Keywords: Arabic gum, *Leontopithecus* spp., primate nutrition, nonhuman primates.

CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

Somente na Mata Atlântica, pelo menos 70% dos primatas encontram-se ameaçados de extinção em diferentes níveis, segundo critérios da União Internacional para a Conservação da Natureza - IUCN, na sigla em inglês. Para garantir a sobrevivência desses animais, os centros de pesquisa desenvolvem criteriosos programas de reprodução em criações científicas, visando à obtenção de indivíduos para futuros repovoamentos ou reintroduções em áreas de reservas biológicas (INEA, 2015).

Assim como espécies animais de outras ordens, muitas espécies de primatas não humanos (PNH) são mantidas sob cuidados humanos. Entre os vários desafios da reprodução e manutenção em animais que estão sob cuidados humanos, um deles é a falta de padronização nutricional das dietas e do manejo alimentar, o que leva a um conjunto de problemas que podem estar ocasionando possíveis deficiências nutricionais (ANDRADE et al., 2010).

O interesse para a manutenção de uma espécie de primata fora de seu ambiente natural pode estar baseado em vários objetivos, tais como a utilização em pesquisas biomédicas, a manutenção como animal de estimação (ANDRADE et al., 2010), a conservação da espécie e manutenção de banco genético (REZENDE, 2014), a reprodução de indivíduos visando a recuperação de populações naturais (FRANCISCO et al., 2015), bem como a exposição e utilização de animais para educação ambiental (LOPES, 2017).

A maior parte dos PNH sob cuidados humanos estão em zoológicos e centros de conservação, desempenhando um papel importante na conservação de espécies. Na década de 80 a população de *Leontopithecus rosalia* e *Saguinus oedipus* era maior em criadouros científicos que a população conhecida em *habitat* natural. Aproximadamente 60% das espécies de PNH estão ameaçadas de extinção e 75% têm populações em declínio, resultado da pressão antropogênica sobre os primatas e seus *habitats* (ESTRADA et al., 2017).

Segundo estudos sobre os hábitos alimentares nos calitriquídeos, observa-se que em vida livre o conjunto dos principais itens alimentares consumidos resulta em

classificações como frugívoros, folívoros, exsudatívoros (gomívoros), insetívoros e onívoros (FRANCISCO et. al., 2015). A exploração de exsudatos vegetais forma um dos fenômenos mais importantes na ecologia desse grupo, pois podem compor até 70% da dieta de algumas espécies, mas paradoxalmente um dos menos explorados pela biologia animal (FRANCISCO et al., 2015). De acordo com EAZA Best Practice Guidelines for Callitrichidae (2017), em vida livre, o consumo de gomas pode chegar a 16% do total dos alimentos ingeridos.

Francisco e Boere (2015) identificaram em seus estudos que os exsudatos vegetais (goma, seiva, látex ou resina) são substâncias emitidas naturalmente por espécies arbóreas ou de forma provocada por animais e compõem a dieta de várias espécies símias. Essas substâncias são fontes de água, carboidratos complexos, proteínas e minerais, principalmente o cálcio. A presença de cálcio contribui para manter o equilíbrio no metabolismo cálcio / fósforo, acarretada pela alta ingestão de invertebrados. Assim, para esses animais o consumo de exsudatos é importante, já que permite a aquisição de nutrientes essenciais para a sobrevivência (DOMINIQUE, 1977; NASH, 1986; SMITH, 2010).

Um dos problemas de manejo alimentar relatado nas instituições envolvidas com a conservação animal engloba justamente uma deficiência na regularidade de oferta de exsudatos vegetais, tornando insuficiente a quantidade de ingestão diária desse item. Justifica-se, desta forma, incluir a goma arábica na composição de um alimento completo industrial extrusado (ração), uma vez que tal item pode ser consumido pelos primatas de forma regular, visto que em geral, a ração já é ofertada habitualmente em instituições mantenedoras desses animais. Sendo assim, esta pesquisa visa buscar entender a necessidade de não só incluir a goma na dieta dos animais regularmente, como também facilitar o fornecimento da mesma via ração, avaliando, assim, os benefícios da regularidade da ingestão.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar o efeito da inclusão da goma arábica adicionada em um produto industrializado ofertado à dieta de calitriquídeos sob cuidados humanos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar levantamento das dietas e estimar a concentração de nutrientes fornecidos a PNH das espécies *Leontopithecus chrysomelas* (mico-leão-de-cara-dourada), *Leontopithecus rosalia* (mico-leão-dourado) e *Leontopithecus chrysopygus* (mico-leão-preto), mantidos sob cuidados humanos;

- Avaliar o impacto no consumo de alimentos e ingestão de nutrientes de calitriquídeos que recebem um alimento completo enriquecido com goma arábica.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CALITRIQUÍDEOS

A ordem dos primatas (Linnaeus, 1758), segundo dados mais recentes da IUCN, conta com 523 espécies e 715 táxons, agrupados em 80 gêneros distintos e com distribuição natural concentrada nas regiões mais tropicais do globo, nos continentes africano, americano e asiático, na região neotropical e na ilha de Madagascar. Revisões taxonômicas e novas descobertas fazem com que este número de espécies não seja fixo, de modo que o avanço da primatologia mundial alavanque cada vez mais o número de espécies descritas. Exemplo claro disso é que 124 espécies de PNH foram descritas nos últimos 20 anos, sendo oito novos gêneros símios descritos desde 2003 (MITTERMEIER et al., 2022).

O Brasil se caracteriza por uma considerável variedade de ecossistemas silvestres e conta com uma vasta diversidade de PNH (RYLANDS et al., 1993; RYLANDS et al., 2000). Desta variedade, os primatas do Novo Mundo ou neotropicais estão distribuídos em cinco famílias: Callitrichidae (micos e saguis), Cebidae (macaco-prego e macaco-de-cheiro), Aotidae (macaco-da-noite), Pitheciidae (parauaçu, cuxiú, uacari e sauá) e Atelidae (bugio, miqui e macaco-aranha). A família Callitrichidae abrange os menores primatas antropoides do mundo (AURICCHIO, 1995) e compreende seis gêneros (Callithrix, Callimico, Cebuella, Saguinus, Leontopithecus e Mico), 41 espécies e 60 subespécies (RYLANDS et al., 2000).

Os calitriquídeos, tanto os machos quanto as fêmeas, atingem a maturidade sexual entre os 14 e os 18 meses de idade e apresentam uma longevidade de mais de dez anos (CUBAS et al., 2006). Apresentam boa visão, audição, e aparentemente um bom olfato. São diurnos, abrigam-se em ocos de árvores e outras cavidades à noite. Vive em pequenos grupos familiares, a fêmea pode acasalar-se com mais de um macho durante a época reprodutiva e todos os membros do grupo criam os filhotes cooperativamente (NOWAK, 1999). Todas as espécies da família são onívoras, alimentando-se de grande variedade de matéria vegetal, como os exsudatos, sementes, flores, frutos, néctar e matéria animal, como artrópodes, moluscos, filhotes de aves, mamíferos, anfíbios e pequenos répteis. Para algumas espécies a goma das árvores

constitui cerca de 50% da matéria vegetal ingerida na estação seca e pode lhes fornecer carboidratos, cálcio e alguma proteína e, nestes casos, são chamados de gomívoros ou exsudatívoros (AURICCHIO, 1995).

3.2 GÊNERO LEONTOPITHECUS

Os Callitrichídeos, popularmente conhecidos por de micos e saguis, são animais altamente adaptados à vida arbórea, com locomoção vertical pelos troncos. Suas caudas são longas apresentando comprimento de 150 a 420 mm (NOWAK, 1999) e têm a função de garantir o equilíbrio do animal, não possuindo preensibilidade (AURICCHIO, 1995; NOWAK, 1999). Com exceção do hálux, todos os dedos possuem unhas em forma de garras (AURICCHIO, 1995), vivem em pequenos grupos, que variam de um a 19 indivíduos (NEYMAN, 1977) e ocupam uma área de 0,5-28 hectares (STEVENSON; RYLANDS, 1988). A alta taxa predatória e a instabilidade do meio em que vivem fazem com que estes animais possuam um sistema diferenciado para respostas rápidas, exigência essencial para animais colonizadores de ambientes emergentes e instáveis. Em seu ambiente natural, estes animais teriam como forças evolutivas a constante ameaça de predadores, dieta caracterizada por gomivoria e oportunismo alimentar (RYLANDS, 1986).

O gênero *Leontopithecus* é composto por quatro espécies: mico-leão-da-cara-preta (*L. caissara*) (LORINI e PERSSON, 1990), mico-leão-da-cara-dourada (*L. chrysomelas*) (KUHLE, 1820), mico-leão-preto (*L. chrysopygus*) (MIKAN, 1823) e o mico-leão-dourado (*L. rosalia*) (LINNAEUS, 1766).

Diferente do gênero *Callithrix*, as espécies do gênero *Leontopithecus* estão limitadas apenas a regiões de Mata Atlântica, com áreas de distribuição bem menores, restritas a um ou dois estados brasileiros. *L. caissara* é endêmico dos estados de São Paulo e Paraná (LUDWIG et al., 2021); *L. chrysomelas* de Minas Gerais e Bahia (OLIVEIRA et al., 2021); *L. chrysopygus* de São Paulo (REZENDE et al., 2020) e *L. rosalia* do Rio de Janeiro (RUIZ-MIRANDA et al., 2021).

3.3 NUTRIÇÃO E TRATO INTESTINAL

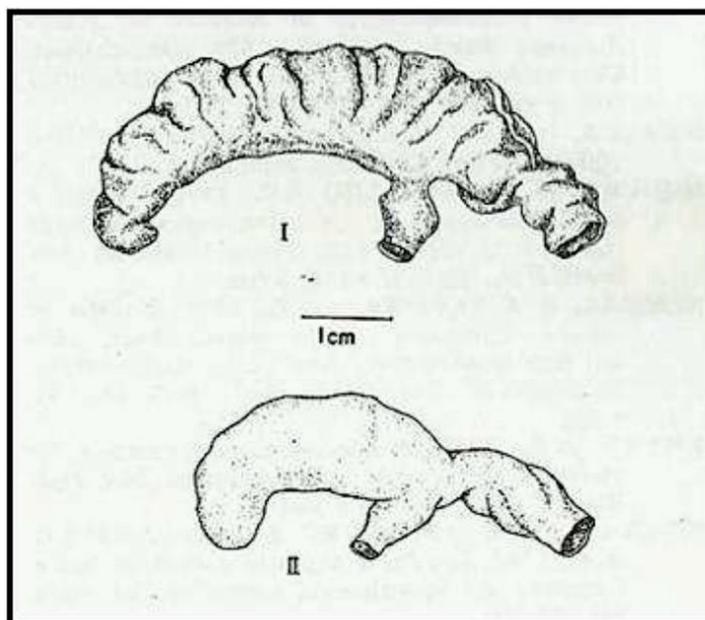
Existem incontáveis tentativas de categorizar os PNH de acordo com suas preferências alimentares. Os três grupos alimentares de primatas que há muito tempo são aceitos como sendo predominantes, são frugivoria, folivoria e faunivoria (CHIVERS e HLADIK, 1980). Também houve várias correlações anatômicas atribuídas a esses grupos de alimentos que envolvem os dentes e a morfologia do sistema digestivo (MARTIN, 1990).

Os callitrichídeos são considerados, de forma geral, frugívoros-insentívoros, pois se alimentam de frutas, flores, exsudatos de plantas (STEVENSON; RYLANDS, 1988; SUSSMAN; KINSEY, 1984), insetos, aranhas, lesmas, lagartos, sapos, filhotes e ovos de pássaros na natureza sendo uma fonte rica em energia, proteína e gordura (STEVENSON; RYLANDS, 1988).

Em relação à alimentação o NRC de PNH (2003) define os hábitos alimentares das quatro espécies de *Leontopithecus* da seguinte maneira: frutos são o recurso dominante, insetos são recursos importantes e exsudatos e néctar se apresentam como recursos sazonais.

O trato digestório dos vertebrados é um tubo oco constituído geralmente por esôfago, estômago, intestino delgado e intestino grosso. Os callitriquídeos possuem especializações morfofisiológicas do aparelho digestivo que consistem maior desenvolvimento do ceco e cólon (FERRARI e MARTINS, 1992). O ceco é bem desenvolvido, possui o calibre igual ao do cólon, com disposição em “U” invertido. Além disso, este órgão é caracterizado pela presença de pregas, ausente no ceco de outros primatas, e por um alargamento dessas regiões (Figura 1), como respostas adaptativas à ingestão de alimentos que necessitam de fermentação microbiana (FERRARI, 1993; POWER e OFTEDAL, 1996). Esse segmento do tubo digestivo tem a função de reter o alimento ingerido durante um período de tempo prolongado, beneficiando a digestão (POWER e MYERS, 2009).

FIGURA 1 - (I) MORFOLOGIA DO CECO EVIDENCIANDO A PRESENÇA DE SULCOS E PREGAS EM SAGUIS-DE-TUFOS-BRANCOS (*CALLITHRIX JACCHUS*). (II) MORFOLOGIA DO CECO MOSTRANDO A SUPERFÍCIE LISA EM MICOS-LEÕES-DOURADOS (*LEONTOPITHECUS ROSALIA*).



FONTE: COIMBRA-FILHO et al. (1980).

A utilização da energia oriunda de alimentos ricos em fibra necessita de fermentação por microrganismos no intestino, uma vez que estes recursos alimentares são resistentes às enzimas digestivas presentes nos mamíferos (POWER e OFTEDAL, 1996). A digestão de uma dieta rica em fibra ocorre por fermentação microbiana dentro do intestino grosso, onde o alimento é retido por um tempo suficiente que permite o desenvolvimento dos microrganismos envolvidos (HUME, 1989).

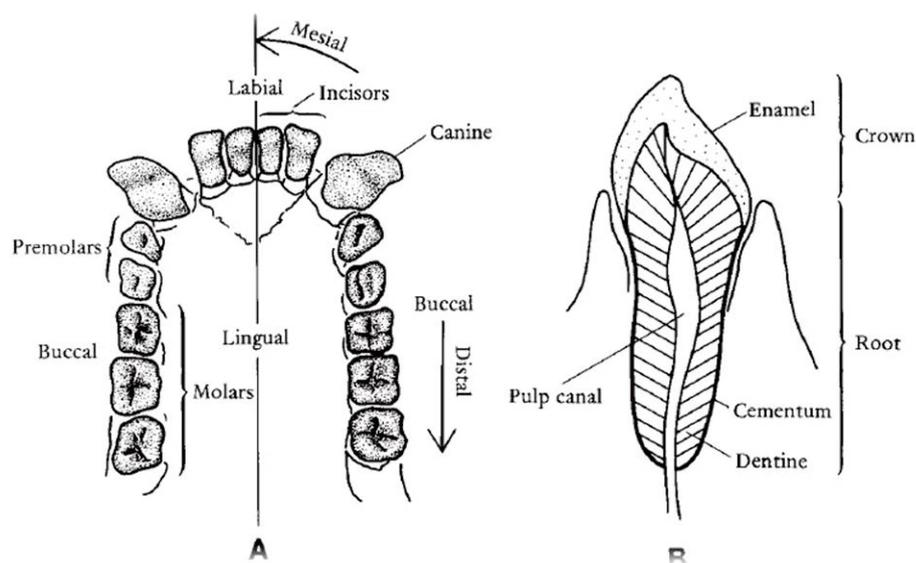
Dessa forma, a fermentação desses alimentos se tornou possível devido a uma adaptação evolutiva do trato digestório dos micos e saguis, propiciando melhor eficiência para sua digestão (BICCA-MARQUES et al., 2006). Nash (1986) descreveu que a necessidade desses animais em fermentar os alimentos pode predispor a problemas digestivos quando mantidos em criadouros científicos sob cuidados humanos, sendo a gomivoria, um item alimentar importante para o seu bem-estar.

3.4 MORFOLOGIA DENTÁRIA E CORRELAÇÕES COM A DIETA

Segundo Ankel-Simons (2007), as tentativas de correlacionar a morfologia dentária com a dieta têm sido numerosas. No entanto, informações detalhadas sobre as dietas de PNH são esparsas e, muitas vezes, apenas registra observações breves e de curto prazo. Seria necessário adquirir vários anos de dados anuais com registros de mudanças sazonais por mais tempo e para muitas populações de primatas para associar a morfologia dentária a dietas particulares com precisão. Ressalta-se que o tamanho do corpo e a dieta estão correlacionados entre si. Animais, incluindo primatas com uma dieta baseada em vegetais, são frequentemente maiores do que os animais que incluem proteína animal em seu repertório alimentar. Alimentos diferentes fornecem diferentes quantidades de energia e não são apenas os dentes de um animal, mas todo o seu trato digestivo (por exemplo, glândulas salivares, área intestinal e bactérias digestivas) que possuem diferenças importantes concernentes à ingestão e digestão de alimentos. Animais menores geralmente requerem alimentos mais eficientes em termos de energia que são ricos em proteínas (como insetos) do que os animais maiores (MARTIN, 1990).

A Figura 2 fornece uma visão geral dos fundamentos do dente. Assim como todos os mamíferos, os primatas possuem dois conjuntos de dentes: os do maxilar e os pré-maxilares (ou dentes superiores) e os mandibulares ou (dentes inferiores). Cada dente tem duas principais partes funcionais, a coroa acima da gengiva, e a raiz ou, várias raízes, abaixo a linha da gengiva.

FIGURA 2 - A) TERMOS DE ORIENTAÇÃO APLICÁVEIS AOS DENTES. OBSERVE OS INCISIVOS NO PRÉ-MAXILAR (TAMBÉM CONHECIDO COMO INTERMAXILAR). B) HISTOLOGIA BÁSICA DO DENTE (INCISIVO).



FONTE:
SIMONS

ANKEL-
(2007).

As especializações dentárias e dos ossos do aparato mastigatório, o arranjo do músculo da mandíbula e a estrutura das garras dos *Callithrix* permitem escarificar os troncos e provocar lesões dentro de frutos (VINYARD e RYAN 2006; TAYLOR et al., 2009).

Baseado no grau de especialização da dentição, Rylands e Faria (1993) sugerem que as espécies do gênero *Callithrix* possam ser categorizadas em três grupos: *Callithrix jacchus* e *C. penicillata*, mais exsudatívoros; *C. kuhlli* e *C. geoffroyi*, exsudatívoros intermediários; e *C. aurita* e *C. flaviceps*, pouco exsudatívoros (com especializações dentárias menos desenvolvidas para a exsudativoria).

3.5 ALIMENTAÇÃO EM VIDA LIVRE

Os calitriquídeos apresentam uma estratégia generalista em termos de exploração de recursos alimentares. São considerados “otimizadores” de energia, sendo que o seu pequeno porte permite uma dieta variada, incluindo principalmente frutos, invertebrados e exsudatos de plantas (como exemplo, goma), mas também podem alimentar-se de flores, brotos, botões, néctar, sementes, ovos de pequenas aves, moluscos e pequenos vertebrados (PUPE, 2010).

A tabela 1 apresenta o resumo da ecologia alimentar das diferentes espécies de calitriquídeos, chamando atenção para o item de quantidade de ingestão de gomas por grupo animal. É possível observar que as espécies do gênero *Leontopithecus* gastam em média 53% (32-78%) do seu tempo forrageando frutas maduras e 6% (6-7%) com frutas não maduras. Além disso, o tempo percentual gasto com o forrageamento de insetos, exsudatos e néctar é respectivamente 25% (14-50%), 9% (1-20%) e 7% (0-43%) (NRC, 2003).

TABELA 1- RESUMO DA ECOLOGIA ALIMENTAR DOS CALITRIQUÍDEOS.

Callithrix - Dieta dominada por gomas, insetos, frutas pode depender da localidade

Dieta: exsudatos (gomas) 45% (24-70%), frutas 16% (14-30%) forrageio de insetos 39% (30-70%), néctar na estação seca; *C. pygmaea*, exudatos (goma) 60% (30-77%), frutas 8% (0-10%), insetos 30% (20-33%).

Comportamento: diurnos, a maioria é arbóreo, multi-machos/multi-fêmeas em grupos de 1-15; *C. pygmaea*, famílias monogâmicas até quatro camadas vivendo juntas.

Peso: 182-354g fêmeas, 225-406g machos; *C. pygmaea* 112-140g fêmeas, 99-160g machos

Espécies: *C. jacchus* (sagui-de-tufo-branco), *C. flaviceps* (sagui-da-serra); *C. penicillata* (sagui-de-tufo-preto); *C. pygmaea* (sagui-pigmeu) (gênero *Cebuella*).

Referência: Coimbra-Filho e Mittermeir, 1978; Ferrari e Ferrari, 1989; Ferrari e Rylands, 1994; Ford e Davis, 1992; Ramirez, 1985; Rylands e de Faria, 1993; Silva e Downing, 1996; Soini, 1982, 1988 e 1983.

Callithrix - Dieta dominada por frutas e insetos. Gomas de importância sazonal

Dieta: 27% (24-30%) da atividade de forrageio dedicado à busca de insetos; portanto, o tempo de forrageio gasto em busca de insetos é de 56% (50-63%) frutas 33% (26-37%) e exsudatos (goma 11%-5-16%) quando há escassez de frutas.

Comportamento: diurno a maioria arbóreo, grupos de multi-machos e multi-fêmeas de 3-20 indivíduos.

Peso: 190-320g fêmeas, 357-450g machos; *C. nigriceps* (370g machos; 390g fêmeas).

Referências: Ferrari, 1993; Ferrari e Ferrari, 1989; Ferrari e Rylands, 1994; Ford e Davis 1992, Harrison e Tardif, 1994; Koenig, 1995; Muskin, 1984; Rylands, 1993; Stevenson e Rylands 1988.

Espécies: *C. argentata* (sagui-branco); *C. aurita* (sagui-da-serra-escuro), *C. geoffroyi* (sagui-de-cara-branca), *C. humeralifera* (sagui-de-santarém), *C. kuhlii*, *C. mauesi*, *C. nigriceps*.

Leontopithecus - Dieta dominada por frutas e insetos e gomas de importância sazonal

Dieta: frutas maduras 53% (32-78%), forrageio por insetos 25% (14-50%) do tempo da alimentação, fruta madura 6-7%, exsudatos (gomas) 9% (1-20%), e néctar 7%(0-43%).

Comportamento: diurnos, a maioria é arbóreo, pares de multi-machos/multi-fêmeas de 2-3 adultos/grupo 2-16 total.

Peso: 361g-794g fêmeas /437-710g machos

Espécies: *L. caissara* (mico-leão-cara-preta); *L. chrysomelas* (mico-leão-cara-dourada); *L. chrysopygus* (mico-leão-preto); *L. rosalia* (mico-leão-dourado).

Referências: Abernaz, 1997; Butynski, 1982; Dietz et.al, 1997; Ferrari e Ferrari, 1889; Ford e Davis, 1992; Rylands, 1993; Tardif et.al, 1993.

Callimico - Dieta dominada por frutas e insetos, gomas e néctar de importância sazonal

Dieta: os insetos de espécies variadas são alimentos preferidos, além de frutas suaves e doces da estação úmida, folhas jovens, dieta similar a *Saguinus* spp., algumas vezes vivem com grupos mistos.

Comportamento: diurnos, a maioria é arbóreo, pares monogâmicos, grupos de 2-8 indivíduos.

Peso: 400-535g

Espécie: *Callimico goeldi*.

Referências: Ford e Davis, 1992; Heltne et al., 1981; Mittermeier e Coimbra-Filho, 1997; Pook e Pook, 1981, 1982.

Saguinus - Dieta dominada por frutas e insetos, gomas e néctar de importância sazonal

Dieta: insetos 45% (30-77%), frutas 35% (13-74%), exsudatos 10% (0-37%), néctar 7% (0-35%), folhas jovens 35%, sementes 34-8% das atividades totais de forrageio por insetos, 17% plantas.

Comportamento: diurnos arbóreos, grupos multi-machos/multi-fêmeas 2-16 indivíduos, *S. imperator* e *S. midas*, multi-machos/multi-fêmeas, porém, somente uma fêmea reproduz.

Peso: 272-600g fêmeas, 242-633g machos

Espécies: *S. bicolor* (sagui-de-cara-nua), *S. fuscicollis*, *S. geoffroyi* (sagui-de-cara-branca), *S. imperator* (sagui-de-bigode), *S. inustus*, *S. labiatus* (sagui-de-boca-branca), *S. leucopus*, *S. midas* (sagui-preto-de-mão-amarela), *S. mystax* (sagui-de-boca-branca), *S. nigricolis*, *S. tripartitus*.

Referências: Crandlemire-Sacco, 1988; Egler, 1992, Ferrari e Ferrari, 1989; Ford e Davis, 1992; Garber, 1984, 1988, 1993a,b; Harrison e Tardif, 1994; Lopes e Ferrari, 1994; Packet et al., 1999, Peres, 1993a; Ramirez, 1985a,b; Skimer, 1985; Silva e Downing, 1995; Soini, 1987; Terborgh, 1983.

FONTE: Guia de Manejo da EAZA para Calitriquídeos- 2nd edição (2010), adaptado de Nutrient Requirements of Nonhuman Primates (2003).

3.6 EXSUDATOS E DIGESTÃO DE GOMA

A exsudativoria consiste na alimentação de exsudatos vegetais, preferencialmente, de goma, que é obtida através da perfuração de troncos de árvores com os dentes anteriores dos saguis. Esta atividade é conhecida como escarificação e tem por objetivo induzir o fluxo de exsudatos (VINYARD et al., 2009). Os exsudatos vegetais constituem um recurso estável, renovável e disponível durante o ano todo (FERRARI et al., 1993; RYLANDS e FARIA, 1993), sendo consumidos por, pelo menos, 69 espécies de PNH, principalmente pelas espécies que pertencem à família Calitrichidae (SMITH, 2010). Tal recurso alimentar é composto por água e rico em teor energético, apresenta alta concentração de carboidratos e fibras além de baixa concentração de

proteínas, lipídeos, vitaminas; porém, fornece alguns minerais, em especial o cálcio (STEVENSON e RYLANDS, 1988; LAMBERT, 1998), que permite suprir o custo reprodutivo para as fêmeas de calitriquídeos durante a gestação (de gêmeos) e a lactação, períodos de grande perda de cálcio, suprindo também as necessidades energéticas em épocas de escassez de outros alimentos (GARBER, 1993). Apesar da carência de estudos relacionados com a digestão da goma, este é um item alimentar que, muitas vezes, é considerado como não digerível pela maioria dos vertebrados, pois contém tipicamente polissacarídeos complexos, de baixa digestibilidade, sendo necessária a fermentação por microrganismos entéricos para obtenção de energia (MONKE, 1941; HOVE e HERNDON 1957; POWER e OFTEDAL, 1996).

Para Coimbra-Filho e Mittermeier (1977), os saguis são os calitriquídeos mais propensos a se alimentarem de goma e baseiam sua dieta em até 70% em exsudatos vegetais devido às suas adaptações morfológicas. Sussman e Kinzey (1984) classificaram as espécies de *Callithrix* como gomívora-insetívoras, devido à grande utilização de goma e artrópodes em sua dieta. Segundo Alonso e Langguth (1989), alguns saguis têm sido observados alimentando-se, preferencialmente, de goma durante a estação seca, alimentação caracterizada pela escassez dos frutos e presa animal. Por outro lado, Nash e Burrows (2010) descreveram que os saguis (*Callithrix* spp.) são considerados consumidores obrigatórios de exsudatos, pois se alimentam destes, geralmente em todas as estações do ano e diariamente. Desta maneira, essa característica permite que essas espécies habitem ambientes mais secos e mais severos (NASH, 1986). Sendo assim, os exsudatos são um importante recurso alimentar para o gênero *Callithrix*, que baseia a maior parte de sua dieta em goma (FERRARI, 1988; NASH e BURROWS, 2010).

Existem quatro tipos principais de exsudatos estruturais, química e nutricionalmente distintos uns dos outros (STEVENSON e RYLANDS, 1988; LAMBERT, 1998).

i) Resinas: produzidas nos canais de resina pelas coníferas e algumas angiospermas tropicais. São derivadas de fenóis e terpenos, metabólitos de plantas. Insolúveis em água. Seu consumo por qualquer outra espécie de PNH é desconhecido.

ii) Goma: possui uma fração solúvel em água e é rica em carboidratos complexos compostos de polissacarídeos multi-ramificados e sem amido. As gomas não contêm gordura nem vitaminas, mas algumas possuem uma pequena fração de proteína (0.5%-35% por peso) e, com frequência, contêm quantidades significativas de minerais nutricionalmente importantes, como o cálcio, o magnésio e o potássio (GABER, 1993). Muitas famílias de angiospermas tropicais produzem gomas; algumas coagulam e formam uma massa gelatinosa ou sólida. São prontamente consumidas pelos calitriquídeos e alguns outros primatas.

iii) Seivas: exsudado de xilema e floema; todas as árvores produzem seiva. São solúveis em água e ricas em carboidratos simples e relativamente fáceis de digerir.

iv) Latex: similar à goma, mas branco-leitoso, amarelo ou vermelho. Contêm terpenos, taninos e elementos resinosos, bem como pequenas quantidades de proteínas e açúcares não redutores. Raramente é consumida por primatas. O látex se torna semelhante à borracha ou sólido quando exposto ao ar.

A goma é um dos diferentes tipos de exsudatos produzidos como mecanismo natural de defesa por várias espécies de plantas, especialmente as de regiões semi-áridas. Ao sofrer algum tipo de lesão/dano na casca, a planta secreta uma solução aquosa de goma para fechar o local, evitando assim, infecções e/ou desidratação (PUPE, 2010). Ao entrar em contato com o ar e a luz solar, depois de algumas poucas horas, a solução enrijece, formando uma massa sólida, dura e de aspecto vítreo. Sua coloração, que geralmente é âmbar, tem variações que depende da espécie produtora (FRANCISCO et.al., 2015).

A matéria seca dos exsudatos é basicamente composta de polissacarídeos não amiláceos, que é geralmente processado (parcialmente fermentáveis) indiretamente pelos mamíferos. Assim como os polissacarídeos não-amiláceos a digestão das gomas é realizada por fermentação microbiana em compartimentos dentro do trato gastrointestinal, onde a digesta é retida por tempo suficiente para permitir o desenvolvimento dos microrganismos envolvidos. Mamíferos com pequeno tamanho corporal, particularmente com menos de 500 gramas, como os calitriquídeos, apresentam alta necessidade energética que está associada com a rápida perda de calor devido à grande área relativa de superfície corporal que possuem (HUME, 1989).

O consumo de exsudatos por espécies de primatas se dá de maneira oportunista ou especialista. As espécies especialistas são exploradores obrigatórios de exsudatos (NASH, 1986). A escassez de recursos alimentares representa uma das principais pressões seletivas, determinando adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais (POWER e OFTEDAL 1996; LAMBERT, 1998). A aquisição de energia presente nos alimentos é o desafio principal para todos os animais (FRANCISCO et al., 2015). Assim, PNH não consomem alimentos aleatoriamente, em geral eles desenvolvem uma preferência por certos recursos (LAMBERT 1998).

Durantes a abertura de orifícios à procura de gomas ou em resultado de danos numa árvore a goma, muitas vezes, mistura-se com a seiva. Todos os calitriquídeos, em uma maior ou menor extensão, consomem, por esta razão, gomas e seivas. Apenas os gêneros *Callithrix* e *Cebuella* se alimentam excepcionalmente de látex (STEVENSO e RYLANDS, 1988; GARBER, 1993).

A vantagem da exsudativoria para os saguis se deve a um recurso estável, renovável e disponível o ano todo (FRANCISCO et al., 2015). Apesar de poucos estudos relacionados com a digestibilidade da goma, elas são muitas vezes consideradas como não digeríveis para a maioria dos vertebrados (MONKE 1941; HOVE e HERNDON, 1957). O látex é semelhante à goma; porém, é menos solúvel em água e possui baixo teor de proteínas e açúcares, sendo por isso raramente consumido por primatas (NASH, 1986).

Heymann e Smith (1999) sugerem que o padrão temporal da alimentação com goma pode ser um mecanismo comportamental para aumentar o tempo de permanência intestinal da goma. Os autores verificaram que indivíduos das espécies *Saguinus mystax* e *S. fuscicollis* concentravam sua ingestão de goma ao final da tarde, pouco antes de se recolherem para dormir. Assim, é aconselhável que goma seja ofertada em horário que seja possível mantê-la no trato intestinal durante a noite, quando a taxa de passagem pode ser mais lenta devido à diminuição da taxa metabólica (BRUNNER, 2017).

Ainda que grandes esforços de pesquisa tenham sido realizados, principalmente na década de 80, o conhecimento sobre a gomivoria em primatas é mal compreendida. Muito do que se sabe atualmente é decorrente de estudos publicados focados,

principalmente, na investigação das especializações morfológicas para a realização dos orifícios e obtenção de goma (FRANCISCO et al., 2015).

Em linhas gerais, podemos afirmar em consultas no site do *Food and Drug Administration* (FDA) que a goma arábica oferece inúmeros benefícios para a saúde e para a nutrição animal, pois é uma fibra suave com alta tolerância digestiva, o que evita possíveis desconfortos intestinais. Considerando ainda os principais benefícios, podemos citar: efeito prebiótico; produção de ácidos graxos de cadeia curta; estimulação de bactérias saudáveis; propriedades anti-inflamatórias; restauração de impermeabilidade intestinal; modulação da glicemia, visto que é um hidrato de carbono não digestível, que apresenta um índice glicêmico praticamente nulo; baixo valor calórico, entre 1 e 2 kcal/grama; além da habilidade da goma acácia de aumentar significativamente a absorção de água e minerais.

3.7 ALIMENTAÇÃO EM CRIADOUROS CIENTÍFICOS

Para calitriquídeos a goma é parte essencial da sua dieta na natureza, particularmente em períodos quando outros itens alimentares são escassos. Em criações científicas a oferta de um alimento substitutivo de exsudados naturais, tais como a goma-arábica pode não ser uma necessidade nutricional, desde que todos os nutrientes necessários estejam presentes em quantidades suficientes nas outras porções da dieta. Pode, contudo, ser considerado uma necessidade comportamental e as trocas digestivas bioquímicas presentes na goma, serem importantes. Algumas instituições acreditam que a inclusão da goma na dieta pode combater a Síndrome do Emagrecimento Progressivo (SEP), apesar de faltarem ainda dados suficientes para apoiar esta hipótese. A goma arábica pode também ser oferecida de forma eventual a outras espécies de callitriquídeos, como uma forma de variedade nutricional e de enriquecimento comportamental. Durante o estudo da digestibilidade da goma, Power e Oftedal (1996) ofereceram goma-arábica a um nível de 9% da matéria seca da dieta. Esta foi prontamente consumida pelos saguis melhorando sua capacidade digestiva (fermentação).

Fornecer goma a calitriquídeos em criadouros é uma maneira relativamente simples de suplementar as dietas com nutrientes essenciais. Segundo Price (1992),

algumas espécies de calitriquídeos, notadamente *Saguinus bicolor* e *Callithrix geoffroyi*, exibiram problemas de saúde em criações animais que podem resultar em parte de fatores nutricionais. As gomas podem, portanto, ser uma forma de suplementar dietas cativas para garantir que as necessidades nutricionais, especialmente de energia e cálcio, sejam atendidas. As gomas contêm proporções relativamente altas de cálcio (GARBER, 1984; NASH, 1986); estudos recentes sugeriram que os saguis da espécie *Callithrix jacchus*, particularmente fêmeas em lactação, têm preferência por soluções de cálcio em vez de água (POWER et al., 1996). Isso pode indicar uma necessidade específica desse mineral na dieta.

Uma análise dos efeitos da mudança na dieta com a inclusão diária de goma arábica e condutas de manejo sobre a saúde de saguis procedentes de Geoffroy, zoológico de Jersey/Estados Unidos, constatou uma drástica redução de doenças, inclusive a SEP, bem como redução da mortalidade em filhotes e desmineralização óssea em fêmeas. Neste estudo, as ocorrências de diarreia e SEP diminuíram em frequência por animal, por ano, em 5% e 18%, respectivamente, enquanto a mortalidade de filhotes foi reduzida a quase 30% do nível em que se encontrava antes das mudanças dietéticas.

Para minimizar o surgimento de doenças relacionadas a deficiências nutricionais, deve-se estar atento à adequada formulação da dieta. Embora rações comerciais para primatas sejam formuladas de acordo com as recomendações nutricionais existentes na literatura, as necessidades nutricionais reais de muitas espécies de símias ainda são desconhecidas, visto que cada espécie possui exigências específicas (HERRON et al., 2001).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do NRC (2003) recomendar os níveis de consumo de exsudatos para PNH da família Callitrichidae, mais especificamente sugerindo entre 1 e 20% do consumo diário de alimentos, não são encontrados trabalhos científicos que especifiquem a quantidade de goma e correlacione seus benefícios, seja como alimento ou como enriquecimento nutricional. Estudos citam os benefícios em concentrações diferentes

ofertadas; entretanto, todos se reportam à goma arábica diluída em diferentes proporções de água (COIMBRA-FILHO e MITTERMEIER, 1977).

O mesmo ocorre em instituições de pesquisa e/ou conservação animal, que relatam proporções de consumo de goma diluída em água e aceitas pelos animais; no entanto, especificando a livre oferta em dias específicos ou ainda, alternados. Mediante a falta de padronização do manejo alimentar envolvendo um ingrediente que faz parte da ecologia alimentar destas espécies, faz-se necessário quantificar o consumo de gomas e seus impactos em animais cativos, uma vez que correlacionar gradativamente o consumo e seus benefícios nutricionais para o animal, pode ser uma grande contribuição para a recuperação da saúde intestinal (quando houver necessidades específicas de regulação de microbiota), manutenção de nutrição adequada e, com isso, reprodução de espécies, com possibilidade de contribuir em programas de conservação.

CAPÍTULO II - INCLUSÃO DE GOMA ARÁBICA EM UM ALIMENTO COMPLETO INDUSTRIALIZADO PARA CALITRIQUÍDEOS

RESUMO

Os micos são primatas não humanos da família Callitrichidae, gênero *Leontopithecus*, classificados como frugívoros-insentívoros, pois se alimentam de frutas, flores e exsudatos de plantas. Quando mantidos sob cuidados humanos, esses animais recebem variados tipos de dietas, que raramente seguem um padrão, ou possuem pouco embasamento técnico-científico. Em vida livre, na ecologia alimentar desses animais, pode-se constatar que os exsudatos fazem parte da alimentação diária. Em criadouros científicos foram verificados benefícios nutricionais com o consumo de goma arábica, fornecidas como enriquecimento ambiental. Tal item é capaz de estimular bactérias saudáveis, apresentar efeito prebiótico, propriedades anti-inflamatórias e restaurar a impermeabilidade intestinal. Este trabalho avaliou o consumo regular de ingestão da goma arábica incluída em uma ração consumida rotineiramente. A ração foi desenvolvida considerando a inclusão de 10% de goma arábica em sua composição. Foram utilizados ao total de 12 animais, distribuídos em cinco unidades experimentais (recintos), sendo quatro recintos com dois indivíduos cada e um recinto com quatro indivíduos. O estudo do delineamento foi feito por crossover 2x2, programa de análise utilizado foi o Past4, com análise de variância comum e nível de significância $<0,05$. O experimento foi realizado em dois períodos sucessivos. Cada período experimental teve no total 12 dias, sendo sete dias de adaptação e cinco dias para coleta de dados, com a inversão do tipo de ração, ou seja: no período 1 os recintos 1, 2 e 3 receberam ração sem goma e os recintos 3 e 4 receberam ração com goma; no período 2, esses tratamentos foram invertidos (1, 2 e 3 com goma e recintos 3, e 4 sem goma). A análise de resultados mostrou que não houve diferença estatística entre os tratamentos 1 e 2, afirmando que é possível incluir a goma arábica e ofertar a possibilidade dos benefícios da goma arábica para esses animais, estando ela inclusa em um alimento completo industrializado, sem que haja impactos significativos no consumo de alimento pelos animais.

Palavras-chave: alimento completo para primatas, goma arábica, ração de primatas.

**INCLUSION OF GUM ARABIC IN AN INDUSTRIALIZED COMPLETE FOOD FOR
CALLITRICHIDS
ABSTRACT**

Tamarins are nonhuman primates of the Callitrichidae family, genus *Leontopithecus*, classified as frugivores-insentivores, as they feed on fruits, flowers and plant exudates. When kept under human care, these animals receive different types of diets, which rarely follow a pattern, or have little technical-scientific basis. In free-living conditions, in the feeding ecology of these animals, it could be seen that the exudates are part of the daily diet. In scientific creations, nutritional benefits were verified with the consumption of gum arabic, provided as environmental enrichment. Such an item is able to stimulate healthy bacteria, have a prebiotic effect, anti-inflammatory properties and restore intestinal impermeability. This work evaluated the regular intake of gum arabic included in a ration, since the industrialized complete food is a routinely consumed food. This work evaluated the regular intake of gum arabic included in a food chow, since the industrialized complete food is a routinely consumed food. The feed was developed considering the inclusion of 10% gum arabic in its composition. A total of 12 animals were used, distributed in five experimental units (enclosures), four enclosures with two individuals each and one enclosure with four individuals. The design study was carried out by 2x2 crossover, the analysis program used was Past4, with common analysis of variance and significance level <0.05 . The experiment was carried out in two successive periods. Each experimental period had a total of 12 days, seven days for adaptation and five days for data collection, with the inversion of the type of feed, that is: in period 1, enclosures 1, 2 and 3 received feed without starch and enclosures 3 and 4 received food with gum; in period 2, these treatments were reversed (1, 2 and 3 with gum and enclosures 3, and 4 without gum). The analysis of results showed that there was no statistical difference between treatments 1 and 2, stating that it is possible to include gum arabic and offer the possibility of the benefits of gum arabic for these animals, as it is included in a complete industrialized food, without any significant impacts on feed intake by animals.

Keywords: complete primate food, gum arabic, primate chow.

CAPÍTULO II - INCLUSÃO DE GOMA ARÁBICA EM UM ALIMENTO COMPLETO INDUSTRIALIZADO PARA CALITRIQUÍDEOS

1. INTRODUÇÃO

Os primatas são os únicos entre os mamíferos que têm diferenças nas características do trato gastrintestinal (TGI) dentro da sua própria ordem (CHIVERS e HLADIK, 1980). Descrições dos sistemas digestivos de primatas têm sido derivadas de necropsias específicas para identificar essas diferenças (STEVENS e HUME, 1995). As distinções anatômicas influenciam as preferências alimentares e conseqüentemente, os processos físicos (aquisição de alimento, ingestão, maceração e deglutição) e químicos (digestão) de utilização de nutrientes. Contudo, embora haja diferenças quanto ao comportamento animal e especializações do TGI, dados sobre a fisiologia digestiva são normalmente obtidas de estudos procedentes de criadouros científicos (BAUCHOP, 1978) que apontam similaridades em outros aspectos da fisiologia que também influenciam as exigências nutricionais.

Segundo informações relatadas por Taveira et al. (2010), para o desenvolvimento de um programa de manejo alimentar adequado para animais sob cuidados humanos, informações como, comportamento alimentar natural e composição nutricional dos alimentos consumidos em vida livre são de extrema importância. É comum que programas de alimentação para animais de criações científicas sejam desenvolvidos, baseando-se apenas nos hábitos alimentares naturais; porém, quando se faz uma revisão de literatura, nota-se que publicações sobre ecologia alimentar, informam apenas o alimento que é ingerido, muitas vezes faltando informações, tais como, a parte do alimento (casca, polpa e semente) que é ingerida, quantidade, importância do alimento dentre todos os consumidos, composição nutricional e o papel fisiológico dos diferentes alimentos consumidos (ROBBINS, 1983).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 PRINCÍPIOS ÉTICOS

O experimento foi aprovado pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO, número 82712-1 e Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Paraná/UFPR, número 018/22.

2.2 LOCAL DE ESTUDO

O estudo foi realizado no criadouro conservacionista Criadouro Onça Pintada, no município de Campina Grande do Sul, Paraná, mantido pela Associação de Pesquisa e Conservação da Vida Silvestre, que tem como objetivo sustentá-lo e ampliá-lo dentro dos padrões de qualidade exigidos pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), colaborando com a preservação e perpetuação da fauna e da flora silvestres do país.

Os recintos para alojamento dos animais eram equipados com poleiros naturais, arbustos, cordas, grama e uma pequena piscina artificial, com tamanhos e espaços condizentes à espécie, sendo inclusive, um exemplo de cuidados visando o bem-estar animal. Possui uma área fechada, chamada cambamento, contendo caixa de madeira suspensa (simulando uma pequena casa), com aquecimento elétrico, poleiros, comedouro e bebedouro (recipiente com reposição automática de água). Essa área podia ser fechada e utilizada para manter os animais durante o manejo de limpeza dos recintos, tal como possuía fácil abertura para o livre acesso à área aberta, onde os animais passavam a maior parte do dia.

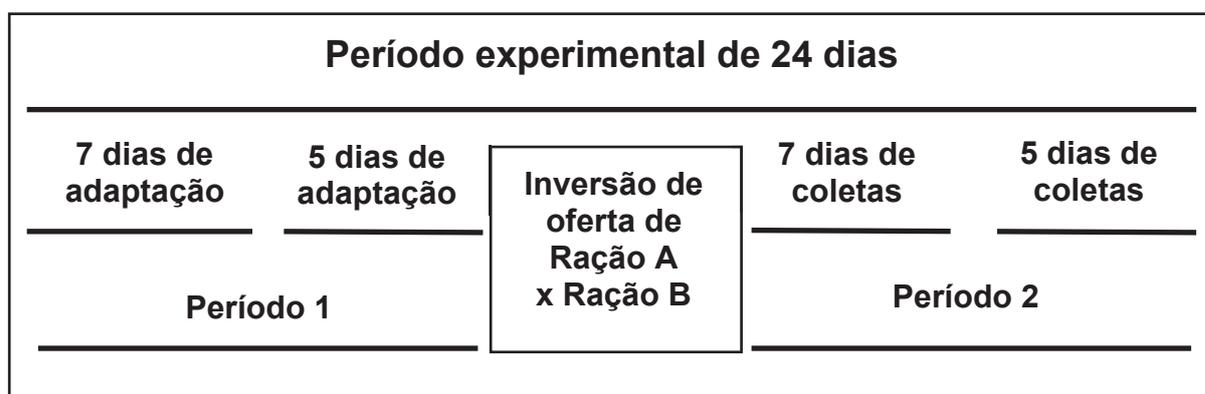
2.3 ANIMAIS E TRATAMENTOS

Foram utilizados 12 animais, do gênero *Leontopithecus*, sendo dez adultos em manutenção/reprodução e dois filhotes, sem nenhuma alteração clínica aparente, divididos em cinco unidades experimentais, sendo cada recinto considerado como uma unidade experimental, distribuídos da seguinte forma: seis animais da espécie *Leontopithecus chrysopygus* (mico-leão-preto), sendo dois no recinto 1, pesando 735 e 750 gramas e, outros quatro animais no recinto 2, com peso de 370, 400, 730 e 765 gramas cada; 4 animais da espécie *Leontopithecus rosalia* (mico-leão-dourado), sendo

dois exemplares no recinto 3, com 570 e 595 gramas cada e outros dois animais no recinto 4, com pesos de 635 e 685 gramas cada; dois animais da espécie *Leontopithecus chrysomelas* (mico-leão-preto-da-cara-dourada), no recinto 5, com 550 e 620 gramas cada um.

Os tratamentos foram divididos em grupo controle, ração SEM goma arábica (ração 1) e grupo teste, ração COM goma arábica (ração 2), ofertados em dois períodos sequenciais, de 12 dias cada um (sete dias de adaptação + cinco dias de coleta de dados), da seguinte forma: No período 1, os recintos 1, 2 e 3 receberam a ração SEM goma e os recintos 3 e 4 receberam a ração COM goma. Em seguida, os tratamentos foram invertidos, dando início ao período 2, com os recintos 1, 2 e 3 recebendo a ração do grupo teste e recintos 3 e 4 recebendo ração do grupo controle, conforme a figura 3.

FIGURA 3 - DESENHO EXPERIMENTAL



FONTE: O autor (2022)

2.4 DIETA EXPERIMENTAL

Existe uma literatura escassa no tocante à definição dos requisitos nutricionais de uma única espécie de primata em todas as fases da vida. Isto se deve ao crescente número de espécies símias ameaçadas de extinção (aproximadamente 60%) ou em declínio populacional (75%), resultado da pressão antropogênica sobre os primatas e seus *habitats* (ESTRADA et al., 2017). Por se tratar de um experimento onde foram utilizadas espécies vulneráveis do ponto de vista de conservação, foram considerados

estudos de campo para desenvolver a ração experimental, visto que conhecer somente as principais fontes alimentares não permite a formulação correta de uma dieta em uma criação científica, pois as exigências nutricionais ainda são desconhecidas (NRC, 1978).

Segundo o National Research Council (NRC, 2003), a elaboração de uma ração integra os hábitos dietéticos naturais, a morfologia digestiva, a fisiologia e os requerimentos nutricionais do animal com as características físicas e nutritivas dos alimentos, com o objetivo de preparar uma dieta que será ingerida em quantidades suficientes para satisfazer as necessidades nutricionais. Depois de conhecidas as necessidades nutricionais e energéticas da espécie, a maneira correta de atendê-las é formular uma dieta completa. Como os nutrientes estão dispostos de forma heterogênea entre os alimentos, às vezes é necessário combinar uma grande variedade de alimentos para que este objetivo seja alcançado, a fim de impedir o surgimento de deficiências nutricionais, prevenir moléstias infecciosas e parasitárias e favorecer a reprodução (DINIZ, 1997).

A partir das quantidades dos alimentos fornecidos, é possível observar o quanto de nutrientes está sendo ofertado aos animais e comparar esse quantitativo com a exigência nutricional do animal mais parecido com a sua fisiologia digestiva (NRC, 2003). Desta forma, foi feito o levantamento das dietas ofertadas aos calitriquídeos do Zoológico de Guarulhos (São Paulo, Brasil) e validadas pela Associação de Zoológicos e Aquários do Brasil (AZAB) no decorrer dos últimos 20 anos, baseando-se no histórico de eficiência reprodutiva por mais de 20 anos.

Conforme observado por Knapka (2000), muitos fatores influenciam as estimativas de necessidades de nutrientes, incluindo genética, estágio do ciclo de vida, ambiente de criação, presença de estresse, quantidade de alimentos consumidos, biodisponibilidade de nutrientes, perda de nutrientes entre a formulação da dieta e consumo e critérios de adequação nutricional.

O levantamento de dados do Zoológico de Guarulhos está representado na tabela 2, onde estão especificadas as quantidades de alimentos ofertados diariamente aos animais (em gramas de matéria natural e matéria seca), assim como os percentuais de nutrientes por item alimentar e na dieta total. Em linhas gerais, a dieta contém frutas, legumes, fontes de proteína como ovos e carne, insetos e ração comercial. Após análise

dos dados, observou-se que os animais estavam recebendo, em matéria seca, 24,3% de proteína bruta, 11,6% de extrato etéreo, 7,3% de matéria mineral, 8,3% de fibra bruta, 1,55% de cálcio e 0,54% de fósforo.

TABELA 2 - DIETA OFERTADA AO GRUPO DE ANIMAIS DO ZOOLOGICO MUNICIPAL DE GUARULHOS.

| ALIMENTOS | QUANTIDADE | | MS | PB | EE | MM | FB | ENN | Ca | P | EM | Vit A |
|------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|-------|
| | g de MN | % de MN | | | | | | | | | | |
| Mamão | 25,00 | 20,33 | 11,2 | 0,6 | 0,1 | 0,6 | 1,8 | 8,0 | 0,02 | 0,00 | 0,31 | 1,10 |
| Laranja | 10,00 | 8,13 | 24,1 | 1,5 | 0,7 | 0,9 | 5,6 | 15,5 | 0,03 | 0,20 | 0,65 | 0,00 |
| Banana | 10,00 | 8,13 | 25,7 | 1,0 | 0,5 | 0,8 | 2,4 | 21,0 | 0,01 | 0,02 | 0,81 | 0,00 |
| Maçã | 4,30 | 3,50 | 16,1 | 0,6 | 0,0 | 0,2 | 1,3 | 15,2 | 0,02 | 0,09 | 0,53 | 0,00 |
| Batata doce | 20,00 | 16,26 | 27,2 | 1,7 | 0,2 | 1,1 | 3,0 | 21,2 | 0,03 | 0,05 | 0,82 | 8,80 |
| Goiaba | 4,30 | 3,50 | 15,0 | 1,1 | 0,4 | 0,5 | 6,2 | 13,0 | 0,04 | 0,15 | 0,54 | 0,00 |
| Pêra | 5,70 | 4,63 | 15,0 | 0,6 | 0,1 | 0,3 | 3,0 | 14,0 | 0,08 | 0,12 | 0,53 | 0,00 |
| Uva Rubi | 5,70 | 4,63 | 13,9 | 0,6 | 0,2 | 0,5 | 0,9 | 12,7 | 0,08 | 0,23 | 0,49 | 0,00 |
| Ovo cozido | 20,00 | 16,26 | 25,4 | 12,6 | 10,7 | 1,1 | 0,0 | 1,1 | 0,05 | 0,17 | 1,38 | 3,00 |
| Tenébrio | 3,00 | 2,44 | 39,0 | 19,7 | 11,3 | 1,4 | 0,0 | 6,5 | 0,05 | 0,37 | 1,88 | 0,00 |
| Grilo | 4,00 | 3,25 | 30,9 | 16,8 | 5,5 | 1,3 | 0,0 | 7,2 | 0,09 | 0,28 | 1,31 | 0,00 |
| Carne de Frango | 5,00 | 4,07 | 35,0 | 31,0 | 5,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,01 | 0,21 | 1,51 | 0,00 |
| Ração comercial | 5,00 | 4,07 | 89,0 | 25,0 | 8,0 | 8,0 | 3,0 | | 1,40 | 0,70 | 3,10 | 0,00 |
| Casca de ovo | 1,00 | 0,81 | 92,0 | 0,00 | 0,0 | 89,0 | 0,0 | 0,0 | 36,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| TOTAL | 123,0 | 100,0 | | | | | | | | | | |
| Contém MN | | 25,0 | 6,1 | 2,9 | 1,8 | 2,1 | 10,8 | 0,39 | 0,14 | 0,9 | 2,1 | |
| Contém MS | | 100,0 | 24,3 | 11,6 | 7,3 | 8,3 | 43,3 | 1,55 | 0,54 | 3,6 | 8,6 | |

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; MM: matéria mineral; FB: fibra bruta; ENN: extrativo não nitrogenado; Ca: Cálcio; P: Fósforo; EM: energia metabolizável; Vit A: Vitamina A. Dados de campo estudados para auxílio na definição dos níveis da ração experimental.

FONTE: Zoológico de Guarulhos/São Paulo (2021).

A coleta dos alimentos no Zoológico de Guarulhos foi realizada diretamente na cozinha, em dois dias distintos, durante manejo de rotina. Foram analisadas quatro dietas completas (frutos + legumes + ração + carne/ovo + insetos), obtendo-se os seguintes resultados médios, em matéria natural: 30,27% de proteína bruta; 11,97% de extrato etéreo; 6,65% de fibra bruta; 6,49% de resíduo mineral. Na tabela 3 estão detalhados os valores por coleta.

TABELA 3 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS DIETAS FORNECIDAS AOS CALITRIQUÍDEOS DO ZOOLOGICO DE GUARULHOS (SP), 2020.

| LOCAL | DATA | MS% | PB% | EE% | FB% | RM% | P% | Ca% | FDA% | FDN% |
|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-----|-------|-------|
| Zoo | 03/20 | | 27,19 | 7,92 | 9,89 | 5,19 | 0,33 | ND | | |
| GRU | | | | | | | | | | |
| Zoo | 09/20 | 23,31 | 30,25 | 15,65 | 6,49 | 8,24 | | | 24,61 | 84,28 |
| GRU | | | | | | | | | | |
| Zoo | 09/20 | 13,42 | 30 | 11,81 | 4,99 | 7,19 | | | 24,34 | 87,21 |
| GRU | | | | | | | | | | |
| Zoo | 09/20 | 23,37 | 33,62 | 12,49 | 5,23 | 5,35 | | | 33,62 | 78,74 |
| GRU | | | | | | | | | | |

FONTE: Laboratório de Análise de Alimentos, fábrica de rações, empresa Quimtia S/A, 2020.

As gomas não são nutricionalmente completas, embora possam conter quantidades significativas de sais minerais (por exemplo, cálcio, potássio, magnésio, mas não geralmente fósforo) (SMITH, 2000). Na tabela 4 estão demonstrados os resultados de análise química da goma arábica utilizada na fabricação da dieta experimental, com 3,58% de resíduo mineral, 1% de cálcio e 3.545 calorias/grama de energia bruta.

Segundo o fabricante da goma comercial incluída na ração, a definição do produto é: uma goma 100% natural, cuidadosamente selecionada e obtida a partir do exsudato dos ramos de árvores de acácia. Oferece um mínimo de 90% de fibra dietética solúvel. É um polissacarídeo de elevado peso molecular, não digestível, purificado apenas por meio de métodos físicos que não envolvem processamento químico ou modificação enzimática. A apresentação física é de um pó solto inodoro, incolor e

insípido, de coloração branco/creme; solubilidade alta e instantânea em água à temperatura ambiente; baixa viscosidade; grande estabilidade mesmo sob condições extremas (pH, calor, levedura de fermentação e armazenamento).

TABELA 4 - VALORES MÉDIOS DAS ANÁLISES BROMATOLÓGICAS RELATIVAS À GOMA ARÁBICA.

| | Unidade | GOMA ARÁBICA |
|--------------------------------|----------------|---------------------|
| Peso específico | g/ml | 0,39 |
| Umidade | % | 14,19 |
| Proteína Bruta | % | 0,89 |
| Energia Bruta | caloria/g | 3.545,00 |
| Fibra Bruta | % | Não detectado |
| Resíduo Mineral | % | 3,58 |
| Fósforo | % | Não detectado |
| Cálcio | % | 1,00 |
| Fibra Detergente Ácido | % | Não detectado |
| Fibra Detergente Neutro | % | Não detectado |

FONTE: Laboratório de Análise de Alimentos, fábrica de rações, empresa Quimtia S/A, 2022.

As amostras de dietas coletadas a campo, assim como a ração fabricada e a goma arábica, foram submetidas a análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo em hidrólise ácida (EEA), fibra bruta (FB), matéria mineral (MM), cálcio (Ca) e fósforo (P) de acordo com a AOAC (1995). A energia bruta (EB) foi determinada em bomba calorimétrica (Parr Instrument Co. model 1261, Moline, IL, USA).

O processamento industrial foi o mesmo para ambos os produtos (ração teste/com goma e ração controle/sem goma). O único ingrediente diferente na composição das rações é a inclusão da goma arábica, na concentração de 10%. A goma arábica apresenta-se comercialmente em pó, sendo a mesma adicionada à mistura da ração, durante o processo de extrusão.

A dieta experimental formulada foi analisada em laboratório de bromatologia, obtendo-se os seguintes resultados: 26,64% de proteína bruta, 9,10% de extrato etéreo, 5,71% de fibra bruta, 10,96% de resíduo mineral e 0,89% de fósforo, conforme demonstrado na tabela 5.

TABELA 5 - VALORES MÉDIOS DAS ANÁLISES BROMATOLÓGICAS RELATIVOS ÀS RAÇÕES EXPERIMENTAIS A E B.

| GRUPO | Unidade | Ração A (SEM goma) | Ração B (COM goma) |
|------------------------|---------|--------------------|--------------------|
| | | RESULTADO | RESULTADO |
| Umidade | % | 9,84 | 7,48 |
| Proteína Bruta | % | 26,64 | 26,19 |
| Extrato Etéreo | % | 9,10 | 10,03 |
| Resíduo Mineral | % | 10,96 | 7,67 |
| Fósforo | % | 0,89 | 0,81 |
| Cálcio | % | 1,53 | 1,59 |

FONTE: Resultados em matéria natural, Laboratório de Análise de Alimentos, fábrica de rações, empresa Quimtia S/A, 2022.

2.5 COLETA DE DADOS DE CAMPO

Para quantificar o consumo alimentar, os dados de alimentos foram anotados diariamente em uma planilha, na qual foram preenchidas informações relacionadas aos alimentos fornecidos, quantidade de cada item ofertado e tipo de ração. A ingestão foi calculada por meio da diferença entre o ofertado e o consumido; avaliada com a pesagem de sobra de alimentos, sendo que nos recintos com dois e com quatro animais, os dados de consumo foram divididos pelo número de animais correspondente para obtenção de valor médio. As dietas experimentais eram compostas por ração seca extrusada para primatas em manutenção, frutas e legumes.

2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental utilizado foi o *crossover 2x2*, considerando períodos sucessivos de cinco recintos por tratamento. Cada período experimental compreendeu sete dias de adaptação, seguidos de cinco dias para coleta de dados, com a inversão do

tipo de ração (com e sem goma arábica) após finalizado o período 1 e iniciado o período 2.

O programa de análise utilizado foi o Past4, com análise de variância comum e nível de significância $<0,05$.

3. RESULTADOS

Embora os valores numéricos da quantidade consumida de ração com goma, tenham apresentado um número menor (10,6 gramas/animal/dia) em relação ao consumo de ração sem goma arábica (13,1 gramas/animal/dia), pode-se observar na tabela 6, que não houve diferença estatística entre eles.

TABELA 6 - INGESTÃO DE ALIMENTOS NA MATÉRIA NATURAL. DADOS COLETADOS DURANTE A FASE DE EXPERIMENTAÇÃO (GRAMAS/ANIMAL/DIA).

| INGREDIENTES | COM GOMA ¹ | SEM GOMA ² | PROBABILIDADE | EPM |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|-------------|
| | (gramas/animal/dia) | | | |
| Ração experimental | 10,65 | 13,14 | 0,17 | 0,87 |
| Banana | 28,75 | 27,00 | 0,36 | 0,87 |
| Laranja | 0,75 | 1,80 | 0,37 | 0,52 |
| Maça | 20,00 | 20,00 | 0,99 | 0,00 |
| Mamão | 26,25 | 27,00 | 0,77 | 1,18 |
| Cenoura | 1,50 | 3,60 | 0,36 | 2,66 |
| Abóbora | 7,50 | 3,60 | 0,28 | 1,69 |
| Manga | 2,25 | 6,60 | 0,27 | 1,88 |
| Batata Doce | 9,38 | 8,50 | 0,36 | 0,44 |
| TOTAL | 107,00 | 111,00 | 0,13 | 1,37 |

EPM: Erro Padrão Médio; ¹n = 4; ²n = 5.

FONTE: O autor (2022)

A quantidade de alimento ingerida, em matéria natural, por animal/dia no período em que consumiram ração sem goma foi de 116, 110, 110, 109 e 112 gramas, respectivamente, para os recintos de 1 a 5; No período em que consumiram ração COM

goma, as quantidades de ingestão foram de 40, 105, 109,0102 e 112 gramas, respectivamente nos recintos de 1 a 5, conforme mostra tabela 7.

TABELA 7 - QUANTIDADE DIÁRIA DE ALIMENTOS FORNECIDOS E RESPECTIVA INGESTÃO PELO GRUPO DE ANIMAIS DOS TRATAMENTOS COM E SEM GOMA, DURANTE A ETAPA DE EXPERIMENTAÇÃO. MÉDIA DE DADOS COLETADOS DURANTE CINCO DIAS.

| | RECINTO | TOTAL FORNECIDO | TOTAL INGERIDO | CONSUMO% |
|-------------------------|---------|-----------------|----------------|----------|
| (gramas / animal / dia) | | | | |
| SEM GOMA | R1_P1 | 133 | 116 | 87% |
| SEM GOMA | R2_P1 | 129 | 110 | 86% |
| SEM GOMA | R3_P1 | 126 | 110 | 87% |
| SEM GOMA | R4_P2 | 130 | 109 | 84% |
| SEM GOMA | R5_P2 | 130 | 112 | 86% |
| COM GOMA | R1_P2 | 130 | 109 | 84% |
| COM GOMA | R2_P2 | 120 | 102 | 85% |
| COM GOMA | R3_P2 | 130 | 112 | 86% |
| COM GOMA | R4_P1* | 126 | 40 | 32% |
| COM GOMA | R5_P1 | 120 | 105 | 88% |

P1 = período 1; P2 = período 2; R1= recinto 1; R2= recinto 2; R3= recinto 3; R4= recinto 4; R5= recinto 5. *R4_P1=Informação desconsiderada na avaliação estatística.

FONTE: O autor (2022).

A ingestão de alimentos do recinto 4, do período em que consumiram a ração COM goma, foi equivalente a 32% da quantidade ofertada, comparativamente menor que a média de 85% dos demais recintos. Na semana de coletas, os animais haviam sido transferidos desse recinto por problemas climáticos, o que pode ter interferido no consumo de alimentos. Sendo assim, os dados desse recinto foram desconsiderados na análise estatística deste trabalho.

Tratando-se da ingestão de nutrientes, conforme mostrado na tabela 8, mesmo observando a diferença numérica, para todos os resultados, não houve diferença estatística.

TABELA 8 - INGESTÃO DE NUTRIENTES NA MATÉRIA SECA A FASE DE EXPERIMENTAÇÃO.

| | COM GOMA¹ | SEM GOMA² | PROBABILIDADE | EPM |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|------------|
| PB (%) | 12,9 | 14,1 | 0,3 | 0,51 |
| EE (%) | 4,8 | 5,3 | 0,25 | 0,20 |
| ENN (%) | 76,0 | 74,2 | 0,37 | 0,94 |
| FDN (%) | 11,2 | 11,1 | 0,06 | 0,04 |
| FDA (%) | 4,6 | 4,7 | 0,13 | 0,04 |
| MM (%) | 5,0 | 5,2 | 0,43 | 0,11 |
| Ca (%) | 0,7 | 0,8 | 0,25 | 0,03 |
| P (%) | 0,4 | 0,4 | 0,34 | 0,01 |
| Ca:P | 1,7 | 1,8 | 0,14 | 0,02 |

EPM: Erro Padrão Médio; ¹n = 4 ; ²n = 5.

FONTE: O autor (2022).

Comparando o produto final da indústria, pode-se observar que a ração A (SEM goma) apresentou grânulos mais lisos, firmes e mais uniformes ao quebrar. Os tamanhos obtidos foram de 4,40 cm comprimento e 0,5 diâmetro. A ração B (COM goma) ficou mais quebradiça e os grânulos com aparência mais rugosa, de tamanho menor, com 3,82 cm comprimento e 0,5 diâmetro.

4. DISCUSSÃO

Considerando que não houve diferença estatística entre os tratamentos com goma e sem goma, para ingestão de alimentos, pode-se considerar que a concentração de 10% de goma arábica na inclusão de um alimento completo industrializado, não

influenciou negativamente o consumo pelos animais, mostrando que não houve preferência na ingestão da ração.

Ruivo e Stevenson (2017) relataram que diferente do que é comumente observado na natureza, as gomas não necessariamente precisam ser incluídas na dieta de calitriquídeos, pois já foi demonstrado que mesmo espécies especializadas podem ter uma dieta balanceada sem que consumam exsudatos. Contudo, os mesmos autores discorrem sobre a possibilidade de um ganho fisiológico, uma vez que a inclusão de gomas promove o desenvolvimento da microbiota intestinal, contribuindo, assim, para a saúde do trato digestório. Visto que neste trabalho foi constatado que não houve redução significativa de consumo de ração pela inclusão da goma arábica, vale ressaltar o benefício intrínseco de incluir esse ingrediente na ração industrial, visando manter a regularidade no fornecimento diário da goma, tal como a homogeneidade na quantidade ofertada.

Animais destinados a pesquisas biomédicas, caso sejam alimentados com uma ração nutricionalmente completa não necessitam de suplementos hortifrutigranjeiros, pois esses alimentos *in natura* diluem a densidade energética, podendo adversamente limitar o consumo de matéria seca para abaixo das necessidades (MACHADO, 2011). Esta afirmação reforça a importância deste trabalho, em que a inclusão da goma em alimentos industrializados específicos para PNH utilizados como modelos animais em experimentação, o benefício abrange uma dimensão bastante significativa do ponto de vista de segurança de resultados científicos alinhados à uma adequada manutenção de saúde e bem-estar animal, visto que os grandes centros de pesquisas detêm uma grande quantidade de calitriquídeos sob seus cuidados.

Com grandes quantidades de animais para se preocupar com o trato diário, é importante ressaltar que toda e qualquer praticidade no manejo alimentar, significa manter hábitos saudáveis, como é o caso da oferta ininterrupta de goma enquanto o animal estiver consumindo normalmente a ração. Nestas instituições, há uma maior preocupação em reduzir ao máximo a diversificação de rotinas, práticas e dietas nutricionais, pois variações externas em animais mantidos sob experimentação, podem acarretar no aumento de variabilidade dos resultados finais e trazer com isso, insegurança nas conclusões da pesquisa em questão. Segundo dados de Machado,

(2011), as mudanças na composição alimentar podem ter impactos potenciais sobre a saúde dos animais e a qualidade de pesquisa conduzida com colônias experimentais.

A ecologia alimentar não só pode, como deve ser avaliada em animais sob cuidados humanos. Dados obtidos dessa forma podem auxiliar na elucidação de questões ainda não esclarecidas sobre animais de vida livre, assim como contribuir para um melhor manejo dessas populações animais. Para tanto, faz-se necessário o fornecimento de alimentos semelhantes aos que são consumidos por indivíduos selvagens (PUPE, 2010).

Há muitos relatos de trabalhos de campo, por parte de pesquisadores, sobre o esquecimento ou a falta de tempo em ofertar alimentos na forma de enriquecimento nutricional. Sendo assim, possibilidade de ofertar de forma homogênea e regular, um produto que faz parte da ecologia alimentar desses animais, pode contribuir grandemente com o resultado de pesquisas científicas.

Sugere-se avaliar maiores concentrações (inclusões) de goma arábica em rações experimentais, uma vez que a busca é não só evitar o comprometimento do consumo pelos animais, mas também, buscar a melhoria da digestibilidade dos nutrientes considerando ofertar a goma rotineiramente, proporcionando melhor qualidade intestinal através de uma possível microbiota mais homogênea.

Do ponto de vista industrial, sugere-se uma avaliação de custo x benefício mais apurada, uma vez que o custo de fórmula aumentou em 30% quando incluída a goma arábica em sua composição. O processo de produção pode também ser impactado pela quantidade de goma adicionada, uma vez que ela é empregada como espessante alimentar nas indústrias em geral. Um processo de produção mais lento, considerando a inclusão do espessante alimentar, pode acarretar em custos fabris maiores, comparado a processo industrial padronizado, sem espessante.

Conforme previamente mencionado, quando comparadas as duas rações A e B deste estudo, observou diferença na granulação e uniformidade. Sugere-se realizar mais testes de produção para validar a quantidade máxima que pode ser adicionada sem maiores impactos.

Referente aos dados da ecologia alimentar do gênero *Leontopithecus* (NRC, 2003), o consumo de exsudatos observados em vida livre é de 1 a 20% (média de 9%) do total da dieta. Dados já citados neste trabalho mostram benefícios extrínsecos à saúde dos animais, considerando consumo diário de 9% (POWER, 2010) em goma arábica fornecida como enriquecimento nutricional.

Embora houvesse a possibilidade do consumo de goma arábica na proporção de 10% ao dia, se os animais consumissem apenas o alimento completo como única fonte de alimentação, essa realidade não foi observada em animais de centros de conservação, conforme visto no local de estudo desse trabalho. A alimentação nestes locais apresenta uma proporção de ração menor, já que há maior oferta de hortifrutigranjeiros. Considerando animais utilizados em pesquisas biomédicas, a proporção é maior de ração, algumas vezes a única dieta disponível, visto que a alimentação deve ser o mais homogênea possível.

Com a oferta de ração + hortifruti, esperava-se um mínimo de consumo de 30% em ração, ou seja, um mínimo de 3% de consumo de goma arábica. Todavia, vale lembrar que os animais apresentam preferências alimentares definidas e individuais dentro de uma mesma espécie e selecionam os alimentos dentro de padrões próprios e distintos (SÁ, 2004). Este trabalho resultou no consumo de 1,0% de goma arábica/dia, considerando que os animais consumiram em média 10,6 gramas de ração na matéria natural. Os dados de consumo de goma vão de encontro com as observações de campo feitas por Biernask (2022), em que animais mantidos em criadouros científicos receberam 1,4% de goma, em comparação ao volume da dieta total, na forma de enriquecimento nutricional. Pode-se afirmar que a inclusão da goma arábica nas proporções deste trabalho e no percentual de consumo ofertado, não contribuiu para um maior consumo de ração, resultado inicialmente esperado.

Pode-se observar que a ingestão de proteína bruta do recinto 4 foi numericamente menor que dos outros recintos, pois a média de ingestão de proteína bruta desses animais, no período 1, foi 50% menor se comparado à média de consumo de proteína dos demais recintos, para o mesmo período. Considerando que os animais deste recinto estavam passando por fase de adaptação em novo recinto, pode ter havido seleção de alimentos por parte dos animais. Esses dados vão de encontro com a

pesquisa da autora Catenacci (2008), na observação realizada sobre preferência alimentar, onde o *Leontopithecus chrysomelas*, em seu *habitat* natural, tem preferência por frutos pequenos; leves; macios; suculentos; com grande quantidade de açúcares solúveis e baixos teores de proteína e minerais.

Formular dietas para animais mantidos sob cuidados humanos é integrar os hábitos naturais, morfologia e fisiologia digestiva, necessidades nutricionais e as características físicas a composição nutricional dos alimentos a serem fornecidos, para que a dieta seja ingerida em quantidades suficientes para suprir a necessidades nutricionais dos animais. Além da dificuldade de suprir os nutrientes essenciais, outros fatores influenciam na qualidade da dieta, como biodisponibilidade dos nutrientes, palatabilidade e aceitação pelos animais (NRC, 2003).

O consumo de alimentos mais palatáveis em relação aos de pior aceitação acaba por desbalancear a dieta e a diferença na ingestão dos alimentos resulta em diferentes perfis nutricionais, o que modifica a composição nutricional idealizada e propicia o surgimento de doenças por carência (OLIVEIRA, 2002; SÁ, 2004). Além disso, em geral, a biodisponibilidade dos nutrientes em dietas de ingredientes naturais é baixa (AMMERMAN et al., 1995) e, por isso, é necessário aumentar a concentração de nutrientes acima da exigência mínima para compensar sua baixa disponibilidade. As médias de ingestão de proteína bruta observadas foram de 12,9 e 14,1, respectivamente nos períodos COM e SEM goma. Ambos foram abaixo do que recomenda o NRC (2003), que sugere níveis de requerimentos entre 15 a 22% de PB para calitriquídeos. Os valores de FDA também ficaram abaixo, com 4,6 e 4,7% (período COM e SEM goma, respectivamente), considerando o recomendado de 5% no NRC (2003). Os dados mostram um desbalanceamento da dieta, principalmente, por possível seletividade alimentar. Stasieniuk (2009) relatou uma grande variação no consumo de matéria seca em dietas experimentais para *Callithrix penicillata*, observando que a palatabilidade pode ter sido o fato principal na regulação do consumo, evidenciando a grande importância desta no consumo voluntário e no desenvolvimento de rações para os calitriquídeos.

Diante disso, uma nova sugestão deste trabalho, refere-se à tentativa de buscar estratégias alimentares que estimulem uma maior quantidade de consumo de ração por dia, tal como elaborar dietas que mantenham equilíbrio nutricional, com maior quantidade

de ingestão de ração ou que haja o manejo alimentar adequado dentro das instituições, com menor variedade de alimentos, evitando assim a prática da seletividade por parte do animal oriundo de criações científicas.

5. CONCLUSÃO

Os micos leões são capazes de consumir um alimento completo industrializado (ração) que contenha em sua composição, a goma arábica, indicando que as espécies estudadas neste trabalho podem se beneficiar da ingestão regular de exsudatos, na proporção de 10% de inclusão na ração e 1% de consumo considerando a dieta total.

Os resultados obtidos nesta dissertação proporcionam subsídios para próximas etapas do estudo, com o intuito de assegurar a saúde do referido gênero símio no que se refere aos potenciais distúrbios gastrointestinais que afetam animais mantidos e criados em instituições científicas para fins de conservação da fauna.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, C; LANGGUTH, A. **Ecologia e Comportamento de *Callithrix jacchus* (Primates: Callitrichidae) numa ilha de floresta atlântica.** Revista Nordestina de Biologia. v. 6, p. 105-137, 1989.

AMMERMAN, C.B.; BAKER, D.H.; LEWIS, A.J. (eds.). **Bioavailability of Nutrients for Animals.** Academic Press, San Diego, 441 p., 1995.

ANDRADE, A. et al. **Biologia, manejo e medicina de primatas não humanos na pesquisa biomédica.** Fiocruz, Rio de Janeiro, 472 p., 2010.

ANKEL-SIMONS, F. **Primate Anatomy: an introduction.** Elsevier Academic Press, Amsterdam, 724 p., 2007.

ASSOCIATION of OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis.** 16 ed., Washington, D.C. 1995.

AURICCHIO, P. **Primatas do Brasil.** Terra Brasilis, São Paulo, 184 p.,1995.

BAUCHOP, T. **Digestion of leaves in vertebrate arboreal folivores.** In: MONTGOMERY, G.G. (ed) *The Ecology of Arboreal Folivores*, Smithsonian Institution Press, Washington, DC, p. 193- 204, 1978.

BICCA-MARQUES, J.C. et al. **Ordem Primates.** In: REIS, N.R.; PERACHI, A.L.; PEDRO, W.A.; LIMA, I.P. (eds) *Mamíferos do Brasil*. UEL, Londrina. Cap. 5, 2006. p.101-148, 2006.

BIERNASK, V. **Nutrição e Alimentação de primatas neotropicais dos gêneros *Callithrix* E *Leontopithecus* (Callitrichidae, Primates).** Trabalho de Conclusão de Curso de Zootecnia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2022.

BRUNNER T.J.,TODDES B. (2017). **Baseline Intake Study for Four Species of Primates in Captivity: *Callithrix pygmaea*, *Nycticebus pygmaeus*, *Propithecus coquereli* and *Callithrix geoffroyi*.** In: Conference: AZA Nutrition Advisory Group, 2017, ZWNF/NAG Conference on Zoo and Wildlife Nutrition.

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. Xxx f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual de Santa Cruz/UESC, Faculdade de Ciências Biológicas, Ilhéus, Bahia, 2008.

CHIVERS, D.J.; HLADIK, C.M. **Morphology of the gastrointestinal tract of primates: comparisons with other mammals in relation to diet.** *Journal of Morphology*, v. 166, p. 337-386, 1980.

COIMBRA-FILHO, A.F.; MITTERMEIER, R.A. **Exudate-eating, and the “shorttusked” condition in *Callithrix* and *Cebuella***. In: KLEIMAN, D.G. (org) The biology and conservation of the Callitrichidae. Smithsonian Institution Press, Washington, p. 105-115, 1977.

COIMBRA-FILHO, A.F.; ROCHA, N.C.; PISSINATTI, A. **Morfofisiologia do ceco e sua correlação com o tipo odontológico em Callitrichidae (Platyrrhini, Primates)**. Revista Brasileira de Biologia, v. 40, p. 177-185, 1980.

COIMBRA-FILHO, A.F. **Situação atual do calitriquídeos que ocorrem no Brasil (Callitrichidae, Primates)**. In: MELLO, M.T. (ed) A primatologia no Brasil, v. 1. Sociedade Brasileira de Primatologia, Brasília, p.15-33. 1984.

CUBAS, Z.S; SILVA, J.C.R; CATÃO-DIAS, J.L. **Tratado de Animais Selvagens-Medicina Veterinária**. Rocca, São Paulo, 1376 p., 2006.

DINIZ, L.S.M. **Primatas em cativeiro: manejo e problemas veterinários: enfoque para espécies neotropicais**. Ícone, São Paulo, 196 p., 1997.

DOMINIQUE, C.P. **Ecology and behaviour of nocturnal primates**. London, Duckworth Press, London, 277 p., 1977.

EAZA Best Practice Guidelines for Callitrichidae. In: RUIVO, E.R.; STEVENSON, M.F. 3.1 ed., 12 p., 2017. Disponível em: <https://www.eaza.net/assets/Uploads/CCC/2017-Callitrichidae-EAZA-Best-Practice-Guidelines-Approved.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2022.

ESTRADA, A. et al. **Impending extinction crisis of the world’s primates: Why primates matter**. Science Advances, v. 3, n. 1, p. e1600946, 2017.

FERRARI, S.F.; MARTINS, E.S. **Gummivory and Gut Morphology in Two Sympatric Callitrichids (*Callithrix emiliae* and *Saguinus fuscicollis weddelli*) From Western Brazilian Amazonia**. Di American Journal of Physical Anthropology, v. 88, p. 97-103, 1992.

FERRARI, S.F. **The behaviour and ecology of the buffy-headed marmoset *Callithrix flaviceps* (O. Thomas 1903)**. 1988, 451 f. PhD thesis, University College London, London. 1988.

FERRARI, S.F. **Ecological differentiation in the Callitrichidae**. In: RYLANDS, A.B. (org) Marmosets and tamarins: systematics, ecology and behaviour. Oxford University Press, Oxford, p. 314-328, 1993.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **FDA grants citizen petition on acacia (gum arabic) as a dietary fiber**. Disponível em: <https://www.fda.gov/food/cfsan-constituent-updates/fda-grants-citizen-petition-acacia-gum-arabic-dietary-fiber>. Acesso em: 19 nov. 2022.

FRANCISCO T.M.; SILVA, I.O.S.; BOERE, V. **Exudativory in marmosets of the genus *Callithrix***. Natureza on line, v. 13, n. 5, p. 220-228, 2015..

GARBER, P.A. **Seasonal patterns of diet and ranging in two species of tamarin monkeys: Stability versus variability**. International Journal of Primatology, v. 14, n. 1, p. 1-22. 1993.

HERRON, S.; PRICE, E.; WORMELL, E. **Feeding gum arabic to New World monkeys: species differences and palatability**. Animal Welfare, v. 10, n. 3, p. 249-256, 2001.

HEYMANN E.W.; SMITH, A.C. **When to feed on gums: temporal patterns of gummivory in wild tamarins, *Saguinus mystax* and *Saguinus fuscicollis* (*Callitrichinae*)**. Zoo Biology, v. 18, p. 459-471, 1999.

HOVE, E.L.; HERNDON, F.J. **Growth of rabbits on purified diets**. Journal of Nutrition, v. 63, p. 193-199, 1957.

HUME, I.D. **Optimal digestive strategies in mammals herbivores**. Physiology Zoology, v. 62, n. 6, p. 1145-1163, 1989.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE – IUCN. **Red List of Threatened Species, 2008**. IUCN Red List Status. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/>. Acesso em: 21 mar. 2022.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (INEA).15). **Centro de Primatologia do Rio de Janeiro = Rio de Janeiro Primatology Center** / Instituto Estadual do Ambiente – Rio de Janeiro: INEA. 292 p.:il. Color. 2015. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/biodiversidade-territorio/centro-de-primatologia/>. Acesso em: 11 nov. 2022.

KNAPKA, J.J. **Factors influencing required dietary nutrient concentrations**. Laboratory Animals, v. 29, p. 7-50, 2000.

LAMBERT, J.E. **Primate digestion: interactions among anatomy, physiology and feeding ecology**. Evolution Anthropology, v. 7, p. 08-20, 1998.

LOPES, V.P.G. **Parâmetros morfológicos corporais e do tubo digestivo de saguis híbridos *Callithrix* sp. (Mammalia: Primates) sob influência da sazonalidade**. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal), Universidade Federal de Viçosa, 2017. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/18689/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em 11 nov. 2022.

LORINI, M.L.; PERSSON, V.G. **Nova espécie de *Leontopithecus* Lesson, 1840, do Sul do Brasil (PRIMATES, CALLITRICHIDAE)**. Boletim do Museu Nacional. Nova Série. Zool, Rio de Janeiro, v. 338, p. 1-13, 1990.

MACHADO, U.T.D.C. **Avaliação nutricional de diferentes rações comerciais para primatas não humanos em cativeiro utilizados na pesquisa biomédica**. 2011. 51 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2011. Disponível em: <https://uenf.br/posgraduacao/ciencia-animal/wp-content/uploads/sites/5/2016/10/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Ursula-Taveira-LZNA.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2022.

MARTIN, R. **Primate origins and evolution: a phylogenetic reconstruction**. Chapman and Hall, London, 804 p., 1990.

MITTERMEIER, R. et al. IUCN SSC (2022). **Primate Specialist Group: Report 2018-2021**. Report to the International Primatological Society (IPS), Quito, Ecuador, 9.

MONKE, J.V. **Non-availability of gum arabic as a glycogenic foodstuff in the rat**. Proceeding of the Society for Experimental Biology and Medicine, v. 46, p. 178-179, 1941.

NASH, L.T. **Dietary, Behavioral, and Morphological Aspects of Gummivory in Primates**. Yearbook of physical anthropology, v. 29, p. 113-137, 1986.

NASH, L.T.; BURROWS, A.M. **Introduction: advances and remaining sticky issues in the understanding of exudativory in primates**. In: BURROWS, A. M; NASH, L.T. (eds) The evolution of exudativory in primates. Springer, New York, p. 1-23, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrients requirements of nonhuman primates**. 2nd. The National Academy Press, Washington, 308 p., 2003.

NEYMAN, P.F. Aspects of the ecology and social organization of free-ranging cotton-top tamarins (*Saguinus oedipus*) and the conservation status of the species. In: KLEIMAN, D.G. (ed) The biology and conservation of the Callitrichidae. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, p. 39-71, 1977.

NOWAK, R.M. **Primates**. In: Walker's Mammals of the World. 6 ed. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, v. 1, p. 1166-1170, 1999.

OLIVEIRA, L. D. **Desenvolvimento e Avaliação de uma ração extrusada para primatas dos gêneros *Cebus* sp., *Callithrix* sp. e *Leontopithecus* sp**. Relatório Final do Estágio Curricular em Medicina Veterinária, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 90 f., 2002.

POWER, M.L.; OFTEDAL, A.O.T. **Differences Among Captive Callitrichids in the Digestive Responses to Dietary Gum.** American Journal of Primatology, v. 40, p. 131-144, 1996.

POWER, M. L.; MYERS, E. **Digestion in the common marmoset (*Callithrix jacchus*), a gummivore-frugivore.** American Journal of Primatology, v. 71, n. 12, p. 957-963, 2009.

POWER, M.L. **Nutritional and Digestive Challenges to Being a Gum-Feeding Primate.** In: BURROWS, A.M.; NASH, L.T. (eds) The Evolution of Exudativory in Primates, p. 25-44, 2010.

PRICE, E.C. The nutrition of Geoffroy's marmoset at the Jersey Wildlife Preservation Trust. The Dodo: Journal Jersey Wildlife Preservation Trust, v. 28, p. 58-70, 1992.

PUPE, R.C. **Avaliação do consumo de goma arábica e Guar no comportamento alimentar e peso de micos-estrela cativos (*Callithrix penicillata*).** Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde), Universidade de Brasília, Faculdade de Ciências da Saúde, 2010.

REZENDE, G.C. **Mico-leão-preto: A História de Sucesso na Conservação de uma Espécie Ameaçada.** Matrix, São Paulo, 176 p., 2014.

ROBBINS, C. T. **Wildlife Feeding and Nutrition.** Academic Press Inc., San Diego, 343 p., 1983.

RUIVO, E.B.; STEVENSON, M. **EAZA Best practice guidelines for Callitrichidae.** 3.1 ed., EAZA Executive Office, Amsterdam, 12 p., 2017.

RYLANDS, A.B.; FARIA, D.S. **Habitats, feeding ecology, and home range size in the genus *Callithrix*.** In: RYLANDS, A.R. (ed.) Marmosets and tamarins: systematics, behaviour and ecology. Oxford University Press, Oxford, p. 262-272, 1993.

RYLANDS, A.B. **Ranging behaviour and habitat preference of a wild marmoset group, *Callithrix humeralifer* (Callitrichidae, Primates).** Journal of Zoology, v. 210, n. 4. p. 489-514, 1986.

RYLANDS, A.B. et al. **An assessment of the diversity of New World primates.** Neotropical Primates, v. 8, n. 2, p. 61-93, 2000.

SÁ, L.R.M. **Síndrome do emagrecimento progressivo dos calitriquídeos – processo de má absorção semelhante à doença celíaca humanacaracterização clínica, laboratorial e anatomopatológica.** 163 f., 2004. Tese (Doutorado em Zootecnia), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade de São Paulo, 2004.

SMITH, A.C. **Influences on gum feeding in primates.** In: BURROWS, A.; NASH, L. (org) The evolution of exudativory in primates. Springer, New York, p.109-122, 2010.

STASIENIUK, E.V.Z. **Digestibilidade de dietas e avaliação de alimentos protéicos em sagüide-tufo-preto (*Callithrix penicillata*)**. 2009. 71 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, 2009.

STEVENS, C. E. AND I. D. HUME. **Comparative Physiology of the Vertebrate Digestive System**. 2 ed. Cambridge University Press, New York, 400 p., 1995.

STEVENSON M.F.; RYLANDS A.B. **The marmosets genus *Callithrix***. In: MITTERMEIER, A. (ed) Ecological and behaviour of neotropical primates. World Wildlife Foundation, Washington, p. 131-222, 1988.

SUSSMAN, R.W.; KINZEY, W.G. **The ecological role of the Callitrichidae**. American Journal of Physical Anthropology, v. 64, p. 49-419, 1984.

TAVEIRA, U.; MATOS, M.B **Manejo alimentar de primatas em cativeiro**. Revista Eletrônica Nutritime, art.107, v 7, n.2, p. 1175-1179, 2010. Disponível em www.nutritime.com.br. Acesso em 10 mar. 2022.

TAYLOR, A.B. et al. **The functional significance of jaw muscle fiber architecture in tree-gouging marmosets**. In: FORD, S.M.; PORTER, L.M.; DAVIS, L.C. (orgs) The smallest anthropoids: the marmoset/callimico radiation. Springer, New York, p. 395-409, 2009.

VINYARD, C.J.; RYAN, T.M. **Cross-sectional bone distribution in the mandibles of gouging and non-gouging platyrrhines**. International Journal of Primatology, v. 27, p. 1461–1490, 2006.

WORMELL, D.; PRICE, E. **Reproduction and management of black lion tamarins *Leontopithecus chrysopygus* at Jersey Zoo**. Dodo, v. 37, p. 34-40, 2001.