UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIBEIRÃO PRETO

ÍGOR ALVES DE SOUZA

Preferência alimentar e composição nutricional em bugios ruivos
(*Alouatta clamitans*) sob cuidados humanos

Ribeirão Preto
2019

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIBEIRÃO PRETO

ÍGOR ALVES DE SOUZA

Preferência alimentar e composição nutricional em bugios ruivos
(*Alouatta clamitans*) sob cuidados humanos

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão
Preto da Universidade de São Paulo para a
obtenção do título de Mestre em Ciências -
Área de concentração: Psicobiologia.**

Orientador: Prof. Dr. Wagner Ferreira dos Santos

Ribeirão Preto
2019

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTES
TRABALHOS, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA
FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Souza, Igor Alves de

Preferência alimentar e composição nutricional em bugios ruivos
(*Alouatta clamitans*) sob cuidados humanos. Ribeirão Preto, 2019.
54p; 30 cm

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras
de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para a obtenção do
título de Mestre em Ciências - Área de concentração: Psicobiologia.
Orientador: Wagner Ferreira dos Santos

1. Bem-estar animal, 2. Compostos voláteis, 3. Nutrição, 4. Manejo de
primatas.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Ígor Alves de Souza

Preferência alimentar e composição nutricional em bugios ruivos (*Alouatta clamitans*) sob cuidados humanos

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ciências - Área de concentração: Psicobiologia.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. (a) Dr. (a): _____
Instituição: _____
Julgamento: _____

Prof. (a) Dr. (a): _____
Instituição: _____
Julgamento: _____

Prof. (a) Dr. (a): _____
Instituição: _____
Julgamento: _____

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Wagner Ferreira dos Santos, pela orientação, apoio, conselhos, solicitude e, principalmente, confiança. Sempre encontrei no Laboratório de Neurobiologia e Peçonhas um lugar para exercitar minha capacidade científica com liberdade e acolhimento.

À banca de avaliação pela prestatividade e correções.

À CAPES, pela bolsa concedida.

À Universidade de São Paulo pela estrutura disponibilizada, por reunir pessoas com vontade de mudar, pelo ambiente acadêmico rico e incentivador.

Ao programa de Psicobiologia pelo apoio financeiro e por promover um ambiente de crescimento acadêmico.

À Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, em especial ao Departamento de Biologia, pela estrutura cedida e apoio acadêmico.

Aos Profs. Dr. Norberto Peporine Lopes e Dr. Alceu Afonso Jordão Júnior, e das Técnicas de laboratório Izabel Cristina C. Turatti e Dra. Renata Cristina Lataro pelas colaborações que permitiram a existência deste trabalho.

Às Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto e Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto pela estrutura que possibilitou colaborações essenciais para esse trabalho.

À Agilent Technologies Brasil pela colaboração com a análise elementar realizada.

À Universidade de Blumenau, pela estrutura.

À toda a equipe do Projeto Bugio, desde os bolsistas até a coordenação, pelas discussões e ajudas, teóricas e práticas, antes, durante e depois a coleta de dados.

À todos os funcionários da USP que mantêm o funcionamento da instituição, por propiciarem o ambiente de desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus colegas de laboratório, que permearam esses dois anos de trabalho, pelas discussões, ajuda e companhia.

À Dra. Marcelí Joele Rossi, pelos ensinamentos, incentivos, discussões, parcerias e amizade sempre fortes e duradouros.

Aos meus amigos de anos, que sempre fizeram minha vida melhor dentro e fora do ambiente acadêmico.

Aos novos amigos, que entraram na minha vida recentemente e mostraram que o que se inicia na academia pode compor todos os aspectos da vida.

À Vanessa Thomé (Poti), por ter sido parte essencial da elaboração, execução e escrita deste trabalho, seja direta ou indiretamente. Além disso, por engrandecer minha vida, sendo maravilhosa companheira e o amor da minha vida. Agradeço também a sua família, pelo carinho, consideração e preces.

À minha família, pelo suporte.

Aos meus pais, Silvana Alves de Souza e José Donizeti de Souza, e minha irmã, Inara Alves de Souza, pelo apoio emocional, financeiro e logístico. Por todo e carinho, suporte e conselhos. Enfim, não há adjetivos que bastem para agradecer à minha família. Sem vocês eu não seria nada.

Agradeço a todos e cada um que lute pela manutenção da ciência, da educação e do meio ambiente (o tripé sobre o qual se pauta minha formação) em tempos tão difíceis.

Não há formas possíveis de agradecer de forma satisfatória a tudo e todos que contribuíram, em diferentes níveis, para a execução deste trabalho. Por isso, espero que se sintam agradecidos e retribuídos, com a certeza de que sempre buscarei devolver, disseminar e ampliar as oportunidades e ajudas que recebi de todos os contemplados (e os não contemplados também) nessa seção.

OBRIGADO!

RESUMO

Souza, I. A. de. (2019). *Preferência alimentar e composição nutricional em bugios ruivos (*Alouatta clamitans*) sob cuidados humanos* (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

O gênero *Alouatta* é o de maior distribuição geográfica e recorrentemente elencado como o mais folívoro dos primatas neotropicais. *A. clamitans*, assim como as demais espécies do gênero, possui em sua dieta uma grande variedade de itens e espécies vegetais, se alimentando de plantas que estejam à disposição e não demandem muito forrageamento. Devido a essas características alimentares, estes animais são descritos como herbívoros generalistas. Diversas hipóteses visam elucidar como animais generalistas escolhem sua dieta. Nesse âmbito, são necessários estudos acerca de nutrição, ecologia e comportamento dos bugios para esclarecer os fatores que guiam sua preferência, e melhor compreender o comportamento alimentar do gênero e dos demais herbívoros generalistas. Para elucidar estes aspectos do comportamento dos bugios, um grupo de 25 *A. clamitans* foi testado quanto à preferência por folhas maduras de sete espécies vegetais. Os bugios se encontravam sob cuidados humanos em um criadouro científico (CEPESBI, Indaial, SC). Foram submetidos a testes de escolha por pares e de varredura de comportamento para analisar sua alimentação por folhas de *L. sativa*, *F. adhatodifolia*, *M. nigra*, *C. glaziovii*, *T. micranta*, *L. leucocephala*, e *I. edulis*. Para determinar sua preferência foi utilizada a metodologia de escolha por pares, em que todos os pares de combinações possíveis foram apresentados dez vezes para cada indivíduo (nº máximo de escolhas = 1080), e então registrado a escolha pela qual estes optavam. Amostras das plantas foram analisadas pelos métodos centesimal, SPME e ICPOES para encontrar compostos que pudessem se relacionar com a preferência dos animais. Foi possível determinar a ordem de preferência dos animais pelas plantas através do número de escolha dos pares ofertados: *L. sativa*, 832; *F. adhatodifolia*, 651; *M. nigra*, 590; *C. glaziovii*, 471; *T. micranta*, 455; *L. leucocephala*, 416 e *I. edulis*, 363. O teste de correlação de Spearman indicou correlação entre as quantidades de P, Na, Ca, surfinol (positiva), e Ba e fenólicos totais (negativa). Além de ter sido mostrado que em uma hora de alimentação os animais conseguem ingerir grande parte da necessidade diária dos nutrientes. Conclui-se que apesar de se alimentarem de uma ampla variedade de itens e espécies vegetais, os bugios ruivos possuem preferência por determinadas espécies em detrimento de outras. Ainda, diversos compostos encontrados na dieta de *A. clamitans* contribuem para essa escolha.

Palavras chave: 1. Bem-estar animal, 2. Compostos voláteis, 3. Nutrição, 4. Manejo de primatas.

ABSTRACT

Souza, I. A. de (2019). *Food preference and nutritional composition in red howler monkeys (Alouatta clamitans) under human care* (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

The genus *Alouatta* is the most widely distributed and recurrently listed as the most folivorous of the neotropicals. *A. clamitans*, like other species of the genus, has in its diet a wide variety of items and plant species, feeding on plants that are available and do not require much foraging. Due to these dietary characteristics, these animals are described as generalist herbivores. Several hypotheses aim to elucidate how generalist animals choose their diet. In this context, studies on the nutrition, ecology and behavior of howler monkeys are needed to clarify the factors that guide their preference, and to better understand the eating behavior of the genus and other generalist herbivores. To elucidate these aspects of howler monkeys behavior, a group of 25 *Alouatta clamitans* was tested for preference for mature leaves of seven plant species. Howler monkeys were under human care in a scientific breeding facility and underwent peer selection and behavioral screening tests to analyze their feeding on *L. sativa*, *F. adhatodifolia*, *M. nigra*, *C. glaziovii*, *T. micranta*, *L. leucocephala*, and *I. edulis*. To determine their preference, the peer choice methodology was used, in which all possible pairs of combinations were presented ten times for each individual (maximum number of choices = 1080), and then recorded the choice for which they chose. Plant samples were analyzed by centesimal, SPME and ICPOES methods to find biochemicals that were related to animal preference. It was possible to determine the order of preference of the animals by the plants by the number of pairs offered, as can be seen: *L. sativa*, 832; *F. adhatodifolia*, 651; *M. nigra*, 590; *C. glaziovii*, 471; *T. micranta*, 455; *L. leucocephala*, 416 and *I. edulis*, 363. Spearman's correlation test indicated correlation between the amount of Ba, P, Na, Ca, surfinol and total phenolics, and it was shown that at one hour of feeding the animals can ingest much of the daily nutrient requirement. Although they feed on a wide variety of plant species and items, it can be concluded that red howler monkeys have a preference for certain species over others and that several biochemical components contribute to this choice.

Keywords: 1. Animal welfare, 2. Nutrition, 3. Primates management, 4. Volatile compounds

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação das espécies vegetais utilizadas no estudo.....	19
Tabela 2: Comparação da quantidade (g) de alimento consumido nos quatro recintos amostrados entre as dietas do estudo e a alimentação de rotina do CEPESBI, SC. As colunas de médias individuais indicam a quantidade estimada de alimento consumido por indivíduos de mesma faixa etária. A coluna representada por “%” indica a porcentagem de alimento consumido pelos juvenis (2) em relação à quantidade consumida pelos adultos (5).	32
Tabela 3: Porcentagem de alimento consumido por sete <i>A. clamitans</i> cativos no CEPESBI, SC, relativo ao total oferecido nas diferentes dietas (“Fruta”, “Folha”, “Mista” e “Rotina”), nos quatro recintos amostrados.....	33
Tabela 4: Quantidade (g) de alimento consumido na dieta Folha, por sete <i>A. clamitans</i> cativos no CEPESBI, SC., distinguindo os recintos amostrados e as diferentes espécies vegetais presentes na dieta. “M.I.” representa a média estimada por indivíduo, separado por faixa etária.	34
Tabela 5: Ordenamento de preferência das espécies vegetais ensaiadas segundo a pontuação dada de acordo com os três critérios utilizados (grupar, individual e somatória). “Geral” indica a somatória da pontuação dos 18 indivíduos testados. “Adultos” e “Juvenis” i ndicam a somatória da pontuação de 12 e 6 indivíduos, respectivamente, correspondentes a essas faixas etárias. As linhas “Fêmeas” e “Machos” indicam a somatória da pontuação de 6 indivíduos adultos cada correspondentes a esses sexos.	35
Tabela 6: Quantidade representativa, em mg.Kg-1, das folhas utilizadas no estudo, analisadas pelo método de ICPOES. O símbolo “<” indica quantidade inferior à capacidade de detecção do espectrômetro. As letras sobrescritas na frente dos elementos indicam correlação significativa ($p \leq 0,05$) entre a concentração deste e a classificação de preferência dos <i>A. clamitans</i> cativos representado pela letra. G= geral, M= machos adultos, F= fêmeas adultas, J= juvenis e A= adultos.	36
Tabela 7: Quantidade de fenólicos e porcentagem relativa para umidade e cinzas das folhas ensaiadas. As letras sobrescritas (G, A, J, F, M) indicam correlação significativa ($p \leq 0,05$) entre a concentração do nutriente com a classificação de preferência dos <i>A. clamitans</i> cativos no CEPESBI, SC. G= geral, M= machos adultos, F= fêmeas adultas, J= juvenis e A= adultos...38	38
Tabela 8: Quantidade (mg) de nutrientes ingerida por indivíduos de <i>A. clamitans</i> cativos no CEPESBI, SC de diferentes faixas-etárias, em uma hora de alimentação em jejum.	38
Tabela 9: Porcentagem da quantidade (mg) de nutrientes ingerida por indivíduos de <i>A. clamitans</i> cativos de diferentes faixas-etárias, em uma hora de alimentação em jejum, em relação à necessidade diária dos mesmos. As letras sobrescritas indicam a espécie referência para o cálculo de necessidade. M= Macaca mulatta, S= Simiri boliviensis e B= Papio cynocephalus.	39
Tabela 10: Porcentagem relativa dos compostos voláteis encontrada nas folhas utilizadas no estudo, pelo método SPME. A letra sobrescrita na frente dos nutrientes indica correlação significativa ($p \leq 0,05$) entre a concentração deste nas folhas, com a classificação de preferência dos <i>A. clamitans</i> cativos representado pela letra, onde: F= fêmeas adultas.....	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Recinto “1”, padrão representativo do CEPESBI. “A” indica a plataforma construída para os experimentos de varredura. Foto: Souza, I.A. 2018.....	17
Figura 2. 3 <i>A. clamitans</i> do CEPESBI. Da esquerda para a direita: macho adulto, fêmea juvenil e fêmea adulta. Foto: Souza, I.A. 2018.	18
Figura 3: Gráfico representativo da porcentagem do número total de registros em cada dieta, correspondente a quatro comportamentos amostrados em sete <i>A. clamitans</i> cativos no CEPESBI, SC. Para cada comportamento, letras diferentes sinalizam diferença significantes entre os valores de cada dieta ($p \leq 0,05$).	26
Figura 4: Gráfico representativo da porcentagem de registros em cada dieta, correspondente a cinco comportamentos amostrados em 7 <i>A. clamitans</i> cativos no CEPESBI, SC. Para cada comportamento, letras diferentes sinalizam diferença significantes entre os valores de cada dieta ($p \leq 0,05$).	27
Figura 5: Gráfico representativo do número de registros de Alimentação e Inspeção total de todas as dietas, ao longo do tempo, de sete <i>A. clamitans</i> cativos no CEPESBI, SC. As barras representam a proporção de registros de Alimentação, onde cores diferentes indica os registros de Inspeção. O eixo horizontal indica o tempo, a cada três minutos.	28
Figura 6: Gráfico representativo da porcentagem de registros de alimentação de cada espécie vegetal, na dieta Folha por sete <i>A. clamitans</i> cativos no CEPESBI, SC. Letras iguais, em tamanhos diferentes, indicam diferença estatística ($p \leq 0,05$) no teste par a par.	29
Figura 7: Gráfico representativo da porcentagem de registros de alimentação de cada espécie vegetal, na dieta Mista, por sete <i>A. clamitans</i> cativos no CEPESBI, SC.	30
Figura 8: Gráfico representativo da porcentagem de registros de alimentação de cada espécie vegetal, na dieta Folha, separada por categoria sexo-etária de sete <i>A. clamitans</i> cativos no CEPESBI, SC. O número acima das barras representa o desvio padrão entre os três valores de cada planta.	31
Figura 9: Gráfico representativo da porcentagem de registros dos comportamentos descanso e alerta, por dieta, em que sete <i>A. clamitans</i> cativos no CEPESBI, SC, em que os animais se encontravam próximos ao alimento.	32

SUMÁRIO

1.	Introdução.....	11
2.	Hipóteses	15
3.	Objetivos	16
	Objetivo geral	16
	Objetivos específicos	16
4.	Metodologia	17
4.1	Local e animais de estudo	17
4.2	Habituação e itens alimentares	18
4.3	Coleta de comportamento por varredura.....	20
4.4	Teste de escolha por pares	22
4.5	Caracterização bioquímica e nutricional das plantas	23
4.6	Estatística	24
5	Resultados	26
5.1	Dados obtidos por varredura.....	26
5.2	Quantidade de alimento consumido.....	32
5.3	Teste de escolha por pares	34
5.4	Análise bioquímica e nutricional das folhas	36
6	Discussão.....	44
6.1	Alimentação nas diferentes dietas.....	44
6.2	Ingestão de nutrientes	44
6.3	Orçamento de atividade em função da dieta	46
6.4	Diferentes métodos para a determinação da preferência alimentar	47
6.5	Preferência alimentar de bugios ruivos sob cuidados humanos.....	48
7	Conclusão	52
8	Referências bibliográficas	53

1. Introdução

Dentre os gêneros de primatas neotropicais, o que possui maior distribuição é o *Alouatta spp.* Suas quatorze espécies catalogadas encontram-se entre a península de Yucatán (México) e o norte da Argentina (Neville, Glander, Braza, & Rylands, 1988), sendo que dez (10) são encontradas no Brasil. Dentre elas podemos citar *A. clamitans*, que está distribuída em parte do sudeste, indo até o extremo da região sul do Brasil (Gregorin, 2006). Os animais desse gênero são popularmente conhecidos como bugios, guaribas, roncadores, barbados e “*howler monkeys*” (Crockett, 1998), nomes que derivam de sua vocalização. Além da ampla distribuição geográfica, por se adaptarem bem a diferentes altitudes (do nível do mar até acima de 3.200m) e por não dependerem de fontes livres de água, os bugios estão presentes em diversos biomas (Crockett, 1998). Há registros desses animais, por exemplo, na Floresta Amazônica (Santamaria-Gómez, 1999); Mata Atlântica (Bonvicino, 1989); regiões temperadas ou subtropicais (Marques, 2001) e áreas secas ou de Cerrado (Guedes *et al.*, 2000). (Lopez, Terborgh, & Ceballos, 2005)

Medindo entre 60 e 65cm (sem cauda) e pesando entre 6 e 10kg, bugios são o segundo maior gênero de primata encontrado na América do Sul (Neville *et al.*, 1988) e anatomicamente se destacam por uma série de características específicas. Sua longa cauda preênsil confere-lhes até de 60cm a mais e é dotada de digitais na superfície ventral (Auricchio, 1995). Apresentam ezquizodactilia, ou seja, seguram objetos entre o segundo e o terceiro dedos (HersHKovitz, 1977), o que lhes confere menor habilidade de manuseio de objetos pequenos.

Seu distinto osso hioide hipertrofiado, que forma uma câmara de ressonância sonora que confere às suas vocalizações a potência característica da espécie (Gregorin, 2006). Além de possuir uma relação de *trade-off* com o tamanho dos testículos dos machos (Dunn *et al.*, 2015) é um dos caracteres responsáveis pelo dimorfismo sexual apresentado pelos *Alouatta*. Outras características que se apresentam diferentemente em machos e fêmeas são: peso, coloração e tamanhos do corpo, dos dentes caninos e do crânio (Bonvicino, 1987; Auricchio, 1995; Gregorin, 2006). Dentre as espécies que apresentam dicromatismo sexual está *A. clamitans*, onde infantes, juvenis e fêmeas adultas possuem pelagem castanho-enegrecido e os machos adultos possuem pelagem em várias tonalidades de ruivo (Gregorin, 2006).

Bugios possuem uma dieta folívora-frugívora (J. M. D. Miranda & Passos, 2004), mas também se alimentam de flores, ramos e outras partes vegetais, em menor frequência (Milton, 1998). Apesar de aparentemente se alimentar de forma randômica, assim como demais primatas (Chivers, 1998), eles demonstram preferências bem marcadas. Embora baseada em itens fáceis de encontrar e que, portanto, não demandam muito forrageamento, a dieta desses animais é composta por itens de difícil digestão (Milton, 1998).

Apesar de passarem cerca de dois terços do dia em descanso (Auricchio, 1995), bugios podem percorrer diariamente até 1500 metros (Bicca-Marques, 2003). Predominantemente arborícolas (J. M. D. Miranda & Passos, 2004) e quadrupedes obrigatórios (Fleagle, 1988), esses animais estão mais vulneráveis a fragmentação de habitats, uma vez que encontram maior dificuldade de locomoção pelo solo entre uma área florestada e outra (Miranda, 2004). Essa dificuldade de locomoção entre fragmentos somada à redução contínua dos habitats naturais desses animais, vem isolando cada vez mais suas populações e submetendo-as a intensa pressão antrópica, e aumentando a necessidade de compreensão dos parâmetros ideais para a manutenção destes animais em fragmentos.

Uma espécie que vem sofrendo com a redução de suas populações (ICMBio, 2018) é *A. clamitans*, ou bugio ruivo. A espécie se encontra no Livro Vermelho das Espécies Ameaçadas de 2018 como Vulnerável. Ela aparece também nesse status em Minas Gerais, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, enquanto em São Paulo, aparece como ameaçada (ICMBio, 2018). Após a publicação desses dados, as regiões citadas, em especial os estados de São Paulo e Santa Catarina, passaram por um surto de febre amarela que reduziu drasticamente as populações da espécie, agravando seu estado de conservação.

Com a redução das populações surge a necessidade de projetos de pesquisa, manejo e conservação *ex-situ*. Instituições que mantém animais sob cuidados humanos fornecem possibilidade de estudos e conservação de espécies em perigo. No entanto, o ambiente de cativeiro acaba privando-os de diversos desafios cotidianos como buscar alimentos ou parceiros e fugir de predadores, que estão presentes na natureza e são necessários para sua sobrevivência (Sgai, 2007).

Devido à rotina e à essa falta de estímulos o cativeiro se torna previsível e limitante para os animais, suprimindo comportamentos naturais da espécie, causando sofrimento e até alterando o padrão fisiológico dos animais (Mendonça-Furtado, 2006; Vasconcellos, 2009). Outro problema é a demanda por cuidados cada vez mais precisos e que

ampliem o bem-estar dos animais. Assim, conhecer as especificidades da alimentação dos bugios e de outros animais de alimentação similar, pode melhorar o bem-estar provido por instituições de cuidados *ex-situ*, ajudando assim no manejo e conservação destes grupos.

O enriquecimento ambiental proposto por (Robert Young (2003), se aplicado corretamente, pode ser uma importante estratégia de inserção de estímulos e, portanto, redução do quadro de estresse vivenciado pelos animais. São categorizadas cinco formas de enriquecimento: físico, sensorial, social, cognitivo e alimentar. Esta última pode ser realizada com a alteração de quatro aspectos da alimentação dos animais, sendo elas: quantidade de alimento, horário da oferta do alimento, a forma como o alimento é apresentado e os itens alimentares oferecidos.

Ademais ao comportamento alimentar dos bugios, a análise bioquímica da dieta e dos itens alimentares preferidos por esses animais pode revelar informações valiosas sobre sua fisiologia e necessidades. É importante entender como o animal regula sua ingestão de nutrientes e quais estratégias nutricionais ele adota para compreender e caracterizar a espécie de acordo com os diferentes pensamentos sobre ecologia nutricional.

São quatro os principais modelos de estratégias nutricionais, que são: a maximização do consumo energético (Schoener, 1971), a maximização da ingestão de nitrogênio/proteínas (Mattson, 1980), a evitação de toxinas através da regulação da ingestão de compostos secundários das plantas (Freelan & Janzen, 1974), e a aquisição de uma dieta nutricionalmente balanceada (Robbins et al., 2007). O conteúdo nutricional das plantas se faz, portanto, de importante mensuração para a determinação da preferência e posteriormente da estratégia adotada pelo animal.

Outro fator que têm demonstrado ser fator determinante da escolha do item alimentar pelo animal é o olfato (Laska et al., 2007). Assim como o paladar, o tato e a visão, o olfato é utilizado tanto na inspeção de um alimento desconhecido quanto posteriormente para avaliação da qualidade do alimento (Laska et al., 2007). Os compostos voláteis emitidos pelas diversas partes da planta fornecem pistas únicas sobre a qualidade do alimento, a composição nutricional e compostos secundários presentes (Goff & Klee, 2006). Assim podem ser utilizados na seleção dos animais e determinar sua preferência por, não só partes específicas das plantas, como estágios de maturação e quantidades a serem ingeridas.

Nesta linha, o presente projeto visa montar uma dieta de folhas para *A. clamitans* cativos, para que seja possível identificar a preferência destes animais por determinados itens da dieta e caracterizar tais itens a partir de alguns compostos químicos presentes.

2. Hipóteses

Levando em consideração o comportamento alimentar dos *Alouatta clamitans*, propomos neste trabalho as seguintes hipóteses:

Hipótese 1: a introdução de uma dieta rica em folhas deve alterar o orçamento de atividade dos bugios durante a alimentação.

Hipótese 2: na presença de duas ou mais espécies vegetais em sua dieta, os bugios apresentarão preferência por uma ou mais em detrimento de outras.

Hipótese 3: componentes bioquímicos das plantas tais como nutrientes e odores estarão diretamente ligados à preferência dos bugios.

3. Objetivos

Objetivo geral

Identificar espécies vegetais preferidas por um grupo de *A. clamitans* cativos, e caracteriza-las bioquimicamente e bromatologicamente a fim de identificar compostos que influenciem diretamente na preferência.

Objetivos específicos

- Observar e analisar os comportamentos dos bugios durante a alimentação;
- Analisar a preferência dos bugios por espécies vegetais específicas;
- Comparar as metodologias “varredura” e “escolha por pares”, utilizadas para mensuração de preferência alimentar;
- Analisar bioquimicamente e bromatologicamente os itens alimentares consumidos pelos bugios;
- Verificar possíveis correlações entre preferência alimentar e nutrientes e/ou compostos presentes nas plantas.

4. Metodologia

4.1 Local e animais de estudo

O CEPESBI está localizado em Indaial – SC e foi fundado em 1992 (Lei Municipal nº2099, de 20 de março de 1992) (registro IBAMA no. 1/42/98/000708-90) com a finalidade de manter sob cuidados humanos, indivíduos de *A. clamitans* provenientes de resgate. Dedicada ao manejo, pesquisa e conservação da espécie, a instituição abriga cerca de 51 bugios ruivos e possibilita a pesquisa, bem como a formação de futuros profissionais em estudos com animais silvestres.

O plantel da instituição conta com animais de ambos os sexos, de todas as faixas etárias e nascidos em vida livre ou em cativeiro. Os animais são submetidos a um contínuo acompanhamento veterinário e possuem uma dieta composta principalmente por folhas e frutas. Recintos convencionais abrigam de um a três indivíduos, passam por limpeza sanitária diária, possuem área coberta e fechada, e são enriquecidos com troncos, caixa com aquecimento, cordas e outros (Dada, Souza-junior, Oliveira, & Hirano, 2011).

Figura 1. Recinto “1”, padrão representativo do CEPESBI. “A” indica a plataforma construída para os experimentos de varredura. Foto: Souza, I.A. 2018.

Figura 2. 3 *A. clamitans* do CEPESBI. Da esquerda para a direita: macho adulto, fêmea juvenil e fêmea adulta. Foto: Souza, I.A. 2018.

Para observações etológicas, foram construídas plataformas de madeira (Figura 1) em cada um dos recintos amostrados. As plataformas foram instaladas em locais nos quais os animais não estavam habituados a ficar. Todos os procedimentos foram aprovados por comitê de ética.

4.2 Habituação e itens alimentares

A Tabela 1 mostra as sete espécies vegetais, seis silvestres e uma hortaliça, utilizadas neste estudo. As plantas silvestres foram selecionadas para integrarem o estudo seguindo dois critérios: a) a presença dessas plantas na dieta de bugios de vida livre na região do CEPESBI segundo Hirano *et al.* (1997), e b) a disponibilidade de folhas maduras no período de estudo.

A exceção a estes critérios é a hortaliça (*L. sativa*), utilizada como controle. Apesar da seleção artificial que a selecionou como uma boa planta para consumo humano, seu consumo em vida livre não é viável. Devido a isso ela foi escolhida, uma vez que indicaria um componente inato de evitação de certos alimentos não disponíveis em seu habitat natural.

Tabela 1. Relação das espécies vegetais utilizadas no estudo.

Nome Científico	Nome Popular
<i>Cecropia glaziovii</i>	Embaúba
<i>Ficus adhatodifolia</i>	Figueira Branca
<i>Inga edulis</i>	Ingá
<i>Lactuca sativa</i>	Alface
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena
<i>Morus nigra</i>	Amora
<i>Trama micrantha</i>	Grandiúva

Das plantas utilizadas, os animais do CEPESBI possuem periodicamente em sua dieta padrão, folhas de *C. glaziovii*, *F. adhatodifolia*, *M. nigra* e *T. micrantha*. As demais espécies utilizadas neste estudo não eram utilizadas no manejo e, portanto, os animais não tinham contato prévio com elas e, portanto, foram introduzidas gradualmente. Esta introdução se deu ao longo de uma semana, que se iniciava com uma folha e terminava na quantidade total utilizada no estudo.

Para todo o estudo foram oferecidas apenas folhas maduras, que eram lavadas por 30 minutos com uma solução aquosa de hipoclorito de sódio, separadas de eventuais brotos, flores e frutos, e armazenadas sob refrigeração por no máximo cinco dias. As folhas grandes eram cortadas para que os pedaços ficassem com tamanho similar ao das folhas menores.

Anteriormente ao período de coleta de dados, os animais passaram por um período de habituação com o pesquisador e com as folhas das espécies vegetais às quais os animais não possuem acesso. A primeira ocorreu através de sucessivas aproximações do pesquisador com os animais/grades dos recintos. Essas aproximações ocorreram diariamente em diferentes momentos e por vezes simulando a coleta de dados; até que os animais deixassem de realizar display agonístico na presença do pesquisador ou dos equipamentos utilizados, garantindo que os animais não apresentassem comportamentos diferentes do que realizariam na ausência do pesquisador (Setz, 1991).

Concomitante à habituação com o pesquisador, os animais foram habituados às folhas introduzidas em suas dietas. Esta etapa foi realizada através da oferta diária de folhas, por uma semana, em quantidades crescentes, até que se alcançasse a quantidade utilizada para as

amostragens comportamentais (50g para adultos e 35g para juvenis). Com o intuito de evitar que essas folhas fossem mais ou menos consumidas apenas por representarem uma novidade, a habituação terminou quando as espécies desconhecidas pelos bugios não mais causassem aparente estranhamento ou curiosidade. As folhas eram dadas pelo pesquisador diretamente aos bugios, visto para alguns primatas este é o jeito mais eficaz de reduzir a neofobia (Johnson, 2000).

4.3 Coleta de comportamento por varredura

A primeira metodologia utilizada neste estudo consiste no método de varredura, ou *Scan*, descrito por Altmann (1974). Foram amostrados três machos adultos, duas fêmeas adultas e dois juvenis, um macho e uma fêmea. Eles foram expostos a três dietas diferentes, sendo a primeira apenas composta de folhas maduras, denominada “Folha”. A segunda foi composta apenas por frutas e legumes normalmente utilizados no CEPESBI, denominada “Fruta”. A última foi uma dieta mista de folhas e frutas, que consistia na junção das duas dietas anteriores e foi denominada “Mista”.

Os animais estavam dispostos em recintos diferentes de acordo com o seguinte arranjo: dois casais em um recinto cada, dois juvenis em um recinto e um macho adulto sozinho. Os recintos 1 (Figura 1) e 4 abrigavam um casal cada, enquanto o recinto 2 abrigava um macho adulto e o recinto 3 abrigava os dois juvenis. A primeira refeição do dia era dada aos animais às 8h e era composta unicamente por frutas. Os recintos recebiam, habitualmente, as seguintes quantidades de alimento: recinto 1= 450g, recinto 2= 200g, recinto 3= 300g e recinto 4= 400g.

As coletas aconteciam em dias alternados, às 08h00, com os animais em jejum. O procedimento se iniciava quando bandejas contendo 350 ou 245g de folhas (quantidade igualmente distribuída entre as sete espécies utilizadas) para cada animal, adulto ou juvenil, respectivamente, são posicionadas no recinto. A partir do primeiro contato visual dos animais com as folhas, são realizadas varreduras instantâneas com um minuto de intervalo durante a hora que se segue, totalizando 61 registros por indivíduo. Ao término do tempo de coleta de dados comportamentais, as folhas restantes foram retiradas e pesadas, a fim de que se obtivesse o peso consumido pelos animais. Cada animal foi amostrado quatro vezes em cada dieta

Foram registrados: os comportamentos dos animais no momento da varredura, a distância com que os indivíduos se posicionam em relação ao alimento e quais espécies vegetais foram consumidas. Para a distância relativa ao alimento foi adotado que, quando ao alcance de algum membro, o animal estava próximo do alimento. Quando fora do alcance de algum membro do animal, o alimento estava distante

O repertório comportamental foi amostrado a partir de uma adaptação do etograma proposto por Albuquerque & Codenotti (2006). Descrições feitas por Dada *et al.*, (2011) e Martins (2015) foram consideradas para que as categorias utilizadas fossem mais adequadas a animais de cativeiro. O apêndice 1 é o modelo de ficha preenchida durante a coleta. Foram amostrados os comportamentos:

- Alerta ou vigia: o animal, geralmente sentado ou em pé, olha fixamente para o local de algum evento em acontecimento ou recém-ocorrido, dentro ou fora do recinto, e fica atento;
- Alimentação: se inicia quando o animal prepara o item para ser consumido e abrange ainda a mastigação e deglutição total de porção do alimento;
- Beber: o animal bebe água, geralmente sentado e coloca a cabeça diretamente dentro do recipiente para sugar a água;
- Brincar:
 - Brincar de balançar: dependurado preso por seus membros inferiores, ou apenas pela cauda, o animal balança o corpo ativamente;
 - Brincar com objetos: o animal arremessa ou balança algum objeto do recinto;
- Descansar: o animal se acomoda em uma posição e permanece nela, entretanto sem dormir. As posições variam entre sentado, deitado, pendurado pela cauda, ou posturas neutras;
- Inspeccionar: o animal manipula ou busca com os olhos um ou mais itens alimentares presentes na bandeja em que este é servido ou no chão ao redor, procurando alimentos específicos ou revirando os alimentos presentes.
- Interação Social:
 - Afiliativas:
 - Brincar: durante as brincadeiras sociais, os animais simulam lutas, batem com as mãos na cabeça e no corpo do outro indivíduo, dão mordiscadas acompanhadas de rosnados baixos. Podem correr um atrás do outro e tentar agarrar-se ou disputar objetos do recinto puxando-os cada um para um lado;
 - Catar: o animal passa a mão sobre o pelo do outro que se encontra próximo a ele, examinando-o. A catação pode ocorrer em qualquer parte do corpo, de forma aleatória.
 - Inspeccionar genitália: o macho toca com as mãos e lambe a genitália e

a região pubiana da fêmea.

- Agonísticas:
 - Lutar: os oponentes, um de frente para o outro eriçam o pelo, e algumas vezes emitem vocalizações. Adotam a postura quadrúpede, agitando-se e podendo golpear-se mutuamente, batendo com as mãos na cabeça ou no corpo um do outro e ao agarrar-se, podem morder-se. A cauda permanece enrolada no galho.
 - Mostrar os dentes: o bugio, às vezes exibindo pilo ereção, abre parcialmente a boca, olhando para o oponente.
 - Suplantar: o animal dirige-se a outro que está sentado, fazendo com que se afaste, ocupando em seguida o seu lugar.
- Locomover: Quando o animal realiza algum movimento dentro do cativeiro, que gere deslocamento vertical ou horizontal.

As sobras serviram de base para o cálculo do consumo médio de cada uma das espécies de plantas durante a amostragem entre os indivíduos.

4.4 Teste de escolha por pares

Para o segundo teste de preferência foram usados 18 animais distribuídos igualmente entre machos adultos, fêmeas adultas e juvenis (dois machos e quatro fêmeas). Para as análises, os animais foram divididos em quatro grupos: A- 12 indivíduos adultos não separados por sexo, J- 6 indivíduos juvenis não separados por sexo, M- 6 machos adultos e F- 6 fêmeas adultas. A separação no momento da análise foi realizada para possibilitar a comparação entre os sexos e as faixas etárias.

Cada animal foi exposto separadamente, dez vezes aos 21 pares possíveis, formados pelas sete espécies vegetais oferecidas. Essa metodologia foi adaptada de Laska *et al.*, (2000). Neste procedimento, o pesquisador aproxima das grades do recinto, em uma tábua branca de plástico, duas folhas de espécies vegetais diferentes. As duas folhas, de mesmo tamanho, eram posicionadas em extremidades opostas da tábua e colocadas aleatoriamente em suas faces abaxial ou adaxial.

Este procedimento foi realizado alternadamente às 8h00, 13h00 ou 16h30min. As repetições de cada par foram realizadas de acordo com a colaboração do animal, não mais que cinco apresentações de cada par por dia. Foram registradas apenas tentativas nas quais o animal pegasse apenas uma das folhas a ingerisse. A ordem dos pares, os horários e animais amostrados foram escolhidos aleatoriamente. Ao ser rejeitada três vezes consecutivas a folha foi trocada por uma diferente.

A análise da preferência desta metodologia, foi realizada usando três diferentes critérios:

1) A nível de grupo: se ≥ 16 animais (~90% dos indivíduos testados) escolherem determinada espécie em detrimento de outra, ela recebe 02 pontos e seu par recebe zero. Caso menos de 90% dos indivíduos escolham o mesmo item de um par, ambos ganham apenas 01 ponto. O limite teórico de pontos para esse critério é de 12 (6 combinações com cada planta X 2 pontos).

2) A nível individual: para cada indivíduo que consuma determinada espécie de um par específico na maioria das apresentações (≥ 6 de 10), é dado a essa espécie 01 ponto. Se o indivíduo escolhe ambas as espécies deste par na mesma quantidade (5 vezes) é dado 0,5 pontos. O máximo teórico de pontos nesse critério é 108 (6 combinações com cada planta X 18 indivíduos).

3) Soma total de escolhas: neste critério com máximo de 1080 pontos (6 combinações X 18 indivíduos X 10 apresentações), foi realizada a soma total de vezes que determinada espécie foi escolhida, dentre todas as ofertas realizadas com todos os animais. Este critério é tido como o principal dos três para estipular a preferência da espécie, uma vez que abrange de forma mais geral as escolhas dos animais. Os demais critérios reforçam este e servem também para avaliar a coesão e consistência das respostas encontradas.

4.5 Caracterização bioquímica e nutricional das plantas

Uma amostra de folhas de cada espécie foi retirada e armazenada em freezer a -74°C). Posteriormente, utilizando-se dessas amostras, foram realizadas dosagens bromatológicas. Com a ajuda do Prof. Dr. Alceu Afonso Jordão Júnior (FMRP/USP) e da Dra. Renata Cristina Lataro (FMRP/USP) foram realizadas as seguintes dosagens, parte da dosagem centesimal estabelecida na (4ª edição do Métodos Físico-Químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008):

- Cinzas: incineração da amostra e pesagem das cinzas;
- Humidade: secagem da amostra em estufa e medição do peso seco;
- Fenólicos: extração em metanol.

Também foi realizada dosagem elementar e perfil volátil. A primeira se caracteriza por uma análise qualitativa e quantitativa dos seguintes elementos químicos: Ag, Al, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Si, V, Zn. Para isto, foi realizada a técnica de Espectrometria de Emissão Ótica por Plasma Acoplado Indutivamente (ICPOES) (Gfroerer, 2000), com o apoio da *Agilent Technologies Brasil*. Já a análise dos compostos voláteis foi realizada através da técnica de Micro Extração em Fase Sólida (SPME) em um aparelho de GC-MS (Shimadzu, Japão) (Jirovetz, Smith, & Buchbauer, 2002).

Esta técnica foi realizada com a colaboração com o Prof. Dr. Norberto Pepporine Lopes e da técnica Izabel Cristina C. Turatti do Núcleo de Pesquisa em Produtos Naturais e Sintéticos da FCFRP\USP-RP. Os compostos voláteis foram extraídos macerando-se 300mg de folha com auxílio de nitrogênio líquido, e então exposição à fibra de adsorção por meia hora em banho Maria à 60°C em um frasco septado. A fibra utilizada foi a 50/30µm DVB/Carboxen/PDMS Stable-Flex (Sigma-Aldrich, EUA). O tempo de análise era de 50 minutos em uma coluna não polar (FSOT-RSL-200; Shimadzu, Japão) de 30 metros e comprimento por 0,25 milímetros de diâmetro com separação em sílica (Jirovetz et al., 2002).

4.6 Estatística

Os dados de varredura foram transformados pela formula de arco seno da raiz quadrada ($=\text{Sqrt}(\text{ArcSin}(v1/100))$), usando o programa Statistica 7. Para avaliar a diferença das taxas nas quais cada comportamento foi expresso entre os grupos analisados, os dados transformados serão analisados e comparados usando o Modelo Misto Linear Generalizado (GLMM) (Bolker et al., 2009), usando o programa SPSS Statistics22. Isso foi possível devido às seguintes características dos dados: (a) a dependência das observações ao longo do tempo, (b) a natureza discreta da variável resposta (proporções de comportamentos) e (c) a variabilidade nas repetições dentro de cada tratamento (Bolker et al., 2009).

A proporção de consumo das diferentes espécies vegetais foi analisada pelo teste de variância não paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido do pós-teste de Dunn, para uma análise par a par. Isso permitirá verificar se há um consumo preferencial e caso positivo quais plantas são mais consumidas em detrimento de outras.

A análise da relação entre os componentes químico-nutricionais das folhas e a preferência aferidos, será feita através do teste de correlação de Spearman. Nele obtemos o

valor de significância (valor p) e o coeficiente de correlação (r_s) onde 1 indica correspondência perfeita e -1 indica correlação inversa perfeita.

5 Resultados

5.1 Dados obtidos por varredura

Foram obtidos, no total, 5124 registros de varreduras. A porcentagem dos registros de cada um dos comportamentos que ocuparam mais de 5% do tempo de amostragem, nas diferentes dietas, pode ser encontrada na Figura 3.

Figura 3: Gráfico representativo da porcentagem do número total de registros em cada dieta, correspondente a quatro comportamentos amostrados em sete *A. clamitans* cativos no CEPESBI, SC. Para cada comportamento, letras diferentes sinalizam diferença significante entre os valores de cada dieta ($p \leq 0,05$).

Como pode-se ver na Fig. 3, o Descanso e a Alimentação foram os comportamentos mais executados pelos animais. Juntos equivalem a aproximadamente 80% do tempo de amostragem. Podemos ver também que todos os comportamentos tiveram sua frequência alterada significativamente entre as dietas. O tempo gasto em alimentação foi diferente em cada uma das dietas ($F:44,363$; $p=0,001$), sendo que, a dieta em que foi possível observar a maior taxa de alimentação (37,6%) foi a composta exclusivamente por folhas. A dieta “Fruta” foi a que menos estimulou os animais a passarem tempo comendo, uma vez que nesta dieta os animais se alimentavam em média 11,2% do tempo.

O Descanso dos bugios também variou para cada uma das dietas ($F:19,269$; $p=0,001$), porem de forma oposta à alimentação, sendo na dieta “Folha” os animais passaram 70,9% do tempo em descanso (20,2% a mais que na dieta “Fruta”). Em ambos comportamentos, a dieta

“Mista” representou um intermediário (29,5 e 50,7%, respectivamente) no tempo gasto pelos animais.

A Locomoção, por sua vez, variou significativamente entre as dietas “Mista” e “Fruta” ($p=0,008$), aumentando de 5,6 para 7,4%, respectivamente. Já a dieta “Folha” não apresentou diferença estatística significativa com as demais. O tempo gasto em Alerta, por fim, variou entre a dieta “Folha” e as demais ($p=0,002$), sendo o menor de todos com 3,1%. Os demais comportamentos amostrados representaram menos de 5% do tempo de amostragem e podem ser visualizados na Fig. 4.

Figura 4: Gráfico representativo da porcentagem de registros em cada dieta, correspondente a cinco comportamentos amostrados em 7 *A. clamitans* cativos no CEPESBI, SC. Para cada comportamento, letras diferentes sinalizam diferença significantes entre os valores de cada dieta ($p \leq 0,05$).

A Figura 4 mostra os comportamentos não representados na figura anterior. Nesta, é possível ver que os comportamentos Brincadeira, Interação Social Agonística e Vocalização não apresentaram diferença estatística entre as dietas. Alguns, mesmo variando 100% de sua ocorrência entre uma dieta e outra (ex. Brincadeira na dieta “Folha” e na dieta “Fruta”), não foram significativas devido à sua baixa ocorrência. Ambos os comportamentos Inspeção e Interação Social Afiliativa, variaram significativamente ($p=0,003$ e $p=0,032$, respectivamente) entre as dietas “Mista” e “Fruta”, com a frequência na dieta “Folha” ficando em um patamar intermediário com 3,4 e 1,8% respectivamente.

Analisando a Alimentação graficamente que ao longo do tempo (Figura 5) de amostragem há uma alteração na frequência com que os animais executam esse comportamento e a composição dos itens consumidos. Este gráfico mostra os registros de

Alimentação ao longo do tempo (em intervalos de três minutos) e quantos desses registros foram de itens alimentar diferente.

Com o tempo, os animais diminuem frequência com que se alimentam, tendo uma retomada nos últimos seis minutos de amostragem. Todos os itens também variam ao longo da amostragem, sendo que alguns aparecem ao longo de todo o gráfico, como por exemplo, a *L. leucocephala*. Já a *L. sativa* não foi mais consumida após 25 minutos. A Fig. 5 também mostra o comportamento Inspeção. Este comportamento, apesar da ocorrência baixa, possui três momentos de alta: entre os minutos 16-18 (12 registros), 31-33 (6 registros) e 49-51 (5 registros).

Figura 5: Gráfico representativo do número de registros de Alimentação e Inspeção total de todas as dietas, ao longo do tempo, de sete *A. clamitans* cativos no CEPESBI, SC. As barras representam a proporção de registros de Alimentação, onde cores diferentes indica os registros de Inspeção. O eixo horizontal indica o tempo, a cada três minutos.

Ao olharmos as espécies de folhas consumidas, podemos ver que o consumo pelos animais não se deu de forma igual ($p=0,0025$). A Figura 6 mostra a porcentagem que cada espécie representou do total de registros de alimentação na dieta “Folha”.

Figura 6: Gráfico representativo da porcentagem de registros de alimentação de cada espécie vegetal, na dieta Folha por sete *A. clamitans* cativos no CEPESBI, SC. Letras iguais, em tamanhos diferentes, indicam diferença estatística ($p \leq 0,05$) no teste par a par.

O gráfico da Figura 6 evidencia o consumo diferencial entre as espécies plantas. Enquanto *T. micrantha* e *L. leucocephala* foram as menos consumidas, representando 4,9% da alimentação cada, *M. nigra* equivaleu, em média, a 32,2% da alimentação dos animais. Essa diferença foi percebida estatisticamente ($p < 0,05$) com o teste de variância. Outra espécie que diferiu seu consumo da *L. leucocephala*, foi a *F. adhatodifolia* ($p < 0,05$), responsável por 22,3% da alimentação dos animais na dieta “Folha”.

Na presença do mix de frutas da dieta “Mista”, vemos (Figura 7) que as folhas somadas, representam ainda a maior parte (76,3%) da alimentação. É possível notar ainda que mesmo com o consumo das frutas, as folhas são consumidas diferencialmente ($p = 0,0059$). Neste caso, porém, não foi possível identificar os pares com maior diferença estatística.

Figura 7: Gráfico representativo da porcentagem de registros de alimentação de cada espécie vegetal, na dieta Mista, por sete *A. clamitans* cativos no CEPESBI, SC.

Apesar de quantidades menores devido ao consumo de fruta, as proporções se mantêm similares, sendo *F. adhatodifolia* (21,2%) e *M. nigra* (19,1%) as espécies mais consumidas, e *T. micrantha* (4,8%) e *L. leucocephala* (4,4%) as menos consumidas.

Além do consumo diferencial das espécies vegetais pelo grupo de bugios, podemos ver que as categorias sexo-etárias Machos adultos (MA), Fêmeas adultas (FA) e Juvenis (JU) também consomem as espécies em proporções diferentes. O gráfico a seguir (Fig. 8) nos mostra a proporção do consumo de cada espécie pelos subgrupos citados acima.

Figura 8: Gráfico representativo da porcentagem de registros de alimentação de cada espécie vegetal, na dieta Folha, separada por categoria sexo-etária de sete *A. clamitans* cativos no CEPESBI, SC. O número acima das barras representa o desvio padrão entre os três valores de cada planta

T. micrantha, *I. edulis* e *L. leucocephala*, foram majoritariamente consumidas pelos juvenis amostrados, sendo 70,7, 62,9 e 88,6% respectivamente. Já as outras espécies que foram mais consumidas por outro dos subgrupos (*C. glaziovii* e *M. nigra*), foram consumidas majoritariamente por machos adultos (65,6%) e fêmeas adultas (45,4%) respectivamente. Por fim, *L. sativa* e *F. adhatodifolia* tiveram pouca variação (desvio padrão de 8 e 3, respectivamente) no consumo entre os grupos.

Finalmente, quanto a porcentagem de tempo em que os animais passam próximos ao alimento, podemos ver que as diferentes dietas influenciaram também na ocupação espacial do recinto. A proximidade do alimento foi semelhante entre a dieta “Mista” e a dieta Fruta tanto no comportamento de alerta (18 e 15%, respectivamente) quanto no descanso (21 e 21%, respectivamente). Já na dieta “Folha” essa relação de proximidade com o alimento foi alterada para os dois comportamentos, como podemos ver no gráfico a seguir (Fig. 9). Nesse, os animais passam a ficar em média apenas 6% próximo ao alimento; e a taxa de alerta próxima ao alimento aumenta para 26%.

Figura 9: Gráfico representativo da porcentagem de registros dos comportamentos descanso e alerta, por dieta, em que sete *A. clamitans* cativos no CEPESBI, SC, em que os animais se encontravam próximos ao alimento

5.2 Quantidade de alimento consumido

A partir do peso das sobras de alimento no recinto, foi possível obter o quanto foi consumido em cada uma das dietas, e também o quanto os animais consomem cotidianamente no mesmo período de tempo das observações. Devido ao fato de três dos quatro recintos amostrados conterem mais de um bugio, não é possível discriminar o consumo, em peso, o consumo individual. A Tabela 2, a seguir, traz as médias de consumo em cada dieta.

Tabela 2: Comparação da quantidade (g) de alimento consumido nos quatro recintos amostrados entre as dietas do estudo e a alimentação de rotina do CEPESBI, SC. As colunas de médias individuais indicam a quantidade estimada de alimento consumido por indivíduos de mesma faixa etária. A coluna representada por “%” indica a porcentagem de alimento consumido pelos juvenis (2) em relação à quantidade consumida pelos adultos (5).

	Recintos				Média por Indiv.		%
	1	2	3	4	Adulto	Juvenil	
Rotina	326 ^a	96	293 ^a	328	150	147	97,7
Fruta	510 ^b	131	388 ^a	432	214	194	90,5
Mista	600 ^{Ab}	131	695 ^A	455	237 ^A	348 ^a	146,5
Folha	272 ^B	76	311 ^a	186	107 ^B	156 ^b	145,7

Na Tabela 2, acima, é possível perceber que na dieta “Folha”, os animais adultos comiam, em média, metade (107g) a menos que “Fruta”, que continha o mesmo peso de alimento. Apesar disso, apenas nas quantidades referentes aos recintos 1 e 3 houve diferença significativa ($p=0,0005$ $F=14,0832$ e $p<0,0001$ $F=28,0517$, respectivamente) segundo o teste

de ANOVA e Tukey. Os animais dos demais recintos comeram quantidades similares de alimento independentemente da dieta e, portanto, da quantidade e variedade de itens.

As duas colunas da esquerda mostram o consumo médio, por indivíduo, utilizando os valores dos consumos nos recintos divididos pelo número de indivíduos destes; e a porcentagem do peso consumido por juvenis em relação ao peso consumido pelos adultos. Vemos que, em ambas dietas que possuem folhas na sua composição, os juvenis comiam proporcionalmente mais que os adultos (“Mista”: $F=240,026$ e $p=0,0032$; “Folha”: $108,334$ e $p=0,0165$). Já nas duas dietas constituídas exclusivamente de frutas e legumes, não houve diferença estatística entre o peso ingerido pelos adultos e pelos juvenis (Rotina: $F=26,944$ e $p=0,1501$; Fruta: $F=35,349$ e $p=1074$).

A relação, em porcentagem, entre o quanto os animais comiam e o tanto que foi oferecido pode ser vista na Tabela 3. O fato de as dietas terem sido formuladas com quantidades diferentes de alimentos dificulta a comparação dessa razão.

Tabela 3: Porcentagem de alimento consumido por sete *A. clamitans* cativos no CEPESBI, SC, relativo ao total oferecido nas diferentes dietas (“Fruta”, “Folha”, “Mista” e “Rotina”), nos quatro recintos amostrados.

	Recintos				Média
	1	2	3	4	
Rotina	73	48	98	82	75
Fruta	73	37	79	62	63
Mista	43	19	71	33	41
Folha	39	22	63	27	38

Podemos perceber que apesar de ser a dieta na qual os animais mais ingerem alimentos, em peso, a dieta “Mista” é proporcionalmente menos consumida. Entre as dietas “Fruta” e “Folha”, que foram compostas da mesma quantidade de alimentos, é possível perceber uma diferença de 25% no consumo do total oferecido.

Na dieta “Folha”, que era composta por sete itens alimentares em igual quantidade, foi possível verificar a proporção com que os animais se alimentavam de cada planta diferente. A Tabela 4 traz, em gramas, a quantidade média consumida de cada espécie vegetal por recinto e a média para indivíduos adultos e para juvenis. Nota-se que o consumo de algumas espécies vegetais por partes dos juvenis é muito maior que o dos adultos. O *I. edulis*, por exemplo, foi 25g de alimento para indivíduos juvenis, enquanto adultos consumiam em média uma quantidade quatro vezes menor desta planta (6%).

T. micrantha e *L. leucocephala* também foram consumidas em maior quantidade pelos jovens, que pelos adultos, sendo este consumo 400 e 200% maior, respectivamente. As demais espécies foram consumidas em quantidades similares independentemente da faixa etária do animal.

Tabela 4: Quantidade (g) de alimento consumido na dieta Folha, por sete *A. clamitans* cativos no CEPESBI, SC., distinguindo os recintos amostrados e as diferentes espécies vegetais presentes na dieta. “M.I.” representa a média estimada por indivíduo, separado por faixa etária.

		L. sativa	M. nigra	C. glaziovii	F. adhatodifolia	T. micrantha	I. edulis	L. leucocephala
Recintos	1	89	59	26	56	11	15	15
	2	8	31	14	10	5	4	3
	3	70	69	26	35	30	49	31
	4	33	70	13	34	4	14	21
M.I.	Adultos	26	32	10	20	4	6	8
	Juvenis	35	34	13	18	15	25	16

O peso médio que os adultos consumiram de cada espécie vegetal é estatisticamente correlato ao seu número médio de registros em uma hora de alimentação ($r_s = 0,8571$; $p = 0,01$).

5.3 Teste de escolha por pares

A Tabela 5 mostra o cálculo e a classificação de preferência para os bugios ensaiados (18 indivíduos) e as subdivisões: machos adultos (6 indivíduos), fêmeas adultas (6 indivíduos), adultos (12 indivíduos) e juvenis (6 indivíduos). Os subgrupos foram criados para detalhar as análises de preferência e entender como esta se modifica nas diferentes classes sexo-etárias.

Tabela 5: Ordenamento de preferência das espécies vegetais ensaiadas segundo a pontuação dada de acordo com os três critérios utilizados (grupal, individual e somatória). “Geral” indica a somatória da pontuação dos 18 indivíduos testados. “Adultos” e “Juvenis” indicam a somatória da pontuação de 12 e 6 indivíduos, respectivamente, correspondentes a essas faixas etárias. As linhas “Fêmeas” e “Machos” indicam a somatória da pontuação de 6 indivíduos adultos cada correspondentes a esses sexos.

	Critério 1			Critério 2			Critério 3			%
Geral	1º	<i>L. sativa</i>	8	1º	<i>L. sativa</i>	90	1º	<i>L. sativa</i>	832	77,0
	2º	<i>F. Adhatodifolia</i>	6	2º	<i>F. Adhatodifolia</i>	70	2º	<i>F. Adhatodifolia</i>	651	60,3
		<i>M. nigra</i>		3º	<i>M. nigra</i>	64	3º	<i>M. nigra</i>	590	54,6
		<i>C. graziovii</i>		4º	<i>T. micrantha</i>	43,5	4º	<i>C. graziovii</i>	471	43,6
		<i>T. micrantha</i>		5º	<i>C. graziovii</i>	42,5	5º	<i>T. micrantha</i>	455	42,1
	3º	<i>L. leucocephala</i>	5	6º	<i>L. leucocephala</i>	39,5	6º	<i>L. leucocephala</i>	416	38,5
		<i>I. edulis</i>		7º	<i>I. edulis</i>	28	7º	<i>I. edulis</i>	363	33,6
Adultos	1º	<i>M. nigra</i>	7	1º	<i>L. sativa</i>	62,5	1º	<i>L. sativa</i>	566	78,61
	2º	<i>L. sativa</i>	6	2º	<i>M. nigra</i>	47,5	2º	<i>M. nigra</i>	432	60,00
		<i>F. Adhatodifolia</i>		3º	<i>F. Adhatodifolia</i>	45,5	3º	<i>F. Adhatodifolia</i>	428	59,44
		<i>T. micrantha</i>		4º	<i>C. graziovii</i>	26,5	4º	<i>C. graziovii</i>	297	41,25
		<i>L. leucocephala</i>		5º	<i>L. leucocephala</i>	26	5º	<i>T. micrantha</i>	283	39,31
	3º	<i>C. graziovii</i>	5	6º	<i>T. micrantha</i>	25	6º	<i>L. leucocephala</i>	269	37,36
	4º	<i>I. edulis</i>	4	7º	<i>I. edulis</i>	18,5	7º	<i>I. edulis</i>	243	33,75
Juvenis	1º	<i>F. Adhatodifolia</i>	9	1º	<i>L. sativa</i>	27,5	1º	<i>L. sativa</i>	266	73,89
	2º	<i>L. sativa</i>	8	2º	<i>F. Adhatodifolia</i>	24,5	2º	<i>F. Adhatodifolia</i>	223	61,94
	3º	<i>M. nigra</i>	6	3º	<i>T. micrantha</i>	18,5	3º	<i>C. graziovii</i>	174	48,33
		<i>T. micrantha</i>		4º	<i>M. nigra</i>	16,5	4º	<i>T. micrantha</i>	172	47,78
	4º	<i>C. graziovii</i>	5	5º	<i>C. graziovii</i>	16	5º	<i>M. nigra</i>	158	43,89
		<i>I. edulis</i>		6º	<i>L. leucocephala</i>	13,5	6º	<i>L. leucocephala</i>	147	40,83
	5º	<i>L. leucocephala</i>	4	7º	<i>I. edulis</i>	9,5	7º	<i>I. edulis</i>	120	33,33
Machos	1º	<i>L. sativa</i>	10	1º	<i>L. sativa</i>	31,5	1º	<i>L. sativa</i>	278	77,22
	2º	<i>M. nigra</i>	8	2º	<i>M. nigra</i>	27	2º	<i>M. nigra</i>	230	63,89
	3º	<i>F. Adhatodifolia</i>	7	3º	<i>F. Adhatodifolia</i>	20	3º	<i>F. Adhatodifolia</i>	193	53,61
	4º	<i>C. graziovii</i>	6	4º	<i>C. graziovii</i>	16,5	4º	<i>C. graziovii</i>	169	46,94
		<i>T. micrantha</i>		5º	<i>T. micrantha</i>	15	5º	<i>T. micrantha</i>	158	43,89
		<i>L. leucocephala</i>		6º	<i>L. leucocephala</i>	9	6º	<i>I. edulis</i>	123	34,17
	5º	<i>I. edulis</i>	2	7º	<i>I. edulis</i>	7	7º	<i>L. leucocephala</i>	108	30,00
Fêmeas	1º	<i>L. sativa</i>	10	1º	<i>L. sativa</i>	31	1º	<i>L. sativa</i>	288	80,00
	2º	<i>F. Adhatodifolia</i>	9	2º	<i>F. Adhatodifolia</i>	25,5	2º	<i>F. Adhatodifolia</i>	235	65,28
	3º	<i>M. nigra</i>	6	3º	<i>M. nigra</i>	20,5	3º	<i>M. nigra</i>	202	56,11
		<i>L. leucocephala</i>		4º	<i>L. leucocephala</i>	17	4º	<i>L. leucocephala</i>	161	44,72
	4º	<i>C. graziovii</i>	4	5º	<i>I. edulis</i>	11,5	5º	<i>C. graziovii</i>	128	35,56
		<i>T. micrantha</i>		6º	<i>C. graziovii</i>	10	6º	<i>T. micrantha</i>	125	34,72
	5º	<i>I. edulis</i>	3	7º	<i>T. micrantha</i>		7º	<i>I. edulis</i>	118	32,78

Analisando o Critério 1 entre os subgrupos, pode-se perceber que em nenhum dos grupos analisados chegou-se à pontuação máxima possível. Também foi possível perceber que houve grande ocorrência de empates entre duas ou mais espécies vegetais. Isto acontece principalmente no grupo “Geral”, que compreende mais indivíduos (18). Apesar disso, em todos os grupos a espécie vegetal mais pontuada manteve-se sem empates.

No Critério 2, houver apenas um empate, apesar de pontuações próximas. Nesse critério a *L. sativa* figura como maior pontuada em todos os grupos e subgrupos analisados. Apesar disso, em nenhum dos grupos analisados essa espécie atinge a pontuação máxima possível, obtendo 83, 87, 76, 87 e 86%, respectivamente, desta. O *I. edulis*, por sua vez, recebeu a menor pontuação, 7 (de 36 possíveis) e ocupou a última colocação em todos os subgrupos com exceção das fêmeas adultas.

Por fim, o 3º Critério nos traz os dados de maior representatividade da preferência da espécie. Nele podemos ver que mesmo a *L. sativa*, planta preferida dos *A. clamitans* testados, não foi escolhido em mais de 80% das tentativas em que estava presente. Em contrapartida, nenhuma planta foi escolhida menos de 30% das vezes em que estava presente na oferta. Esta espécie de menor pontuação, *I. edulis*, está ausente da 7ª posição em apenas um grupo, novamente. Desta vez, porém, nos machos adultos, diferentemente do Critério 2.

A análise comparativa entre os dados resultantes dos três critérios nos mostra uma preferência pela *L. sativa*, por parte dos *A. clamitans*, sendo a única planta que manteve sua colocação em todos os critérios e grupos analisados. *M. nigra* e *F. adhatodifolia* figuraram entre as segunda e terceira colocações nos Critérios 2 e 3. O *I. edulis*, por sua vez, predominou como alimento mais rejeitado. Próxima a ela está a *L. leucocephala*, que na colocação final, ficou em 6º lugar na classificação de preferência. As demais plantas, embora ordenadas segundo o critério dominante (Critério 3), possuíram grande oscilação de posições.

Ao analisar os resultados obtidos pelos três critérios, entre si, obtivemos através do teste de correlação de Spearman, uma alta semelhança entre os métodos (critérios 1 e 2, e 1 e 3: $r_s = 0,8964$ $p = 0,0063$; para os critérios 3 e 4: $r_s = 1$ $p < 0,0001$). Isso mostra que todos os critérios são igualmente precisos para estabelecer a preferência. Assim, a análise estatística utilizando apenas um critério é representativa dos demais.

5.4 Análise bioquímica e nutricional das folhas

Os elementos dosados são mostrados na Tabela 6, cuja concentração está em mg.Kg^{-1} . As lacunas sem valor específico atribuído (<valor) representam concentração abaixo do nível de sensibilidade do equipamento.

Tabela 6: Quantidade representativa, em mg.Kg^{-1} , das folhas utilizadas no estudo, analisadas pelo método de ICPOES. O símbolo “<” indica quantidade inferior à capacidade de detecção do espectrômetro. As letras

sobrescritas na frente dos elementos indicam correlação significativa ($p \leq 0,05$) entre a concentração deste e a classificação de preferência dos *A. clamitans* cativos representado pela letra. G= geral, M= machos adultos, F= fêmeas adultas, J= juvenis e A= adultos.

	C. glaziovii	F. adhatodifolia	I. edulis	L. leucocephala	L. sativa	M. nigra	T. micrantha
Ag	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Al	177,45	151,48	104,96	234,07	66,01	73,77	40,71
Ba ^{A,F,G,J,M}	86,33	55,25	291,67	216,89	35,58	113,52	1434,67
Ca ^J	9900,28	13290,20	14002,30	25971,38	6967,03	23200,11	15779,36
Cd	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
Co	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
Cr	< 1	< 1	< 1	1,25	< 1	< 1	< 1
Cu	11,31	3,76	14,75	6,17	7,88	7,57	4,00
Fe	287,35	84,85	221,43	475,38	118,58	149,47	97,11
K	267,13	75,35	193,81	476,80	112,39	141,17	85,65
Mg	3364,02	2946,14	3133,88	4665,21	1891,38	2960,83	1971,12
Mn	248,37	161,30	248,06	127,55	25,07	61,74	109,76
Mo	< 1	< 1	< 1	1,26	< 1	< 1	< 1
Na ^M	493,93	439,61	533,57	< 200	3785,98	645,08	281,23
Ni	2,53	0,57	1,86	4,58	1,10	1,19	0,69
P ^M	876,62	1232,72	1793,31	867,45	3419,65	2071,76	1125,51
Si	2340,83	1587,81	3695,82	1359,44	2719,04	2530,48	2593,43
V	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Zn	26,39	< 20	36,12	20,03	40,67	43,29	< 20

Os elementos Ag, Cd, Co, Cr, Mo, e V não foram encontrados em níveis significantes em nenhuma das plantas testadas. Os demais elementos são encontrados comumente em plantas e encontram-se em níveis normais. Podemos perceber que alguns elementos, conhecidos como macronutrientes, encontram-se em abundância nas plantas, como por exemplo o Ca, Si, Na, e Mg.

As correlações entre a preferência pelas folhas consumidas pelos bugios e a quantidade dos elementos estão indicadas na Tabela 6 pelas letras sobrescritas. As classificações de preferência de todos os subgrupos testados, bem como o grupo geral, apresentaram correlação negativa com a quantidade de Bário (Ba) presente nas folhas (Geral: $r = -0,8571$ $p = 0,01$; Machos: $r = -0,7500$ $p = 0,05$; Fêmeas: $r = -0,8571$ $p = 0,01$; Juvenis: $r = -0,7857$ $p = 0,03$; Adultos: $r = -0,7857$ $p = 0,03$). Também foi possível perceber uma correlação positiva dos machos adultos por sódio (Na) e fósforo (P) ($r = 0,7500$ $p = 0,05$), e para os juvenis negativa por cálcio (Ca) ($r = 0,7500$ $p = 0,05$).

Os resultados obtidos pela composição centesimal, ou seja, de umidade (quantidade total de água), cinzas (todo o material não incinerável, majoritariamente composto por metais)

e fenólicos podem ser observados na Tabela 7. As primeiras estão em porcentagem relativa ao total do peso da folha em natura, enquanto os fenólicos estão em $\mu\text{g/mL}$.

Tabela 7: Quantidade de fenólicos e porcentagem relativa para umidade e cinzas das folhas ensaiadas. As letras sobrescritas (G, A, J, F, M) indicam correlação significativa ($p \leq 0,05$) entre a concentração do nutriente com a classificação de preferência dos *A. clamitans* cativos no CEPESBI, SC. G= geral, M= machos adultos, F= fêmeas adultas, J= juvenis e A= adultos.

Espécie	Fenólicos ^{G,A,J,F,M} ($\mu\text{g/mL}$)	Cinzas (%)	Umidade (%)
<i>Leucaena leucocephala</i>	94,08	5,08	58,60
<i>Morus nigra</i>	14,79	2,73	80,90
<i>Ficus adhatodifolia</i>	18,43	1,58	54,40
<i>Inga edulis</i>	106,74	1,89	65,70
<i>Cecropia glaziovii</i>	42,12	1,80	76,10
<i>Trema micrantha</i>	35,79	3,67	74,30
<i>Lactuca sativa</i>	4,75	0,34	97,20

A concentração de fenólicos nas folhas também apresenta correlação negativa com a preferência dos animais (Geral e Machos: $r = -0,9286$ $p < 0,01$; Fêmeas: $r = 0,8214$ $p = 0,02$; Juvenis: $r = -0,7500$ $p = 0,05$; Adultos: $r = -0,9643$). Os dados acerca da concentração de água e cinzas nas folhas não apresentaram correlação significativa com os dados de preferência.

Utilizando os dados das Tabelas 4, 6 e 7, foi possível calcular a média de ingestão de cada um dos nutrientes (Tabela 8) durante 1 hora de alimentação livre em jejum sob a dieta “Folha”.

Tabela 8: Quantidade (mg) de nutrientes ingerida por indivíduos de *A. clamitans* cativos no CEPESBI, SC de diferentes faixas-etárias, em uma hora de alimentação em jejum.

Nutriente	Quantidade (mg)	
	Adultos	Juvenis
Al	11,51	16,63
Ba	15,49	39,48
Ca	1635,68	2387,77
Cu	0,79	1,27
Fe	17,91	28,80
K	16,88	27,04
Mg	299,89	442,35
Mn	11,35	18,77
Na	137,00	186,05
Ni	0,15	0,25
P	210,66	298,24
Si	250,78	391,24

Zn	3,10	4,45
Fenólicos	239,25	505,56
Água	81204,95	117618,88

Pelo cálculo da ingestão dos nutrientes, foi possível estimar qual a porcentagem dos valores diários necessários, correspondia à ingestão durante os experimentos de varredura. O cálculo foi feito com base em dados da literatura (Primate Nutrition, 1997) para outros grupos de primatas, e pode ser visto na Tabela 9.

Tabela 9: Porcentagem da quantidade (mg) de nutrientes ingerida por indivíduos de *A. clamitans* cativos de diferentes faixas-etárias, em uma hora de alimentação em jejum, em relação à necessidade diária dos mesmos. As letras sobrescritas indicam a espécie referência para o cálculo de necessidade. M= *Macaca mulatta*, S= *Simiri boliviensis*, B= *Papio cynocephalus*. e A= *Alouatta palliata*.

Nutriente	Necessidade diária (mg)	% ingerida/1h
Ca^M	446	367,16
Cr^S	0,5	-
Cu^M	90	0,88
Fe^M	600	2,98
K^B	233	7,23
Mg^M	32	925,59
Mn^M	264	113,59
Na^B	243	56,38
P^M	267	78,81
Zn^S	120	2,58
Água	780	4029

O dado da ingestão diária de água foi obtido por Milton e colegas (1979) com *A. palliata*. Tanto estes dados quanto os dos demais nutrientes foram calculados com base e um bugio de aproximadamente 6 Kg.

Os compostos voláteis das folhas foram mensurados e estão representados na Tabela 10. Esta tabela mostra os compostos voláteis encontrados nas plantas e sua porcentagem relativa ao total de voláteis da amostra, não podendo, assim, serem comparados quanto à sua quantidade absoluta.

Tabela 10: Porcentagem relativa dos compostos voláteis encontrada nas folhas utilizadas no estudo, pelo método SPME. A letra sobrescrita na frente dos nutrientes indica correlação significativa ($p \leq 0,05$) entre a concentração deste nas folhas, com a classificação de preferência dos *A. clamitans* cativos representado pela letra, onde: F= fêmeas adultas.

Nome do composto	IR lit.	IR calc.	Área relativa do pico (%)
-------------------------	----------------	-----------------	----------------------------------

			<i>F. adhatodifolia</i>	<i>L. sativa</i>	<i>L. leucocephala</i>	<i>M. nigra</i>	<i>I. edulis</i>	<i>T. micrantha</i>	<i>C. glaziovii</i>
cis-piperileno	526	-	-	-	-	-	0,14	-	-
sulfeto de dimetilo	550	-	-	0,23	0,54	-	0,15	-	0,06
butanal	601	-	0,01	0,03	0,30	0,56	0,45	1,65	0,09
vinil acetato	570	-	-	-	-	-	0,07	0,35	-
2-butanol	602	602	-	-	-	-	0,23	-	-
metilfuran	613	611	-	-	5,00	-	-	-	-
alcool isobutílico	623	623	-	0,02	0,07	-	0,54	0,18	0,05
isopentaldeído	647	647	0,11	0,64	1,05	1,14	0,31	2,37	0,22
2 metil-butanal	657	657	0,02	0,55	1,18	2,36	0,32	2,40	0,08
etil-vinil-carbinol	679	678	1,07	0,39	0,73	4,28	1,78	7,41	0,92
etil-vinil-cetona	684	684	0,17	1,04	-	1,61	-	-	0,33
valeraldeído	697	697	0,21	-	-	-	-	-	0,17
alcool sec-isoamílico	700	697	-	5,44	-	-	-	-	-
ciclopentanol	765	697	-	-	-	-	-	1,92	-
alcool sec-amílico	699	698	-	-	-	-	6,73	-	-
2-etil-furano	701	701	0,56	-	0,36	-	-	-	1,94
alcool isoamílico	730	730	0,03	1,92	2,84	0,07	6,40	0,82	0,38
2-metil-1-butanol	733	733	-	-	-	0,13	-	0,35	-
metil-propenil-cetona	739	737	-	-	-	0,11	-	0,10	-
2-pentenal	748	748	2,22	0,57	-	4,89	0,47	2,88	1,44
valeraldeído	-	760	-	0,11	-	-	-	-	-
alcool amílico	764	764	0,02	0,89	0,20	0,46	0,25	0,75	0,05
cis-2-penteno-1-ol	767	767	-	0,38	0,65	5,69	2,82	0,99	0,53
prenol	774	774	-	0,11	-	-	-	-	-
haprileno	773	766	-	0,31	-	-	-	-	-
hexanal	800	800	8,93	10,97	1,32	6,69	6,88	13,85	15,40
3-metilpentanol	843	843	-	0,08	-	-	-	-	-
2-hexenal	852	852	45,89	2,46	17,41	26,35	24,66	32,93	35,73
cis-3-hexeno-1-ol	853	853	-	2,49	4,48	-	9,09	0,18	1,19
etilbenzeno	856	856	-	-	0,25	-	-	-	0,01
2-hexenol	859	864	-	-	0,83	-	1,72	-	-
ácido fórmico	870	866	-	-	-	-	9,34	-	-
hexanol	868	868	-	2,47	2,55	0,61	13,43	0,76	0,73
2-metil-3-hexanol	-	890	-	0,25	-	-	-	-	-
2-heptanona	891	891	0,03	-	-	-	0,37	-	-
ciclooctano	908	893	-	3,22	-	-	-	-	-
nonano	900	900	-	-	0,03	-	-	-	-
(z)-hept-4-enal	901	901	0,07	-	-	4,18	-	2,39	0,13
heptanal	902	902	0,37	2,08	0,24	1,16	1,12	0,92	0,44
sorbaldeído	910	910	-	-	-	-	-	-	3,69
α -thujeno	925	925	-	-	-	-	0,14	-	-
α -pineno	931	931	-	-	-	0,28	-	0,16	0,07
3-etil-1,5-octadieno	949	942	0,05	-	-	-	-	-	-

(z)-hepta-2-enal	954	954	0,09	0,92	-	-	-	-	0,17
benzaldeído	957	957	1,47	0,53	1,57	2,14	5,39	1,44	6,06
sabineno	970	970	-	-	-	-	0,15	-	-
1,5z-octadien-3-ol	976	973	-	-	1,71	-	-	-	-
amil vinil carbinol	980	980	0,12	0,61	28,67	0,39	0,40	1,49	0,55
2,3-octanodiona	984	984	1,13	0,96	0,31	-	0,09	0,72	0,10
3-octanona	986	986	-	-	1,58	-	-	-	-
sulcatona	987	987	0,08	0,30	-	0,83	0,38	1,01	0,42
2-pentilfurano	991	991	0,18	2,95	-	1,04	-	-	1,15
2,4-heptadienal	997	997	-	0,99	0,36	-	-	-	1,43
hexanol	980	997	-	-	0,10	-	-	-	-
2-(2-pentenil)furano	1001	1001	-	0,45	-	-	-	-	1,48
octanal	1003	1003	0,04	0,49	0,25	-	-	0,41	0,32
δ-3-careno	1008	1008	0,04	-	0,67	3,86	0,83	1,10	0,46
2,4-heptadienal	1012	1012	0,21	-	-	1,05	-	-	0,43
4-formilciclohexano	-	1014	0,11	-	-	-	-	-	-
α-terpineno	1015	1015	-	-	-	-	0,24	-	-
(s)-3-etil-4-metilpentanol	1025	1023	0,03	-	-	-	-	1,17	-
limoneno	1026	1026	0,62	2,28	11,79	5,94	1,82	7,47	4,02
2-etilhexanol	1030	1030	0,13	1,94	0,14	-	0,54	-	-
álcool benzílico	1036	1036	-	-	7,51	-	-	-	-
benzeno acetaldeído	1042	1042	0,09	0,60	1,37	-	3,54	-	-
β-ocimeno	1047	1047	-	-	0,52	0,51	-	-	1,69
2-octenal	1057	1057	0,30	1,32	-	0,85	-	0,35	0,71
γ-terpineno	1057	1057	-	-	-	-	0,23	-	-
hidrato de trans-sabineno	1060	1065	-	-	-	-	0,81	-	-
óxido de cis-linalol	1073	1070	-	-	0,54	-	0,76	1,51	-
3,5-octadien-2-ona	1071	1071	-	-	-	1,09	-	-	-
octanol	1072	1072	-	-	0,92	-	-	-	-
alfa-terpinoleno	1086	1086	-	-	-	0,33	-	-	-
	1097	1095	3,02	-	-	-	-	1,51	-
hidrato de sabineno	1097	1097	-	-	-	-	0,93	-	-
(z,z)-3,6-nonadienal	1097	1097	-	1,00	-	-	-	-	-
linanol	1100	1100	-	0,23	0,45	-	1,39	-	0,84
cis-6-nonenal	1101	1102	-	-	-	-	-	0,72	-
nonanal	1104	1104	0,15	1,85	0,49	0,76	0,39	0,41	0,38
4-formiciclohexeno	-	1112	0,16	-	-	-	-	-	-
álcool fenetílico	1114	1114	-	-	-	-	0,92	-	-
(e)-4-8-dimetil-	1116	1116	-	-	-	-	-	-	1,02

1,3,7-nonatrieno									
trans-2,cis-6-nonadienal	1159	1153	3,27	6,73	-	7,65	-	3,45	0,99
2-ciclohexenol	-	1138	-	-	-	-	0,78	-	-
2-nonenal	1163	1159	1,42	4,32	-	-	-	-	-
metil salicilato	1193	1193	-	-	2,90	-	-	1,98	6,04
decanal	1219	1206	0,08	1,76	0,08	0,75	0,31	-	0,28
2,4-nonadienal	1214	1214	-	1,25	-	-	-	-	-
β-ciclocitral	1219	1219	0,14	0,59	-	1,73	-	0,72	0,31
citral	1270	1270	-	10,58	-	-	-	-	-
ciclohexeno-carboxaldeído	-	1273	-	1,86	-	-	-	-	-
undecanal	1307	1307	0,06	-	-	-	-	-	-
benzoato de isobutilo	1331	1328	-	-	-	-	-	-	0,09
beta-elemeno	1387	1390	-	0,14	-	-	-	-	-
dodecanal	1409	1409	0,08	-	-	-	-	-	-
cariofileno	1416	1416	0,09	-	-	0,60	-	0,69	0,14
santaleno	1418	1418	-	-	1,43	-	-	-	-
surfinol^F	1414	1419	0,32	0,55	0,68	0,75	1,21	1,02	0,58
α-ionona	1426	1426	0,24	-	-	2,05	0,41	-	-
α-trans-bergamoteno	1435	1435	-	-	0,21	-	-	-	0,11
α-humuleno	1450	1450	-	-	-	-	-	0,55	-
geranilacetona	1453	1453	0,06	0,34	-	0,43	-	-	0,19
β-copaeno	1473	1478	-	-	-	-	-	2,22	-
germacreno D	1482	1479	0,04	-	-	-	-	-	-
trans-β-ionona	1486	1486	0,46	2,14	-	3,82	0,37	0,75	0,34
pentadecano	1500	1498	-	-	-	-	0,27	-	0,40
α-farneseno	1507	1507	1,01	-	-	-	-	-	1,07
tridecanal	1510	1510	0,81	0,13	-	-	-	1,17	-
nerolidol	1564	1564	-	-	-	-	-	-	0,42
tetradecanal	1612	1612	3,08	0,20	-	-	0,48	-	1,94
8-heptadeceno	1677	1677	-	-	-	-	-	-	0,23
hexadecanal	1792	1713	15,03	4,86	1,10	4,14	4,32	-	5,38
palatinol ic	1869	1869	0,33	-	-	-	-	0,23	0,04
heptadecanal	1920	1919	-	-	-	-	-	-	0,12

Foram encontrados e caracterizados 113 compostos voláteis diferentes. Destes compostos, 49% estão presentes em apenas uma das espécies utilizadas no estudo, enquanto apenas 11% pode ser encontrado em qualquer uma das espécies (sete aldeídos, quatro álcoois e um alceno). Trinta por cento de todos os compostos são caracterizados como aldeídos, enquanto 28% álcoois, 17% alcenos, 11% cetonas e 14% está dividida em diversas outras categorias como, por exemplo, ésteres e ácidos.

Dos compostos testados, apenas o surfinol apresentou correlação com a preferência. A presença relativa deste composto volátil nas folhas se relaciona negativamente com a

preferência das fêmeas pelas folhas ($r = -0,7806$ $p = 0,03$). Também foram testadas as quantidades totais de álcoois e alcaloides. Porém não estabelecem correlação estatística com a preferência dos animais.

6 Discussão

6.1 Alimentação nas diferentes dietas

Este estudo permitiu ver que uma intervenção nos moldes propostos por Young (2003), na categoria de enriquecimento alimentar, afeta diretamente na alimentação dos animais. A composição (variedade de itens e quantidade de alimento) da dieta altera tanto o tempo de alimentação dos bugios, quanto a quantidade de alimento ingerida. Como já mostramos (Tab. 2), podemos ver a diferença na ingestão entre duas dietas compostas pelos mesmos itens, Rotina e Fruta, mas que possuíam quantidades distintas de alimento. Os bugios ingeriam aproximadamente 50% mais alimentos na dieta “Fruta” do que na “Rotina”.

A dieta “Mista”, que era a composta por maior quantidade de alimento foi, por sua vez, a dieta em que os animais mais se alimentavam, em peso. Esses dados reforçam que a quantidade de alimento é determinante para que os bugios cativos se alimentem mais. Apesar desta constatação, a Tabela 3 mostra que não há um aumento linear entre a proporção de alimento oferecido e consumido.

Por outro lado, a dieta com menor taxa de alimentação foi a dieta “Folha”, que continha a mesma quantidade, em peso, que a dieta “Fruta”. Esse resultado pode ser explicado pelo visto por Espinosa-Gómez et al. (2013), de que dietas mais ricas em folhas preenchem mais facilmente o trato digestivo de bugios e aumenta seu tempo de transito intestinal. Assim, seria necessária uma quantidade menor de alimento para promover saciedade nos animais, reduzindo sua quantidade de alimento ingerido.

A quantidade de alimento influenciou a taxa de alimentação não só no grupo como um todo, mas diferencialmente entre as faixas etárias. Ainda na Tabela 2 podemos ver que a presença de folhas estimula os indivíduos juvenis a se alimentarem mais que os adultos. Em *Gorilla beringei* também foi visto que os juvenis se alimentam mais que os adultos, relativamente à sua massa corporal (Rothman et al. 2008). Essa diferença na alimentação foi associada à maior necessidade nutricional, uma vez que as dietas não diferiam em qualidade energética e proteica (Rothman et al., 2008).

6.2 Ingestão de nutrientes

Além da quantidade total de alimento ingerido, podemos ver na Tabela 4, que os bugios jovens se alimentavam dos diferentes itens em proporções diferentes. Isso sugere uma

busca por regulação nutricional diferente dos adultos, indo de encontro com o trabalho de Rothman e colaboradores (2008).

Para o cálculo da quantidade de nutrientes ingeridos, foi utilizado o peso médio consumido de cada espécie vegetal pelos bugios durante sua alimentação. O resultado, na Tabela 8, mostra que os juvenis ingerem uma quantidade maior de todos os nutrientes analisados. Este resultado é reflexo direto da maior quantidade de folha ingerida pelos juvenis e também reforça a hipótese de maior necessidade nutricional dos juvenis (Rothman et al., 2008).

Apesar da carência de dados sobre os membros da família Atelidae, foi possível calcular a necessidade nutricional estimada dos bugios, baseado em modelos de outras famílias de primatas não-humanos (Primate Nutrition, 1997). Os dados, porém, se baseiam em animais adultos, não servindo de estimativa para a necessidade dos juvenis.

Pudemos ver que em uma hora de alimentação exclusivamente de folha, os animais ingeriam uma quantidade suficiente para suprir sua necessidade diária de três nutrientes, sendo eles: Magnésio (Mg), Cálcio (Ca) e Manganês (Mn) (Tab. 9). Visto que o manejo no CEPESBI compreende seis refeições, e estimando que a cada refeição os animais adquirissem a mesma quantidade nutricional vista neste estudo na primeira hora de alimentação, podemos estimar que eles estariam alcançando o mínimo diário de 5 dos 10 nutrientes calculados, sendo: Magnésio (Mg), Cálcio (Ca), Manganês (Mn), Sódio (Na) e Fósforo (P).

Outros nutrientes, porém, foram ingeridos em quantidades muito baixas (inferiores a 3% do valor mínimo diário) e, portanto, precisariam de suplementação de outros itens alimentares com maior variedade nutricional. Esse é o caso do Crômio (Cr), Cobre (Cu), Ferro (Fe) e Zinco (Zn).

A ingestão de água pelos animais se deu totalmente de forma indireta. Ao contrario do observado em *A. caraya* sob dieta exclusivamente de folha (Souza, 2016), não houve registro de consumo de água do cocho. Isso é condizente com o esperado para a espécie, uma vez que bugios normalmente não recorrem a fontes livre de água (Crockett, 1998). Em *A. pigra*, foi vista sua capacidade de manter-se hidratado apenas com a água presente nos alimentos (Milton, 1979). Isso acontece pois eles assimilam 38,7% da água presente nas folhas, e isso corresponde à 93% da seu consumo total (Milton, 1979). Os 7% restantes são devido a reações metabólicas (Milton, 1979). A quantidade de água ingerida no período de amostragem é equivalente a mais de 40 vezes sua necessidade diária, não havendo necessidade da utilização de água de origem metabólica. A alta quantidade de água ingerida é devido ao largo consumo de *L. sativa*, que é composta de uma grande quantidade de água (Tab.9)

Os dados da composição final das espécies vegetais na dieta (Tabela 4), no entanto, não é representativa de todo o período de Alimentação. Isto porque, conforme visto na Figura 5, a proporção do consumo entre as espécies varia com o tempo. Este fato acontece devido ao esgotamento de algumas espécies no recinto, e a necessidade dos bugios de recorrerem às outras disponíveis. Em um estudo com outro modelo de mamífero herbívoro (ovelha; *Ovis aries*) viu-se que, quando em quantidade suficiente, itens de melhor qualidade energética e nutricional são consumidos primeiro (Catanese, Distel, Fernández, & Villalba, 2016). Quando, porém, estão em maior quantidade proporcionalmente, os itens de menos qualidade passam a ser mais ingeridos.

Os autores relacionam isso não com a motivação por se alimentar com itens de menor qualidade, mas com a economia de energia ao não procurar pelos itens mais escassos (Catanese et al., 2016). Corroborando esses dados podemos ver que o tempo de inspeção na bandeja não aumentou com o tempo, independentemente do esgotamento do alimento.

6.3 Orçamento de atividade em função da dieta

Além da ingestão dos alimentos, os resultados mostram também que diferentes dietas influenciam no tempo gasto em diferentes comportamentos expressos pelos bugios cativos durante seu período de alimentação. Como mostrado nas Figura 3 e 4, ao longo do estudo foi possível observar que a composição e a quantidade de alimento da dieta alteraram o tempo de execução da maioria (seis de nove) dos comportamentos amostrados. Essa mesma observação foi feita em *Alouatta caraya*, também sob cuidados humanos (Souza, 2016). Esta alteração corrobora a primeira hipótese deste trabalho, de que a introdução de folhas na primeira refeição diária dos animais alteraria a frequência dos comportamentos exibidos pelos bugios sob cuidados humanos. Esses dados dialogam com o postulado por Young (2003) acerca do enriquecimento alimentar e seu benefício para o comportamento dos animais sob cuidados humanos.

Com a implementação da dieta “Folha”, obtivemos resultados que mostram um deslocamento significativo no tempo de ócio dos bugios para demais comportamentos. Reforçamos então o papel da alimentação no ganho de bem-estar e na melhoria do manejo de bugios sob cuidados humanos. Apenas os comportamentos Brincadeira, Interação Social Agonística e Vocalização não sofreram alterações significativas em quaisquer dietas. Esse fato, no entanto, pode se dar devido à baixa ocorrência destes comportamentos.

Os comportamentos Alimentação e Descanso diferiram significativamente entre as três dietas, com as dietas “Folha” e “Mista” mantendo-se próximas entre si e distantes da “Fruta”. Isso nos mostra que, apesar da diferença entre estas dietas, a presença de folhas teve papel fundamental para a alteração destes comportamentos em relação à dieta “Fruta”. O comportamento Alerta diferiu apenas na dieta “Folha”, revelando o potencial da ausência de frutas em alterar um comportamento.

Já Locomoção, Inspeção e Interação Social Afiliativa, variaram visivelmente entre as três dietas, mas com nível de significância estatística apenas entre as dietas “Mista” e “Fruta”. A forma como estes três comportamentos foram alterados, em frequência, entre as dietas, mostra que além da presença de folhas, a quantidade de alimento disponível também impacta na rotina alimentar dos bugios sob cuidados humanos.

Unindo estes dois fatores, temos que tanto a alteração dos itens alimentares (dieta “Folha”) quanto a quantidade de alimento (dieta “Mista”) tiveram papel relevante na alteração do orçamento de atividades dos animais. Este último, no entanto, teve potencial maior de alterar a forma como os animais se comportam durante a alimentação, uma vez que, mesmo em casos nos quais a dieta “Folha” não desencadeou alterações significativas, a dieta “Mista” diferiu da dieta “Fruta”.

Ao longo do tempo de amostragem, a Alimentação reduz conforme os animais se saciam e os recursos alimentares disponibilizados se esgotam. Na Figura 5 é possível perceber essa redução paulatina nos registros desse comportamento. É possível também perceber uma retomada da alimentação após 55 minutos de amostragem, sugerindo que caso o alimento permanecesse acessível, os animais iniciariam outro período de intensa alimentação. Visto que em vida livre os animais não apresentam mais de um pico de alimentação pela manhã (Hirano et al., 1997), estudos de maior duração são necessários para compreender como a situação de cativeiro influencia a alimentação dos bugios ao longo do dia.

6.4 Diferentes métodos para a determinação da preferência alimentar

Neste estudo, foram usados dois métodos para investigar a predileção dos bugios por determinadas espécies vegetais. O primeiro deles, o método de Varredura (Altmann, 1974), visou observar se a proporção de tempo gasto pelos bugios em Alimentação, é igualmente distribuído dentre as sete espécies vegetais.

O segundo método, teste por pares (Laska et al., 2000), quantifica a numero de vezes que um animal escolhe uma espécie em detrimento de cada uma das outras. Esses dados

podem ser vistos na Figura 6 e na Tabela 5. Uma vez que em ambas as metodologias foi possível apontar um ordenamento de escolha das plantas, os dados corroboram nossa segunda hipótese de trabalho.

Apesar disso, as metodologias divergiram sobre quais plantas seriam preferidas. Segundo a Figura 6, formulada a partir de dados de Varredura, a ordem de preferência dos animais seria *M. nigra* > *F. adhatodifolia* > *I. edulis* > *L. sativa* > *C. glaziovii* > *L. leucocephala* = *T. micrantha*. Já os dados de escolha por pares, na Tabela 5, mostram que a ordem da preferência seria *L. sativa* > *F. adhatodifolia* > *M. nigra* > *C. glaziovii* > *T. micrantha* > *L. leucocephala* > *I. edulis*. Essa diferença pode se dar devido a imprecisões presentes na Metodologia 1 (Varredura).

O fato de, durante as coletas da Metodologia 1, os animais se alimentarem em pares no recinto, pode ter criado um viés de alimentação, uma vez que o indivíduo dominante no recinto possui acesso maior aos alimentos de maior qualidade (Dalmaso & Codenotti, 2010; Vogel, 2005; Visalberghi *et al.*, 1998). Escolhendo os alimentos de melhor qualidade primeiro, os dominantes deixam para os demais animais no recinto apenas os alimentos de baixa qualidade obrigando-os a se alimentarem destes. Já na metodologia 2 (Escolha por pares), eles eram testados sem a presença de outros animais no recinto, o que anula o efeito da dominância.

Outro fator refere-se à proporção de cada item durante os experimentos. Na Metodologia 1, conforme as espécies preferidas se esgotavam e os animais não se encontravam saciados, eles se alimentavam das demais espécies mesmo que não fossem ideais, como visto para outros herbívoros como a *O. aries* (Catanese *et al.*, 2016). Na metodologia 2, caso não quisessem consumir determinada espécie, seja pela sua baixa qualidade ou pela presença de compostos indesejados, os animais possuíam outra alternativa.

Portanto, apesar da Metodologia 1 ser uma ferramenta útil para estipular a proporção com que os bugios adultos ingerem cada item alimentar, ela não é adequada para traçar a preferência destes. Sendo assim, os dados resultantes da Metodologia 2 são mais fidedignos à estudos de preferência.

6.5 Preferência alimentar de bugios ruivos sob cuidados humanos

A partir dos dados da Metodologia 2, podemos ver que foi possível traçar a preferência não só para o grupo geral (plantel), mas também para os subgrupos analisados (Tabela 5). Apesar de não serem idênticas, as classificações das plantas entre os três critérios se

mostraram altamente similares. Outros estudos de preferência já haviam demonstrado essa coesão entre os critérios (Laska et al., 2000). O estudo de Laska e colegas (2000) também mostrou que, apesar das variações que ocorrem na alimentação dos bugios de vida livre ao longo do ano (Hirano et al., 1997), em cativeiro não há variações sazonais na preferência alimentar.

No entanto, o Critério 1 apresentou empate entre diversas espécies vegetais. Isso mostra uma baixa coesão entre os animais testados, provavelmente indicando um fator individual influenciando a preferência. Os dados estão divididos de acordo com as características sexuais e etárias dos indivíduos. Ao analisarmos os subgrupos, vimos que os confrontos Adultos x Juvenis e Machos x Fêmeas mostraram que há uma variabilidade entre eles. Isso pode nos dizer que tanto o sexo quanto a idade dos animais influenciam na sua preferência.

Já a época do ano em que este estudo foi desenvolvido não é um fator determinante para os resultados. Laska e colegas (2000) mostraram que, apesar das variações que ocorrem na alimentação dos bugios ruivos (*A. clamitans*) de vida livre ao longo do ano (Hirano et al., 1997), em cativeiro não há variações sazonais na preferência alimentar, devido à disponibilidade homogênea de alimentos.

Os testes de correlação mostraram que a preferência dos *A. clamitans* tem uma relação negativa com a quantidade de compostos fenólicos totais e de Bário (Ba). Os compostos fenólicos são uma diversa classe de metabolitos secundários abundantes em tecidos vegetais, especialmente em processos de cicatrização (Singleton, 1981); e possuem grande capacidade antioxidante (Grace & Logan, 2000). Em humanos, seu consumo tem sido relacionado com a prevenção de doenças como: câncer (Steinmetz & Potter, 1996), acidente vascular cerebral (Ness & Powles, 1997), doenças cardíacas (Criqui & Ringel, 1994) e osteoporose (Adlerceutz & Mazur, 1997).

Polifenóis abundantes em alguns vegetais são os taninos (Deshpande & Cheryan, 1985). Os taninos possuem a habilidade de complexar e precipitar proteínas (Salunkhe et al., 1990). Os taninos estão associados a alterações no sabor, cor e à redução da digestibilidade e da assimilação de ferro (Salunkhe et al., 1982).

Assim como este trabalho viu para *A. clamitans*, outros relatos existem para demais primatas que evitam fenólicos em sua alimentação, como é o caso dos orangotangos (*Pongo pigmaeus*) (Leighton, 1993) e babuíños-anúbis (*Papio anubis*) (Barton & Whiten, 1994). Outros mamíferos também apresentam esse comportamento de evitar consumir alimentos

ricos em fenólicos, como é o caso do esquilo japonês gigante voador (*Peturista leucogenys*) (Ito et al., 2017). No seu estudo, Ito e colaboradores relatam que o nível de detalhamento dos animais chega ao nível de evitarem partes específicas das folhas que contêm mais fenólicos.

Apesar destes trabalhos estabelecerem a relação negativa entre a presença de compostos fenólicos e a alimentação desses animais, não foram encontrados estudos que mostram como e porque essa evitação acontece. Dosagens mais detalhados, acerca da proporção de taninos nos compostos fenólicos totais analisados, em nosso estudo, devem ser realizados para esclarecer a carência de informações. Além disso, entender como os fenólicos são percebidos pelos animais e como, em intensidade, ele prejudica seus organismos, deve contribuir para o entendimento da alimentação dos herbívoros.

Quanto ao Bário, não foram encontrados estudos que indiquem sua relação com a preferência alimentar. As informações disponíveis sobre o Bário indicam que ele pode estar relacionado com a proteção contra herbivoria, uma vez que foi encontrado cristalizado com o oxalato de cálcio (He et al., 2012). Que por sua vez atua na defesa contra herbivoria tanto por grandes animais quanto por insetos (Finley, 1999). Em primatas a distribuição de Bário no dente já foi descrita como uma ferramenta para revelar a transição de dietas entre a amamentação e o desmame (Austin et al., 2013), uma vez que, presente na alimentação, ele se deposita também no tecido dentário.

As únicas correlações encontradas para o grupo todo foram negativas. Correlações positivas foram encontradas apenas nos subgrupos. O ordenamento de preferência dos juvenis possui correlação positiva com a quantidade de Cálcio (Ca). O cálcio é um nutriente essencial no desenvolvimento de qualquer vertebrado (Mundy & Martin, 1993). Mais de 98% do cálcio do corpo está presente nos ossos (Primate Nutrition, 1997). Além disso, é necessário para regulação hormonal, contração muscular, transmissão nervosa e divisão celular, entre outros (Primate Nutrition, 1997; Mundy & Martin, 1993).

Em *Cebus apella*, a quantidade de cálcio no sangue de indivíduos juvenis é significativamente maior que no sangue de indivíduos adultos (Teixeira et al., 2013; Riviello & Wirz, 2001). Teixeira e colaboradores (2013) associam esse fato ao intenso crescimento longitudinal e maturação dos ossos, que ocorre nas fases iniciais da vida. Essa necessidade de níveis mais elevados de cálcio para manter a homeostase pode justificar a preferência maior de juvenis por itens, que contenham maior quantidade desse mineral.

Esse mecanismo difere do encontrado para gorilas, uma vez que seus juvenis regulam a quantidade de nutrientes através da quantidade de alimento ingerida, e não pelo consumo preferencial de itens mais ricos em nutrientes (Rothman et al., 2008). No caso dos bugios

estudados a estratégia seria mista, visto que estes comem folhas em maior quantidade e tem uma predileção maior por plantas mais ricas em cálcio.

Os machos adultos, por sua vez, obtiveram correlação positiva entre sua preferência e a quantidade de fósforo (P) e sódio (Na) nas folhas. O sódio e o fósforo são os dois elementos mais limitantes de crescimento em mamíferos herbívoros (Grasman & Hellgren, 2016; Primate Nutrition, 1997). A importância do sódio na fisiologia dos mamíferos se dá, pois ele é o cátion de maior concentração na matriz extracelular. Por regular a quantidade no organismo ele influencia na sede e na pressão sanguínea dos animais (Primate Nutrition, 1997). Por serem maiores que as fêmeas e os juvenis (Gregorin, 2006), os machos podem necessitar de uma quantidade maior deste elemento para manter sua homeostase.

Já o fósforo também está intimamente ligado com o crescimento e manutenção dos ossos (Primate Nutrition, 1997). Também participa da regulação osmótica e constitui o DNA, o RNA e a membrana plasmática. Além disso, ele é essencial para que ocorram algumas reações metabólicas e energéticas (Knochel, 1999). Um estudo com a *A. palliata* mostrou que unindo características metabólicas e o tamanho dos indivíduos, bugios fêmeas possuem diariamente apenas 63,5% do gasto energético dos machos (Milton, Casey, & Casey, 1979). Essa maior taxa de queimas calóricas pode, a princípio, explicar a preferência dos machos por fósforo.

A única correlação exclusiva com a preferência das fêmeas foi a do composto volátil surfíinol (3,5-dimetil-hex-1-em-3-ol). Sabe-se que este composto pertence à classe dos surfactantes, ou tensioativos. Moléculas dessa classe podem ser sintéticas ou naturais, que são produzidas por bactérias, fungos e plantas (Mulligan, 2005). Essas moléculas possuem diversas funções na natureza, todas derivadas da sua capacidade de reduzir a tensão superficial dos líquidos (Mulligan, 2005). Características exclusivas do surfíinol não foram encontradas na literatura.

Compostos voláteis exalados pelas plantas dão pistas sensoriais importantes sobre as características nutricionais das plantas (Goff & Klee, 2006). Apesar disso, a proporção de compostos voláteis correlatos à preferência dos bugios, em relação ao total analisado, é menor que a proporção dos nutrientes correlatos a ela. Isso pode ser devido ao fato de que os bugios possuem o olfato menos sensível dentre os primatas neotropicais, se assemelhando ao olfato humano (Gilad et al., 2004).

Este conjunto de correlações corrobora a Hipótese 3 desse trabalho, mostrando que a preferência dos bugios ruivos sob cuidados humanos é determinada por um conjunto de elementos e compostos bioquímicos do alimento. Além disso, nossos dados inserem os bugios na categoria de estratégia de evitar toxinas privando-se de alimentos ricos em compostos secundários e de defesa das plantas. No entanto, estudos mais detalhados se fazem necessários para maior certeza.

7 Conclusão

Concluimos que diferentes dietas podem influenciar o comportamento de *A. clamitans* sob cuidados humanos de diferentes formas, como a quantidade de alimento ingerida e interação da Alimentação com demais comportamentos. Para isso, a introdução de dietas abundantes de folhas e/ou de maior volume de alimento, mostrou-se uma ferramenta pertinente. Através dessas alterações na rotina alimentar de bugios em cativeiro é possível aumentar a ocorrência de comportamentos positivos para o bem-estar animal.

Foi observado que juvenis consomem mais folhas que os adultos e que, portanto, tem uma aquisição maior de nutrientes. Em uma hora de alimentação, os animais consomem quantidades suficientes de alimentos para suprir a necessidade diária de alguns nutrientes já no jejum.

O estudo também revelou que para a determinação da preferência, a análise do tempo de alimentação com cada espécie vegetal não foi representativa. Logo, a escolha por pares é, dentre as testadas, a metodologia ideal para mensuração de preferência. Apesar de possuírem uma alimentação diversa, bugios apresentam preferência por determinadas plantas em detrimento de outras. Grupos de indivíduos de diferentes sexos e/ou classes etárias apresentam preferências similares. Porém, não idênticas, indicando que a preferência tem um componente individual

Vimos também que é possível identificar características bioquímicas e nutricionais e que se relacionam diretamente com a preferência. A espécie como um todo possui apenas relações negativas, se encaixando no seu perfil de generalista, que alimenta de uma grande variedade de itens alimentares e espécies vegetais, apenas evitando altas quantidades de compostos tóxicos. Já os subgrupos de sexo ou idade diferentes possuem correlações específicas de atração por alguns compostos.

Como se dá a percepção destes componentes e sua relação com a preferência, no entanto, precisa ser melhor compreendido. Estudos mais específicos sobre o sistema sensorial dos bugios e sobre como os compostos são metabolizados por eles podem contribuir para o entendimento definitivo da alimentação desse gênero e assim, contribuir para sua conservação e manejo.

Este estudo contribui para a melhora do manejo do gênero em cativeiro e serve de base para novas investigações sobre os mecanismos de alimentação deste e de outras herbívoros generalistas.

8 Referências bibliográficas

- Adlercreutz, H., & Mazur, W. (1997). Phyto-oestrogens and Western diseases. *Annals of medicine*, 29(2), 95-120.
- Albuquerque, V. J., & Codenotti, T. L. (2006). Etograma de um grupo de bugios-pretos, *Alouatta caraya* (Humboldt, 1812) (Primates, Atelidae) em um habitat fragmentado. *Revista de Etologia*, 8(2), 97-107.
- Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behavior*, 49(3), 227-267.
- Auricchio, P. (1995). *Primates do Brasil*. Terra Brasilis Comércio de Material Didático e Editora.
- Austin, C., Smith, T. M., Bradman, A., Hinde, K., Joannes-Boyau, R., Bishop, D., ... & Arora, M. (2013). Barium distributions in teeth reveal early-life dietary transitions in primates. *Nature*, 498(7453), 216.
- Barton, R. A., & Whiten, A. (1994). Reducing complex diets to simple rules: food selection by olive baboons. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 35(4), 283-293.
- Bicca-Marques, J. C. (2003). How do howler monkeys cope with habitat fragmentation?. In *Primates in fragments* (pp. 283-303). Springer, Boston, MA.
- Bolker, B. M., Brooks, M. E., Clark, C. J., Geange, S. W., Poulsen, J. R., Stevens, M. H. H., & White, J. S. S. (2009). Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. *Trends in Ecology and Evolution*, 24(3), 127-135.
- Bonvicino, C. R. (1987). Observações sobre a ecologia eo comportamento de *Alouatta belzebul* (Primates: Cebidae) na mala atlântica. *Unpublished MSc dissertation, Federal University of Paraíba*.
- Bonvicino, C. R. (1989). Ecologia e comportamento de *Alouatta belzebul* (Primates: Cebidae) na mata atlântica. *Rev Nordest Biol*, 6, 149-179.
- Catanese, F., Distel, R. A., Fernández, P., & Villalba, J. J. (2016). How the foraging decisions of a small ruminant are influenced by past feeding experiences with low-quality food. *Behavioural Processes*, 126, 12-20. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2016.02.015>
- Chivers, D. J. (1998). Measuring food intake in wild animals: primates. *Proceedings of the Nutrition Society*, 57(2), 321-332
- Criqui, M. H., & Ringel, B. L. (1994). Does diet or alcohol explain the French paradox?. *The Lancet*, 344(8939-8940), 1719-1723.
- Crockett, C. M. (1998). Conservation biology of the genus *Alouatta*. *International Journal*, 19(3), 549-578.
- Dada, A. N., Souza-junior, J. C., Oliveira, D. A. G. de, & Hirano, Z. M. B. (2011). Padrões comportamentais de bugio-ruivo (*Alouatta clamitans* Cabrera , 1940) em cativeiro (Primates : Atelidae). In J. Miranda & Z. Hirano (Eds.), *A primatologia no Brasil Vol. 12* (Vol. 12, pp. 138-160).
- Dalmaso, A. C., & Codenotti, T. L. (2010). Comportamentos de hierarquia e dominância em grupos de bugios-ruivos, *Alouatta guariba clamitans* (Cabrera, 1940), em cativeiro. *Revista de Etologia*, 9(2), 40-47.
- Deshpande, S. S., & Cheryan, M. (1985). Evaluation of vanillin assay for tannin analysis of dry beans. *Journal of Food Science*, 50(4), 905-910.
- Dunn, J. C., Halenar, L. B., Davies, T. G., Cristobal-Azkarate, J., Reby, D., Sykes, D., ... & Knapp, L.

- A. (2015). Evolutionary trade-off between vocal tract and testes dimensions in howler monkeys. *Current Biology*, 25(21), 2839-2844
- Espinosa-Gómez, F., Gómez-Rosales, S., Wallis, I. R., Canales-Espinosa, D., & Hernández-Salazar, L. (2013). Digestive strategies and food choice in mantled howler monkeys *Alouatta palliata mexicana*: Bases of their dietary flexibility. *Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology*, 183(8), 1089–1100.
- Finley, D. S. (1999). Patterns of calcium oxalate crystals in young tropical leaves: a possible role as an anti-herbivory defense. *Revista de biología tropical*, 47(1-2), 27-31.
- Fleagle, J. G., & Meldrum, D. J. (1988). Locomotor behavior and skeletal morphology of two sympatric pitheciine monkeys, *Pithecia pithecia* and *Chiropotes satanas*. *American Journal of Primatology*, 16(3), 227-249.
- Freeland, W. J., & Janzen, D. H. (1974). Strategies in herbivory by mammals: the role of plant secondary compounds. *The American Naturalist*, 108(961), 269-289.
- Gfroerer, T. H. (2000). Encyclopedia of analytical chemistry. *Meyers, RA (ed.)*, 9209-9231.
- Gilad, Y., Wiebe, V., Przeworski, M., Lancet, D., & Paabo, S. (2004). Loss of Olfactory Receptor Genes Coincides with the Acquisition of Full Trichromatic Vision in Primates. *PLoS Biology*, 2(1), 120–125
- Goff, S. A., & Klee, H. J. (2006). Plant Volatile Compounds : Sensory cues for health and nutritional value? *Science*, 311, 815–819.
- Grace, S. C., & Logan, B. A. (2000). Energy dissipation and radical scavenging by the plant phenylpropanoid pathway. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 355(1402), 1499-1510.
- Grasman, B. T., & Hellgren, E. C. (2016). *PHOSPHORUS NUTRITION IN WHITE-TAILED DEER : NUTRIENT BALANCE , PHYSIOLOGICAL RESPONSES , AND ANTLER GROWTH*. 74(8), 2279–2296.
- Gregorin, R. (2006). Taxonomia e variação geográfica das espécies do gênero *Alouatta* Lacépède (Primates, Atelidae) no Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(1), 64–144.
- Guedes, P. G., Silva, S. D., Camardella, A. R., Abreu, M. D., Borges-Nojosa, D. M., Silva, J. D., & Silva, A. A. (2000). Diversidade de mamíferos do Parque Nacional de Ubajara (Ceará, Brasil). *Mastozoologia Neotropical*, 7(2), 95-100.
- He, H., Bleby, T. M., Veneklaas, E. J., Lambers, H., & Kuo, J. (2012). Precipitation of calcium, magnesium, strontium and barium in tissues of four *Acacia* species (Leguminosae: Mimosoideae). *PLoS one*, 7(7), e41563.
- Hershkovitz, P. (1977). *Living new world monkeys (Platyrrhini)*. University of Chicago Press.
- Hirano, Z. M. B., Marques, S. W., Silva, J. C., Robl, F., & Wanke, E. (1997). Comportamento e hábitos dos bugios (*Alouatta fusca*, Primatas, Cebidae) do Morro Geisler (Indaial - SC - Brasil). *Dynamis (Blumenau)*, 5(19), 19–48.
- ICMBio. (2018). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume II - Mamíferos. In *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção* (Vol. 2).
- Ito, M., Tamura, N., & Hayashi, F. (2017). Seasonal changes in leaf chemistry and leaf selection of the Japanese giant flying squirrel upon two tree species. *Ecology and evolution*, 7(15), 5766-5773.
- Jirovetz, L., Smith, D., & Buchbauer, G. (2002). Aroma compound analysis of *Eruca sativa* (Brassicaceae) SPME headspace leaf samples using GC, GC-MS, and olfactometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(16), 4643–4646.

- Johnson, E. (2000). Food-neophobia in semi-free ranging rhesus macaques: Effects of food limitation and food source. *American Journal of Primatology*, 50(1), 25–35.
- Laska, M., Freist, P., & Krause, S. (2007). Which senses play a role in nonhuman primate food selection? A comparison between squirrel monkeys and spider monkeys. *American Journal of Primatology*, 69(3), 282–294.
- Laska, M., Salazar, L. T. H., & Luna, E. R. (2000). Food preferences and nutrient composition in captive spider monkeys, *Ateles geoffroyi*. *International Journal of Primatology*, 21(4), 671–683.
- Leighton, M. (1993). Modeling dietary selectivity by Bornean orangutans: evidence for integration of multiple criteria in fruit selection. *International Journal of Primatology*, 14(2), 257–313.
- Lutz, I. A. (2008). *Métodos físicos-químicos para análise de Alimentos* (4^a).
- Marques, A. D. (2001). *Estratégias de uso do espaço por Alouatta guariba clamitans Cabrera, 1940 em habitats temperado e subtropical no sul do Brasil* (Doctoral dissertation, Tese de doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte).
- MARTINS, D. S. (2015). *BIOACÚSTICA E BEM-ESTAR EM CATIVEIRO: RUGIDOS DE Alouatta caraya (Primates, Atelidae) COMO ELEMENTO DE ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL*. Universidade de São Paulo.
- Mattson Jr, W. J. (1980). Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Annual review of ecology and systematics*, 11(1), 119–161.
- MENDONÇA-FURTADO, O. DE. (2006). *USO DE FERRAMENTAS COMO ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL PARA MACACOS-PREGO (Cebus apella) CATIVOS*. Universidade de São Paulo.
- Milton, K. (1979). Aspects of dietary quality, nutrient assimilation and water balance in wild howler monkeys (*Alouatta palliata*). *Oecologia*, 39(3), 249–258.
- Milton, K. (1998). Physiological ecology of howlers (*Alouatta*): energetic and digestive considerations and comparison with the Colobinae. *International Journal of Primatology*, 19(3), 513–548.
- Milton, K., Casey, T. M., & Casey, K. K. (1979). The basal metabolism of mantled howler monkeys (*Alouatta palliata*). *Journal of Mammalogy*, 60(2), 373–376.
- Miranda, J. M. D. (2004). Ecologia e conservação de *Alouatta guariba clamitans* cabrera, 1940 em floresta ombrófila mista no estado do Paraná, Brasil.
- Miranda, J. M. D., & Passos, F. C. (2004). Hábito alimentar de *Alouatta guariba* (Humboldt) (Primates, Atelidae) em Floresta de Araucária, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(4), 821–826.
- Mulligan, C. N. (2005). Environmental applications for biosurfactants. *Environmental Pollution*, 133(2), 183–198.
- Mundy, G. R., & Martin, T. J. (1993). Physiology and Pharmacology of Bone. In *Handbook of Experimental Pharmacology* (Vol. 11).
- Ness, A. R., & Powles, J. W. (1997). Fruit and vegetables, and cardiovascular disease: a review. *International Journal of epidemiology*, 26(1), 1–13.
- Neville, M. K., Glander, K. E., Braza, F., & Rylands, A. B. (1988). The Howling Monkeys, Genus *Alouatta*. *Ecology and Behavior of Neotropical Primates*, 349–453.
- Primate Nutrition, A. H. C. on N. (1997). Nutrients Requirements of Nonhuman Primates. In *Angewandte Chemie International Edition in English* (Vol. 36).
- Reddy, N. R., Sathe, S. K., & Salunkhe, D. K. (1982). Phytates in legumes and cereals. In *Advances in food research* (Vol. 28, pp. 1–92). Academic Press.

- Riviello, M. C., & Wirz, A. (2001). Haematology and blood chemistry of *Cebus apella* in relation to sex and age. *Journal of medical primatology*, 30(6), 308-312.
- Robbins, L. (2007). *An essay on the nature and significance of economic science*. Ludwig von Mises Institute.
- Rothman, J. M., Dierenfeld, E. S., Hintz, H. F., & Pell, A. N. (2008). Nutritional quality of gorilla diets: Consequences of age, sex, and season. *Oecologia*, 155(1), 111-122.
- Santamaría-Gómez, A. M. (1999). Ecologia e comportamento de *Alouatta seniculus* em uma mata de terra firme na Amazônia Central. *MS tesis. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil*.
- Setz, E. Z. F. (1991). Métodos de quantificação de comportamento de primatas em estudos de campo. *A primatologia no Brasil*, 3, 411-435.
- Schoener, T. W. (1971). Theory of feeding strategies. *Annual review of ecology and systematics*, 2(1), 369-404.
- Sgai, M. G. F. G. (2007). *Avaliação da influência das técnicas de enriquecimento ambiental nos parâmetros endócrinos e comportamentais de Callithrix penicillata (sagüi- de-tufos-pretos) mantidos em estabilidade social e isolados*. Universidade de São Paulo.
- Singleton, V. L. (1981). Naturally occurring food toxicants: phenolic substances of plant origin common in foods. In *Advances in food research* (Vol. 27, pp. 149-242). Academic Press.
- Souza, I. A. de. (2016). *Diferentes dietas para bugios pretos (Alouatta caraya) cativos e sua influência na variação comportamental e definição de preferência alimentar*. Universidade de São Paulo.
- Steinmetz, K. A., & Potter, J. D. (1996). Vegetables, fruit, and cancer prevention: a review. *Journal of the american dietetic association*, 96(10), 1027-1039.
- Teixeira, M. G., Ferreira, A. F., Colaço, A. A., Ferreira, S. F., de Melo Benvenuti, M. E., & Queiroga, F. L. P. G. (2013). Hematologic and blood chemistry values of healthy *Cebus flavius* kept in northeast of Brazil. *Journal of medical primatology*, 42(2), 51-56.
- Vasconcellos, A. D. S. (2009). *O Estímulo ao forrageamento como fator de enriquecimento ambiental para lobos guarás: efeitos comportamentais e hormonais*. Universidade de São Paulo.
- Visalberghi, E., Valente, M., & Frigaszy, D. (1998). Social context and consumption of unfamiliar foods by capuchin monkeys (*Cebus apella*) over repeated encounters. *American Journal of Primatology*, 45(4), 367-380.
- Vogel, E. R. (2005). Rank differences in energy intake rates in white-faced capuchin monkeys, *Cebus capucinus*: The effects of contest competition. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 58(4), 333-344.
- Young, R. J. (2003). Environmental enrichment for captive animals. In James K. Kirkwood, Robert C. Hubrecht, & Elizabeth A. Roberts (Eds.), *Environmental enrichment for captive animals* (1st ed.). Blackwell.