



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Biológicas

Programa de Pós-Graduação em Ecologia

O repertório vocal e o papel das vocalizações no forrageio social de macacos-prego do Cerrado (*Sapajus libidinosus*)

Carolina Almeida Lisboa

Orientadora: Prof. Dra. Ludmilla Moura de Souza Aguiar

Brasília, DF

Setembro de 2020



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Biológicas

Programa de Pós-Graduação em Ecologia

O repertório vocal e o papel das vocalizações no forrageio social de macacos-prego do Cerrado (*Sapajus libidinosus*)

Carolina Almeida Lisboa

Orientadora: Prof. Dra. Ludmilla Moura de Souza Aguiar

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia

Brasília, DF

Setembro de 2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha mãe, minha inspiração como mulher e como pessoa, obrigada por me mostrar o amor incondicional, por sempre me apoiar e incentivar, sem você nada disso seria possível. Agradeço ao meu pai, por todo carinho e dedicação e por sempre me ensinar a dar valor ao que realmente importa. Aos meus irmãos, Luíza, Lucas e Tiago, por me proporcionarem o amor fraterno e por me ensinarem que o amor, mesmo em família, deve ser construído e cultivado. Agradeço à toda a minha família pelo apoio que sempre me proporcionaram. Ao meu amor, Yuri, por sempre acreditar em mim, por me incentivar a querer ser melhor a sonhar alto e por ser meu porto, meu acalento.

Agradeço ao CNPq por conceder a minha bolsa e ao programa de Pós-Graduação em Ecologia, por todo o auxílio e por ter proporcionado a possibilidade de realização dessa pesquisa. Agradeço a sorte que eu tive em ter dois orientadores que eu tanto admiro. Ao Dida, por ter me despertado o amor pelos primatas e pela primatologia, por ter incentivado todas as minhas ideias e por todos os preciosos ensinamentos que vou levar comigo pra sempre. À Ludmilla, por todo o acolhimento que foi tão importante pra mim, por sempre estar presente, por todas as contribuições e por ser um exemplo como mulher e cientista, em que eu sempre vou me espelhar.

Agradeço aos meus amigos primatólogos, Coró, Bolívia, Murilo, Túlio, Thalita e Ricardo, pela caminhada juntos e por todas as trocas e contribuições. Aos meus amigos do laboratório de morcegos, por todo o apoio e união, por me fazerem sentir parte da equipe e por todos os momentos de descontração. Agradeço a todos que me ajudaram no trabalho de campo, Mari Machado, Mari Viana, Aline, Ricardo, Caio, Júlia e Fernanda, que enfrentaram junto comigo os desafios e as delícias de acompanhar os macacos na mata. Agradeço aos meus amigos, companheiros de caminhada, Bárbara, Gordão, João, Alê, Nat, Muri, Vitória, Isa, Laís e principalmente à Luana, por sempre estarem ao meu

lado, por todos os conselhos, trocas e por todos os momentos incríveis que sempre me proporcionaram, vocês ocupam um espaço enorme no meu coração.

Agradeço a todos os trabalhadores da recepção do PNB/Água Mineral, em especial à Simone, ao Cristiano, ao Fábio e ao Ivonildo, obrigada por todo o apoio e por sempre me contarem as “macaquices” que aconteciam quando eu não estava presente.

Por fim, agradeço aos macacos-prego Rambo, Rihana, Cotoca, Richard, Mini Dida, Amarelo, Spike, Goku (meu xodó), Caju e Romã, por terem me permitido acompanhá-los de perto, me proporcionando vivências incríveis e inesquecíveis, por terem reforçado meu amor pela natureza e pelos primatas e por todos os ensinamentos, que só quem já acompanhou um grupo de primatas consegue compreender.

RESUMO

Para os primatas a comunicação vocal é um mecanismo essencial para o desempenho do comportamento social. Macacos-prego (gêneros *Cebus* e *Sapajus*) são primatas neotropicais que apresentam avançada capacidade cognitiva e amplo repertório vocal com rica variação de tipos de chamados. A espécie *Sapajus libidinosus* é endêmica do Brasil e apesar de alguns estudos descreverem tipos específicos de vocalizações dessa espécie, ainda não existe uma descrição completa de seu repertório vocal. Assim, o objetivo do Capítulo 1 foi descrever o repertório vocal de um grupo de *S. libidinosus*, que habita o Parque Nacional de Brasília (PNB) e comparar as vocalizações com as de *S. nigritus* e *S. flavius*, que já apresentam repertório vocal descrito. Para isso foram realizadas amostragens focais do grupo de *S. libidinosus*, que consistiu na gravação das vocalizações emitidas pelos indivíduos e registro dos contextos comportamentais. Foram obtidos 25 tipos distintos de vocalizações mostrando que o repertório vocal da espécie apresenta grande variedade estrutural entre tipos de chamados. As vocalizações foram categorizadas de acordo com seu contexto de emissão nas seguintes categorias: chamados de contato, chamados de forrageio, séries de assobios, chamados de agressão, chamados em resposta à agressão, chamados relacionados a displays sexuais e chamados de alarme ou estresse. Das 25 vocalizações descritas, 24 apresentaram equivalentes em *S. nigritus* e 11 em *S. flavius*. O Capítulo 2 analisou especificamente as vocalizações associadas ao alimento com o objetivo de verificar se esses chamados estão relacionados de alguma forma às características do recurso que desencadeou sua emissão. A amostragem foi a mesma do Capítulo 1, mas também foram registradas a qualidade (tipo) e a quantidade da fonte de recurso nos eventos de forrageio. A espécie *S. libidinosus* apresentou quatro tipos distintos de chamados associados ao alimento. As vocalizações *chihui* e *contact note* foram menos específicas e emitidas durante o forrageamento e a alimentação de todos os tipos de recurso. As outras duas, *food associated whistle series* (FAWS) e *grgr*, foram mais específicas, emitidas preferencialmente durante os eventos de alimentação que envolviam fontes de recursos antrópicos e de algumas espécies de frutos, principalmente quando essas fontes eram abundantes. Sendo assim, FAWS e *grgr* tem o potencial de informar para outros indivíduos a presença de uma fonte de recurso de boa qualidade.

Palavras-chave: Primata; Comunicação; Chamado; Alimento; Referencialidade.

ABSTRACT

Vocal communication is an essential mechanism in primate social behavior. Capuchin monkeys (genera *Cebus* and *Sapajus*) are Neotropical primates with advanced cognitive abilities and rich vocal repertoire. *Sapajus libidinosus* is endemic to Brazil, and although some studies describe specific vocalization types for this species, there is still no complete description of its vocal repertoire. Therefore, the objective of Chapter 1 was to describe the vocal repertoire of a group of *S. libidinosus* that lives in Parque Nacional de Brasília (PNB) and to compare their vocalizations to those of *S. nigritus* and *S. flavius*, both of which already have their vocal repertoire described. Focal samples were taken from the *S. libidinosus* group, which consisted of recording the vocalizations emitted by individuals and registering the behavioral contexts. We obtained 25 types of vocalizations showing that the species' vocal repertoire is rich, and call types present significant structural variation. The vocalizations were categorized according to their emission context in the following categories: contact calls, foraging calls, whistle series, aggression calls, calls in response to aggression, calls related to sexual displays and alarm, and stress-related calls. Of the 25 described vocalizations, 24 had equivalents in *S. nigritus* and 11 in *S. flavius*. In Chapter 2, I specifically analyzed if resources' characteristics were related to foraging calls emissions. The sampling was the same as in Chapter 1, but the resource quality (type) and quantity were also registered during foraging events. The species *S. libidinosus* presented four distinct types of calls associated with foraging. Chihui and contact notes were less specific calls and were emitted during foraging and feeding independently of the resource type. Food associated whistle series (FAWS) and grgr were more specific calls, emitted preferentially during feeding contexts involving anthropogenic resources and some species of fruit, especially when the sources were abundant. Consequently, FAWS and grgr are vocalizations that may have the potential to inform other individuals about the quality of the resources.

Key words: Primate; Communication; Calls; Feeding resources.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1. Foto de satélite da localização do PNB no DF e da área de uso do grupo de macacos-prego da espécie *Sapajus libidinosus*, que compreende uma mancha de mata de galeria e as áreas de duas piscinas artificiais (Fonte: Google Earth)..... 18

Figura 2. Macacos-prego do Grupo Rambo, da espécie *Sapajus libidinosus*, no Parque Nacional de Brasília. (a) Richard; (b) Rambo, o macho alfa; (c) Rihana, a fêmea alfa; e (d) Cotoca carregando Caju. Fotos: Carolina Lisboa. 20

Figura 3. Espectrogramas das vocalizações de contato emitidas por macacos-prego (*S. libidinosus*). (a) *Contact note*; (b) *lip and teeth smacking*; (c) *infant babbling*; (d) *sirena*; e (e) *trill*. 27

Figura 4. Espectrogramas das vocalizações de forrageio emitidas por macacos-prego (*S. libidinosus*). (a) *Grgr* com dois elementos; (b) *grgr* com três elementos; (c) *chihui*; e (d) *patinado*. 32

Figura 5. Espectrogramas das séries de assobios emitidas por macacos-prego (*S. libidinosus*). (a) *Food associated whistle series*, introduzido por *grgr*; (b) *inter group encounter whistle series*; e (c) *long distance whistle series*. 34

Figura 6. Espectrogramas das vocalizações de agressão emitidas por macacos-prego (*S. libidinosus*). (a) *Aggressive contact note*; (b) *pip*; (c) *cough cough*; e (d) *ascending rapid staccato*. 36

Figura 7. Espectrogramas das vocalizações em resposta a agressão emitidas por macacos-prego (*S. libidinosus*). (a) *Screams*; (b) *pulsed scream*; (c) *squeal*; e (d) *screams e squeals*. 38

Figura 8. Espectrogramas das vocalizações relacionadas a displays sexuais emitidas por macacos-prego (*S. libidinosus*). (a) *Chuck*; (b) *notas detalhadas de raspy estrous call*; e (c) *sequência de raspy estrous calls*. 40

Figura 9. Espectrogramas das vocalizações de alarme ou estresse emitidas por macacos-prego (*S. libidinosus*). (a) *Hip*; (b) *double hip*; (c) *hiccup* com duas notas do primeiro tipo de elemento; (d) *hiccup* com cinco notas do primeiro tipo de elemento; (e) *bark*; e (f) *wah wah*. 42

Figura 10. Frequência de emissão das vocalizações de *S. libidinosus* pelos animais focais durante as gravações. As abreviações dos chamados encontram-se na tabela 4. 46

Figura 11. Médias (\pm DP) da frequência absoluta de emissão de cada chamado de acordo com o sexo dos indivíduos adultos de *S. libidinosus*, em que “F” representa as fêmeas e “M” os machos. As abreviações das vocalizações encontram-se na tabela 4. 47

Figura 12. Médias (\pm DP) da frequência absoluta de emissão de cada chamado de acordo com a faixa etária dos indivíduos de *S. libidinosus*, em que “A” representa os adultos, “S” o subadulto e “J” o juvenil. As abreviações das vocalizações encontram-se na tabela 4. 47

CAPÍTULO 2

Figura 1. Espectrogramas das vocalizações associadas ao alimento emitidas por macacos-prego (*S. libidinosus*). (a) *contact note*; (b) *chihui*; (c) *food associated whistle series*; e (d) *grgr*.78

Figura 2. Proporção de focais em que houve a emissão de algum chamado associado ao alimento (CAA) por *S. libidinosus* (com emissão) durante o forrageio das quatro categorias de fontes de recurso e a proporção de focais em que não houve a emissão de nenhum CAA durante o forrageio (sem emissão).79

Figura 3. Proporção de focais em que houve a emissão dos chamados associados ao alimento (C, CN, FAWS e G) por *S. libidinosus* para cada tipo de fonte de recurso (antrópico, fruto, caule e proteína). As proporções foram calculadas com base no número total de focais em que houve forrageio de cada tipo de recurso. As vocalizações podem ter sido emitidas em um mesmo focal, mas foram contabilizadas separadamente. C: *chihui*; CN: *contact note*; FAWS: *food associated whistle series*; G: *grgr*.80

Figura 4. Frequência de registros de eventos de alimentação em cada tipo de fonte de recurso exploradas por *S. libidinosus* no Parque Nacional de Brasília.82

Figura 5. Frequência de registros de eventos de alimentação em cada categoria de quantidade de recurso exploradas por *S. libidinosus* no Parque Nacional de Brasília.82

Figura 6. Diagrama de ordenação da análise de redundância relacionando as categorias de tipo de recurso (setas azuis) com o tipo de vocalização (setas vermelhas) emitidas por *S. libidinosus* durante a alimentação. C: *chihui*; CN: *contact note*; FAWS: *food associated whistle series*; G: *grgr*; antrop: antrópico; e ptn: proteína.84

Figura 7. Diagrama de ordenação da análise de redundância relacionando as categorias de quantidade de recurso (setas azuis) com o tipo de vocalização (setas vermelhas) emitidas por *S. libidinosus* durante a alimentação. C: *chihui*; CN: *contact note*; FAWS:

food associated whistle series; G: *grgr*; Ab: abundante; med: médio; esc: escasso; e desc: desconhecido.84

Figura 8. Médias (+ DP) das taxas de emissão de *chihui*, *contact note*, *food associated whistle series* e *grgr* por *S. libidinosus* durante a alimentação envolvendo diferentes categorias de recursos, antrópico (n = 41), fruto (n = 61) e caule (n = 56), no Parque Nacional de Brasília.86

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

- Tabela 1.** Composição do Grupo Rambo de macacos-prego da espécie *Sapajus libidinosus* que habita o Parque Nacional de Brasília, observados entre agosto/2018 e junho/2019..... 19
- Tabela 2.** Número de focais gravados por indivíduo em cada intervalo de hora ao longo do dia, durante o mês de abril. Essa tabela era utilizada em campo como critério para determinar a escolha do indivíduo focal a ser gravado e era renovada a cada mês..... 22
- Tabela 3.** Variáveis acústicas usadas para medir as vocalizações do macacos-prego da espécie *Sapajus libidinosus*. 24
- Tabela 4.** Abreviações e nomes dos 25 tipos de chamados presentes no repertório vocal de *S. libidinosus*. Os chamados foram nomeados por Di Bitetti e Wheeler (2017). 26
- Tabela 5.** Quantidade de gravações focais por indivíduo e o tempo total, em horas, que cada indivíduo de *S. libidinosus* foi gravado durante o período de amostragem no Parque Nacional de Brasília..... 45
- Tabela 6.** Médias (\pm DP) das variáveis acústicas das diferentes vocalizações (Voc) de *S. libidinosus*. As abreviações das variáveis e dos chamados encontram-se nas tabelas 3 e 4, respectivamente. Todos os valores de frequência estão em kHz..... 49
- Tabela 7.** Médias (\pm DP) das variáveis acústicas dos elementos do primeiro tipo dos *hiccup*. As abreviações das variáveis encontram-se na tabela 3. 50
- Tabela 8.** Índices de discriminação de cada chamado de *S. libidinosus* na análise discriminante funcional. As abreviações das vocalizações encontram-se na tabela 4. .. 50
- Tabela 9.** Resultado da classificação da amostra-teste na validação cruzada da análise discriminante funcional (DFA) com os 17 tipos de chamados de *S. libidinosus* testados. Os números na primeira linha dizem respeito aos tipos de chamados especificados na primeira coluna. O Total da última linha mostra quantos chamados foram classificados a priori como sendo pertencentes ao tipo de cada coluna. O Total da última coluna mostra o número de chamados de cada tipo que fez parte da amostra-teste. Os números nas células em cinza mostram o número de chamados da amostra-teste que foram classificados corretamente de acordo com a classificação a priori. As abreviações das vocalizações encontram-se na tabela 4. 51

Tabela 10. Médias (\pm DP) dos parâmetros acústicos de vocalizações (Voc) emitidas por duas espécies (Spp.) de macaco prego, *Sapajus libidinosus* (S.l.) e *S. nigritus* (S.n.). Os valores para *S. nigritus* foram descritos por Di Bitetti e Wheeler (2017). As abreviações das variáveis e dos chamados encontram-se nas tabelas 3 e 4, respectivamente 52

Tabela 11. Resumo da estrutura, contexto de emissão e categorias de sexo e idade dos emissores para os 25 tipos de vocalização classificadas para *S. libidinosus*. Os nomes das vocalizações equivalentes em *S. flavius*, quando existem, estão entre parênteses. Na categoria sexo e idade, “Todos” não inclui os infantes. As abreviações das vocalizações encontram-se na tabela 4. 54

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Composição do grupo de *S. libidinosus* que reside no Parque Nacional de Brasília, de agosto/2018 a junho/2019.71

Tabela 2. Média (\pm DP) da duração, em segundos, das vocalizações associadas ao alimento emitidas pelos indivíduos do grupo de macacos-prego (*S. libidinosus*) que habita o Parque Nacional de Brasília. “N”: número de arquivos usados para o cálculo da média.76

Tabela 3. Categorização das fontes de recurso usadas por *S. libidinosus* no Parque Nacional de Brasília.81

Tabela 4. Resultados da análise de redundância (RDA) dos dois modelos que verificam a influência de características da fonte de recurso na emissão das vocalizações de alimento de *S. libidinosus*, o primeiro é relativo a influência do tipo de recurso e o segundo da quantidade do recurso.83

Tabela 5. Médias (\pm DP) das taxas de emissão das vocalizações associadas ao alimento, *chihui* (C), *contact note* (CN), *grgr* (G) e *food associated whistle series* (FAWS) por *S. libidinosus*, durante a alimentação em fontes de recurso das categorias antrópica, frutos e caule.85

Tabela 6. Resultado dos quatro testes de *Kruskal-Wallis*, que compararam a taxa de emissão das vocalizações associadas ao alimento, *chihui* (C), *contact note* (CN), *grgr* (G) e *food associated whistle series* (FAWS) por *S. libidinosus*, durante a alimentação em fontes de recurso das categorias antrópica (A), frutos (F) e caule (C). Além da comparação entre pares gerada pelo teste de *Mann-Whitney*.85

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	13
CAPÍTULO 1	14
DESCRIÇÃO E USO DAS VOCALIZAÇÕES POR <i>Sapajus libidinosus</i>	14
INTRODUÇÃO	14
MATERIAL E MÉTODOS	17
Área de estudo	17
Grupo de estudo	19
Coleta de dados	20
Análise de dados.....	23
RESULTADOS	25
Classificação dos chamados e contexto de emissão.....	25
Uso dos chamados.....	45
Discriminação acústica dos chamados	48
DISCUSSÃO	57
CAPÍTULO 2	67
OS CHAMADOS ASSOCIADOS AO ALIMENTO DE MACACOS-PREGO DO CERRADO (<i>Sapajus libidinosus</i>)	67
INTRODUÇÃO	67
MATERIAL E MÉTODOS	70
Área de estudo.....	70
Grupo de estudo	70
Coleta de dados	71
Análise de dados.....	74
RESULTADOS	77
O forrageio e o uso de CAA.....	77
Fontes de recurso.....	80
Influência das características do recurso na emissão de CAA	82
Taxa de emissão	85
DISCUSSÃO	86
ANEXO 1 – Guia de identificação de campo dos indivíduos do Grupo Rambo....	100

APRESENTAÇÃO

A presente dissertação foi dividida em dois capítulos e o grande tema que permeia ambos é a comunicação vocal da espécie de macaco-prego do Cerrado *Sapajus libidinosus*. O primeiro capítulo é descritivo. Nele é abordado o repertório vocal de um grupo de *S. libidinosus* de vida livre que habita o Parque Nacional de Brasília, localizado no Distrito Federal. Esse capítulo apresenta uma descrição detalhada de cada tipo de vocalização que foi emitida pelos indivíduos do grupo durante o período de amostragem, além do contexto em que essas vocalizações são emitidas. O segundo capítulo trata especificamente das vocalizações de forrageio desse grupo de macacos-prego, descrevendo a função dos diferentes tipos de chamados associados ao alimento e discutindo se esses chamados são influenciados por características da fonte de recurso.

O primeiro capítulo foi traduzido para a língua inglesa e adaptado às regras para submissão em formato de artigo para a revista *Folia Primatologica*.

CAPÍTULO 1

DESCRIÇÃO E USO DAS VOCALIZAÇÕES POR *Sapajus libidinosus*

INTRODUÇÃO

Para os primatas a comunicação é um mecanismo essencial no desempenho do comportamento social, pois é a via pela qual os indivíduos de um grupo realizam a manutenção da hierarquia, dos laços sociais, das estratégias de forrageamento e diversos outros aspectos que envolvem sua vida social (Strier, 2017). Essa comunicação pode se dar por sinais visuais, táteis, olfatórios e acústicos entre primatas (Liebal et al., 2013).

Os primatas neotropicais vivem principalmente em ambientes florestais onde a vegetação densa limita a comunicação visual entre os indivíduos. Esse aspecto, somado à multiplicidade dos sistemas sociais desses primatas, favoreceu a evolução de um complexo sistema de comunicação vocal para esse grupo (Snowdon, 1997). O estudo da comunicação vocal dos primatas permite o acesso a informações muito ricas não só sobre a ecologia da espécie estudada, mas também sobre sua flexibilidade comportamental, sobre a complexidade das interações sociais e principalmente sobre sua capacidade cognitiva.

Estudos apontam que a complexidade do repertório vocal de uma espécie tem relação com o grau de complexidade da sua estrutura social para primatas (Snowdon et al., 1997; Lemasson et al., 2011; Bouchet et al., 2013). Por meio das vocalizações é possível comunicar a presença de fontes de alimentos (Di Bitetti, 2003), indicar a direção de locomoção do grupo (Boinski, 1993), regular as relações de espaçamento (Robinson, 1981; Boinski and Campbell, 1996), sinalizar sobre a presença de predadores (Fichtel et al., 2005; Wheeler, 2010) e até mesmo informar a identidade de quem está emitindo a vocalização (Jorgensen and French, 1998).

Macacos-prego são primatas neotropicais de tamanho médio, que pesam entre 2,5 a 5 kg, com cauda semi-preênsil e hábito arborícola. Mas podem utilizar o ambiente terrestre para algumas atividades como forragear (Fragaszy et al., 2004b). Após recente revisão taxonômica os macacos-prego foram divididos em dois gêneros: o gênero *Cebus*, que compreende aos macacos-prego gráceis (Caiararas), e o gênero *Sapajus*, que contém os macacos-prego robustos (Lynch-Alfaro et al., 2012). Apesar das diferenças que culminaram na separação desses dois gêneros, os macacos-prego apresentam diversas semelhanças. Ambos os gêneros tem avançada capacidade cognitiva, representada pelo alto índice de encefalização (Rilling and Insel, 1999; Milligan, 2010), uso de ferramentas (Fragaszy et al., 2004a; Moura and Lee, 2004; Visalberghi et al., 2007; Canale et al., 2009; Ferreira et al., 2009; Barrett et al., 2018; Falótico et al., 2018), “senso de justiça” (Brosnan and De Waal, 2003), cooperação (De Waal, 2000; Scarry, 2013), comportamentos de coalizão (Gros-Louis et al., 2003; Ferreira et al., 2006) e complexa estrutura social (Fragaszy et al., 2004b; Izar et al., 2011; Verderane et al., 2013). Existem evidências de aprendizagem social, tradição e transmissão de comportamentos ao longo das gerações (Perry et al., 2003; Perry, 2011; Falótico et al., 2019). Por todos esses motivos, macacos-prego são denominados os “chimpanzés do novo mundo” pelos pesquisadores que os estudam.

A comunicação vocal é um dos aspectos que diferencia os gêneros *Cebus* e *Sapajus*. No gênero *Cebus*, diversos tipos de vocalizações são equivalentes entre diferentes espécies. O repertório vocal de *C. capucinus* por exemplo, apresenta 11 dos 22 chamados descritos como equivalentes aos chamados de outras espécies de *Cebus* (Gros-Louis et al., 2008). Apesar dos poucos estudos sobre o repertório vocal de *Sapajus*, poucos são os chamados das espécies desse gênero equivalentes à alguma vocalização descrita para o gênero *Cebus*. Na descrição do repertório vocal de *S. flavius*, dos 29 tipos

de chamados descritos, apenas cinco foram equivalentes à chamados de espécies de *Cebus* (Bastos et al., 2015). Algumas vocalizações que já foram descritas para diferentes espécies de *Sapajus* não apresentam nenhum equivalente entre os *Cebus*, mas podem ter equivalência entre as espécies de *Sapajus* como por exemplo o chamado “wah wah” de *S. nigritus* (Di Bitetti and Wheeler, 2017) e o “rumble” de *S. libidinosus* (Resende et al., 2007).

Estudos sobre a comunicação vocal em ambos os gêneros de macacos-prego mostram que as espécies apresentam amplo repertório, com rica variação de tipos de chamados (Gros-Louis et al., 2008; Bastos et al., 2015; Di Bitetti and Wheeler, 2017). Existem também evidências de que esses chamados podem ser combinados de forma organizada, sugerindo um sistema de sintaxe (Robinson, 1984). Além disso, evidências sugerem que alguns tipos de vocalização podem ser usados de forma seletiva, ou seja, os indivíduos “escolhem” quando emitir o chamado, evidenciando a complexidade na comunicação desses animais (Di Bitetti, 2005; Digweed et al., 2007; Kean et al., 2017).

A espécie *Sapajus libidinosus* (Spix, 1823) ocorre somente no Brasil, com ampla distribuição do nordeste do país, em florestas decíduas da Caatinga, até oeste de Minas Gerais, ocupando quase toda a região centro-oeste, onde ocorre em matas de galeria do Cerrado (Lynch Alfaro et al., 2012). A espécie tem hábito arborícola e dieta onívora, consumindo desde frutos e artrópodes, até pequenos vertebrados (Izawa, 1978, 1979). O tamanho do grupo é bastante variável, com registros de grupos de oito (Sacramento, 2014) a 53 indivíduos (Ferreira et al., 2009). Todas essas características mostram a flexibilidade ecológica e comportamental da espécie, que além de habitar diferentes biomas, possui grupos que são frequentemente registrados em ambientes antropizados, como em parques urbanos (Ottoni and Mannu, 2001; Vieira, 2011; Lousa, 2013; Camargo, 2018).

A espécie *S. libidinosus* é utilizada como modelo animal em pesquisas biomédicas (la Salles et al., 2018), além de ser o sujeito da maior parte dos estudos sobre cognição, uso de ferramenta e complexidade da estrutura social de macacos-prego. Apesar disso, pouco se investigou sobre sua comunicação vocal, aspecto que pode contribuir para uma descrição mais profunda de sua ecologia e flexibilidade comportamental. Apenas *S. nigritus* (Di Bitetti and Wheeler, 2017) e *S. flavius* (Bastos et al., 2015) do gênero *Sapajus* tiveram o repertório vocal completo descrito. Para *S. libidinosus* alguns estudos descreveram tipos específicos de vocalizações (Resende et al., 2007; Coutinho, 2016; Ferreira, 2016), mas não existe uma descrição completa de seu repertório vocal.

Assim, o objetivo deste capítulo é descrever o repertório vocal de um grupo de macacos-prego da espécie *S. libidinosus*, que habita o Parque Nacional de Brasília (PNB). Para isso, serão descritos a estrutura acústica dos diferentes tipos de vocalizações emitidas pelos macacos-prego e os contextos nos quais cada tipo de chamado é emitido. Serão comparados as estruturas e os contextos de emissão com as vocalizações das outras espécies do gênero que já têm seu repertório descrito, para verificar se existem vocalizações compartilhadas e se alguma é típica de *S. libidinosus*.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Esse estudo foi realizado com um grupo de macacos-prego de vida livre residente no Parque Nacional de Brasília (PNB). O PNB é uma Unidade de Conservação Federal localizada em Brasília (15°35' a 15°45' S e 48°5' a 48°53' W), Distrito Federal, área do bioma Cerrado. O PNB possui 46.230 hectares, e é composto por diversos tipos

fitofisionômicos do Cerrado. Esse estudo, porém, foi conduzido apenas em mata de galeria pantanosa, que é uma formação florestal caracterizada por permanecer úmida durante todo o ano. São comuns nessa fitofisionomia árvores com altura de 9 – 16 m, além de espécies, como a palmeira do palmito, *Euterpe edulis* Mart., e a pinha-do-brejo, *Talauma ovata* (FUNATURA / IBAMA, 1998). Mais especificamente, a área de estudo foi a área de uso do grupo de macacos-prego, que compreende uma mancha de mata de galeria pantanosa, onde estão inseridas duas piscinas artificiais abertas à visitação pública (Figura 1).

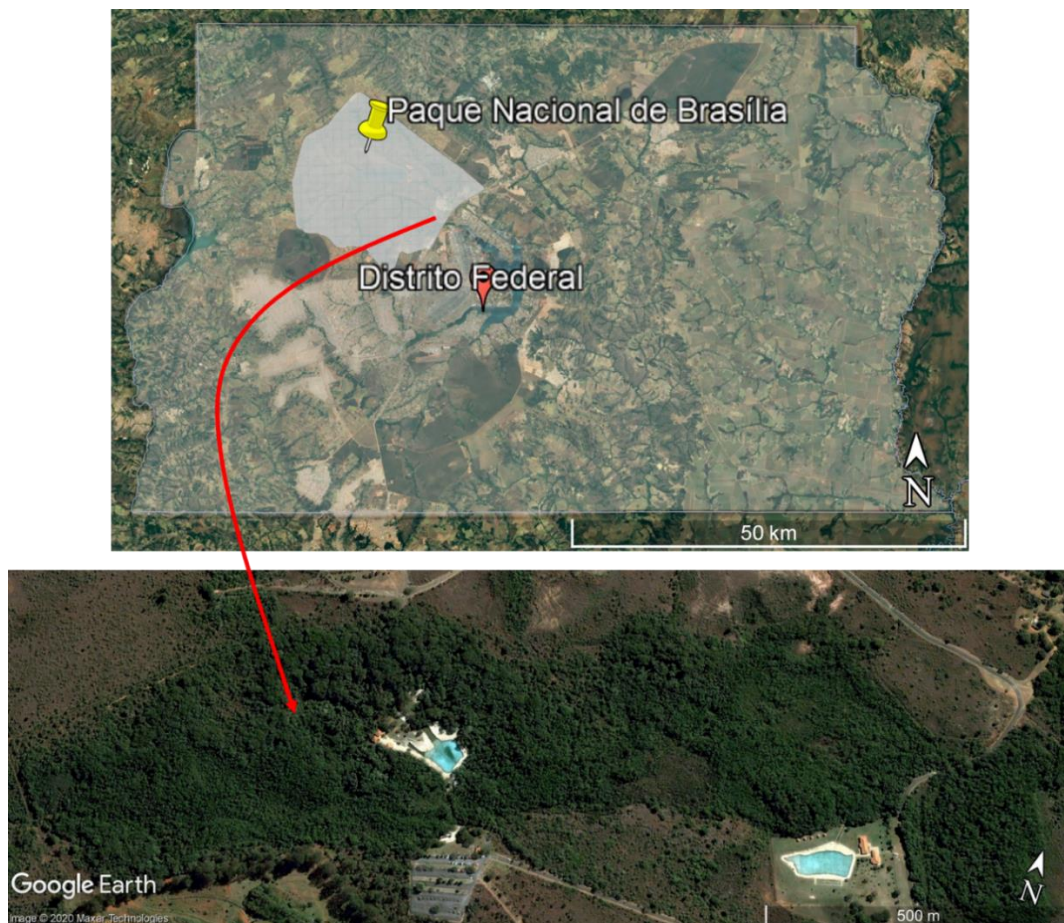


Figura 1. Foto de satélite da localização do PNB no DF e da área de uso do grupo de macacos-prego da espécie *Sapajus libidinosus*, que compreende uma mancha de mata de galeria e as áreas de duas piscinas artificiais (Fonte: Google Earth).

Grupo de estudo

O grupo acompanhado durante essa pesquisa é composto por 10 macacos-prego da espécie *S. libidinosus* (**Tabela 1**). Esse grupo foi denominado “Grupo Rambo” por Sacramento (2014) e desde o estudo dessa autora, somente três indivíduos remanescentes tiveram sua identidade confirmada: Rambo, o macho alfa, Rihana, a fêmea alfa, e a fêmea Cotoca (**Figura 2**). Pode ser que os demais indivíduos adultos também estivessem no grupo desde 2014, mas foram dados outros nomes a eles na atual pesquisa. Nos dois primeiros meses de observação o grupo contava com uma fêmea subadulta adicional, que desapareceu após esse período. Em setembro de 2018 houve o acréscimo de Caju, filhote da Cotoca. Esse grupo utilizou tanto a área natural de mata quanto a área antropizada das piscinas para forragear, sendo que nessa última é onde ocorre a interação com humanos em busca de recursos alimentares antrópicos.

Tabela 1. Composição do Grupo Rambo de macacos-prego da espécie *Sapajus libidinosus* que habita o Parque Nacional de Brasília, observados entre agosto/2018 e junho/2019.

Indivíduo	Abreviação	Sexo	Idade
Rambo*	Ram	Macho	Adulto
Rihana	Rih	Fêmea	Adulto
Cotoca	Cot	Fêmea	Adulto
Mini Dida	Min	Macho	Adulto
Amarelo	Ama	Macho	Adulto
Richard	Ric	Macho	Subadulto
Frida**	Fri	Fêmea	Subadulto
Spike	Spi	Fêmea	Juvenil
Goku	Gok	?	Infante
Romã	Rom	?	Infante
Caju***	Caj	?	Infante

* Macho alfa; ** Desapareceu durante o período de coleta; *** Nasceu durante o período de coleta; “?” sexo não identificado

Todos os indivíduos do grupo foram diferenciados, podendo ser reconhecidos por suas características físicas. O **Anexo 1** é um guia de identificação de campo do Grupo Rambo, produzido em setembro de 2018, para auxiliar os ajudantes de campo a reconhecerem os sujeitos a partir de suas características físicas.

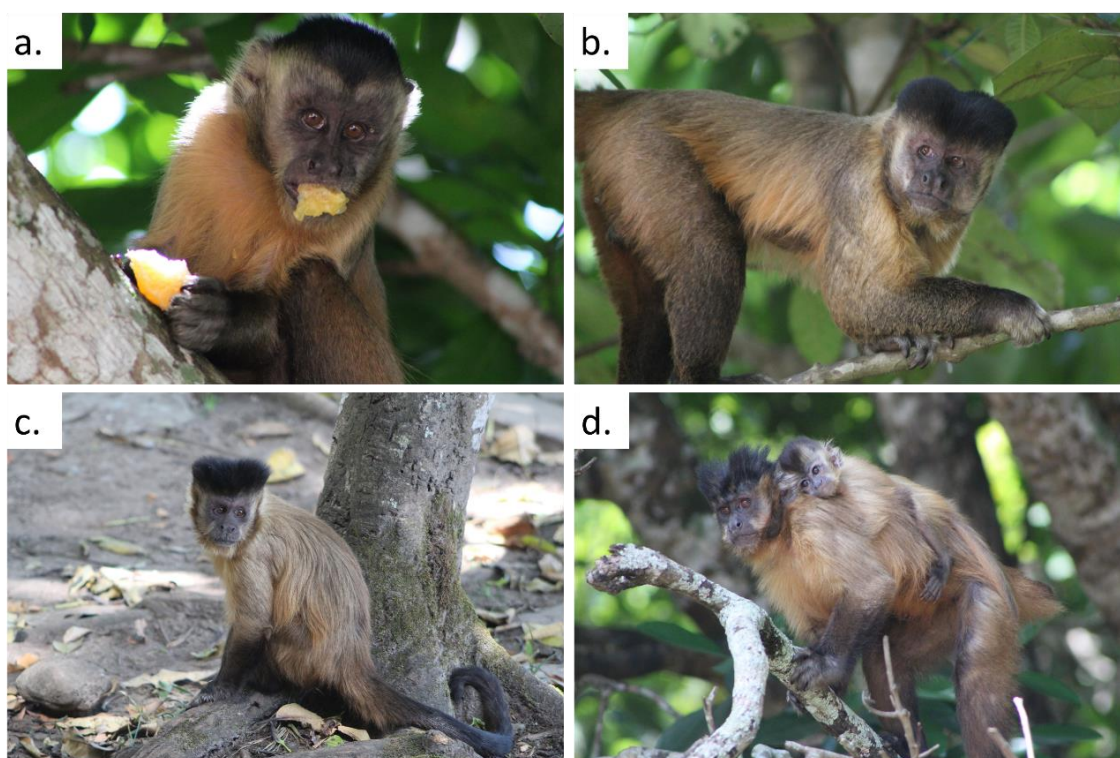


Figura 2. Macacos-prego do Grupo Rambo, da espécie *Sapajus libidinosus*, no Parque Nacional de Brasília. (a) Richard; (b) Rambo, o macho alfa; (c) Rihana, a fêmea alfa; e (d) Cotoca carregando Caju. Fotos: Carolina Lisboa.

Coleta de dados

O procedimento experimental consistiu em observações naturalistas, ou seja, o comportamento dos indivíduos foi observado no contexto ecológico natural e nenhuma variável foi manipulada. Os dados foram coletados por meio das gravações das vocalizações emitidas pelos indivíduos e do registro dos contextos comportamentais. As gravações foram realizadas com um gravador digital *Sound Devices 72*, conectado ao microfone ultradirecional *Rode NT55A*.

Durante o mês de agosto de 2018 foi realizada a habituação do grupo à presença da pesquisadora, principalmente dentro da mata, onde os indivíduos não estavam acostumados a conviver com humanos, diferentemente das áreas das piscinas. Esse tempo também foi dedicado ao reconhecimento dos indivíduos de acordo com as suas características físicas e a realização de amostragens do tipo *ad libitum* (Altmann, 1974), para habituação dos indivíduos ao equipamento usado. Os dados sistemáticos foram coletados entre setembro de 2018 e junho de 2019, e ao longo desses 10 meses foram realizados 70 dias de coleta, em turnos de seis ou cinco horas e meia por dia, das 7 às 13h ou das 13 às 18h30, totalizando 410 horas em campo.

A amostragem foi realizada de forma focal (Altmann, 1974) com sessões de gravação em que o microfone era apontado para o indivíduo da forma mais direcional possível, a uma distância de 5 – 10 m. Sete indivíduos tiveram gravações focais amostradas, e infantes foram excluídos. Para que todos os indivíduos tivessem número de gravações similares em cada intervalo de hora do dia, estabeleci um critério de escolher o indivíduo que tinha um menor número de gravações naquele intervalo de horário e/ou o que tinha um menor número de gravações no total daquele mês, seguindo a **Tabela 2**, que era renovada a cada mês. Um indivíduo só era gravado mais de uma vez no dia após todos os outros já terem sido gravados naquele dia. Quando os critérios não eram cumpridos, mas surgia uma oportunidade de registrar eventos interessantes ou raros, as amostragens eram *ad libitum*, e foram desconsideradas em algumas das análises. As sessões de gravação se iniciavam com a escolha do indivíduo focal, e duravam quinze minutos se o indivíduo focal não fosse perdido de vista antes. Gravações de até cinco minutos foram desconsideradas como focais e o indivíduo podia ser gravado novamente.

Tabela 2. Número de focais gravados por indivíduo em cada intervalo de hora ao longo do dia, durante o mês de abril. Essa tabela era utilizada em campo como critério para determinar a escolha do indivíduo focal a ser gravado e era renovada a cada mês.

Abril

Hora	Ram	Rih	Cot	Min	Ama	Ric	Spi	TOTAL
7 - 9	2	2	2	3	1	1	1	12
9 - 11	3	3	4	3	3	2	3	21
11 - 13	2	2	2	1	2	3	3	15
13 - 15	2	1	1	2	2	2	2	12
15 - 17	2	2	2	2	1	2	2	13
17 - 19	1	0	0	0	1	0	0	2
TOTAL	12	10	11	11	10	10	11	75

Durante as sessões focais, as atividades dos indivíduos foram registradas nas seguintes categorias comportamentais: forragear (procurar, se aproximar, manipular e/ou inspecionar um item alimentar), comer (ingerir um item alimentar), locomover (andar, correr ou levantar), descansar (parar, sentar ou deitar) e interagir (brincar, agredir, fazer *grooming* ou copular com outro indivíduo). Comportamentos mais específicos, como interações com os humanos, posturas ou expressões faciais, tipos mais específicos de interações, como solicitar partilha de recurso ou *displays* sexuais, também foram registrados. Além disso, durante os eventos de forrageio também foram registradas características dos recursos, como o tipo de recurso, se era antrópico ou natural e a quantidade. Esses registros foram feitos com um microfone *headset Shure PGA31* conectado ao mesmo gravador digital citado anteriormente e a pesquisadora descrevia cada mudança de comportamento do indivíduo focal. Foram registradas as vocalizações do indivíduo focal para que fosse possível posteriormente associar as vocalizações na gravação gerada pelo microfone ultradirecional com o contexto comportamental apresentado no momento da emissão. Por fim, durante as sessões de gravação, a cada dois

minutos o contexto social era descrito, e o número de indivíduos que se encontrava em um raio de 10 m do animal focal, e a identidade e distância do indivíduo que estivesse mais próximo do animal focal eram registrados. As distâncias eram estimadas visualmente e categorizadas em quatro intervalos (*arm reach* a 1 m, 1 a 3 m, 3 a 5 m e 5 a 10 m) como “*arm reach*” onde os indivíduos estavam próximos o suficiente para conseguir encostar um no outro com o braço esticado.

Análise de dados

A transcrição dos focais ocorreu em duas etapas. Primeiro foram transcritas as gravações com o registro comportamental para uma tabela onde todas as mudanças comportamentais, associadas ao tempo em que ocorriam (em segundos) foram anotadas. Nessa tabela também foram transcritos os dados de contexto social, além da indicação do tempo em que cada vocalização era emitida pelo animal focal. Depois, foram analisadas as gravações provenientes do microfone ultradirecional, com identificação das vocalizações. Para cada vocalização foi criado um novo arquivo contendo apenas a vocalização, que foi classificada por escuta e de forma visual, por meio da análise da estrutura do espectrograma no software *Praat* 5.4.01. A classificação seguiu Di Bitetti (2001) e Di Bitetti and Wheeler (2017) que descreveram o repertório vocal de *S. nigritus*.

Somente as vocalizações dos animais focais foram utilizadas na descrição do uso dos chamados. A frequência de uso dos chamados foi o número total de vezes em que as vocalizações foram emitidas pelos animais focais durante a amostragem. A frequência de emissão foi comparada entre sexos e idade dos indivíduos. Foram utilizados para essa comparação os chamados mais comuns, emitidos pelo menos 40 vezes pelos animais focais ao longo da amostragem. Para a comparação entre machos e fêmeas só indivíduos adultos foram considerados. Como o número de indivíduos em cada categoria é baixo há

diminuição do poder de análises estatísticas, sendo as comparações essencialmente descritivas. Após a classificação dos chamados, foram selecionados arquivos de boa qualidade (n = 443) para medição dos parâmetros acústicos (**Tabela 3**). Foram medidos 23 dos tipos de vocalizações classificados, considerando todas as vocalizações obtidas, com a inclusão daquelas gravadas durante amostragens *ad libitum* e também os chamados emitidos por indivíduos que não eram o animal focal. Exceto pelos infantes, existem vocalizações de todos os indivíduos nessa amostra. Chamados de baixa qualidade que apresentaram ruídos que comprometiam a vocalização foram desconsiderados.

Tabela 3. Variáveis acústicas usadas para medir as vocalizações do macacos-prego da espécie *Sapajus libidinosus*.

	Variável	Abreviação	Unidade
1	Duração	D.	Segundos
2	Número de elementos descontínuos	N.E.	-
3	Duração do elemento mais longo	D.E.L	Segundos
4	Frequência de pico inicial	F.P.In	Hertz
5	Frequência de pico final	F.P.Fi	Hertz
6	Mudança na frequência do começo para o fim do chamado (variável 4 - variável 5)	Mud.F.	Hertz
7	Frequência de pico máxima	F.P.Max	Hertz
8	Frequência de pico mínima	F.P.Min	Hertz
9	Variação da energia do espectro (variável 7 - variável 8)	Var.E.	Hertz
10	Frequência de pico no espectro médio	F.P.Med	Hertz

As medições dos parâmetros acústicos foram feitas com o software *Avisoft-SASLab Pro*. Os espectrogramas digitalizados das vocalizações passaram pela transformação de Fourier usando os seguintes parâmetros: *FFT-length* = 1024, *Frame* = 100%, *Hamming window* e *overlap* de 50%. Os espectrogramas passaram pelo filtro *finite impulse response* (FIR), pelos filtros *high-pass* e *low-pass*, para remoção de ruídos de

fundo, sem comprometer o espectrograma da vocalização. As medidas foram retiradas do primeiro harmônico do chamado. Para chamados que continham mais de uma nota, as medidas foram tiradas de todas as notas juntas. Após medidos os parâmetros acústicos os dados gerados eram automaticamente transferidos para uma planilha de dados.

Foi feita uma análise discriminante funcional (DFA) que permitiu verificar, baseando-se nas medidas dos parâmetros acústicos, o quanto cada tipo de vocalização foi designada a sua classificação de maneira correta, por meio do índice de discriminação. Essa análise também permitiu verificar se havia diferenças nos parâmetros acústicos dos tipos de chamados previamente classificados. Apenas chamados com $n \geq 5$ foram incluídos nessas análises, o que resultou na comparação entre 17 tipos de chamados. As análises foram realizadas no *software* R. Foi realizada uma validação cruzada da DFA para verificar como os chamados estavam sendo classificados. O primeiro passo foi dividir a amostra em duas sub-amostras de mesmo tamanho (metade dos dados). A primeira amostra serviu como a amostra-treino para construção das funções discriminantes, e a segunda foi a amostra-teste, usada para verificar o quão bem as vocalizações foram classificadas em suas categorias *a priori*.

Por fim, as vocalizações descritas para *S. libidinosus* foram comparadas com as de *S. nigritus* e *S. flavius* por meio da estrutura dos espectrogramas e dos contextos de emissão, definindo, assim, quais são os chamados equivalentes entre essas espécies.

RESULTADOS

Classificação dos chamados e contexto de emissão

Foram obtidos 4037 arquivos de vocalizações, dos quais 3930 eram de vocalizações do animal focal. A classificação inicial com base nos espectrogramas e nos

sons das vocalizações resultou na categorização de 25 tipos de chamados pertencentes ao repertório vocal de *S. libidinosus* (**Tabela 4**). Os chamados foram categorizados de acordo com seu contexto de emissão, da seguinte forma: chamados de contato, chamados de forrageio, séries de assobios, chamados de agressão, chamados em resposta a agressão, chamados relacionados a displays sexuais e chamados de alarme ou estresse.

Tabela 4. Abreviações e nomes dos 25 tipos de chamados presentes no repertório vocal de *S. libidinosus*. Os chamados foram nomeados por Di Bitetti e Wheeler (2017).

Abrev	Chamado	Abrev	Chamado
ACN	<i>Aggressive contact note</i>	IGEWS	<i>Inter group encounter whistle series</i>
ARS	<i>Ascending rapid staccato</i>	LDWS	<i>Long distance whistle series</i>
BARK	<i>Bark</i>	LTS	<i>Lip and teeth smacking</i>
C	<i>Chihui</i>	P	<i>Patinado</i>
CHU	<i>Chuck</i>	PIP	<i>Pip</i>
CN	<i>Contact note</i>	PSC	<i>Pulsed scream</i>
CO	<i>Cough cough</i>	REC	<i>Raspy estrous call</i>
DHIP*	<i>Double hip</i>	S	<i>Sirena</i>
FAWS	<i>Food associated whistle series</i>	SC	<i>Scream</i>
G	<i>Grgr</i>	SQ	<i>Squeal</i>
HIC	<i>Hiccup</i>	T	<i>Trill</i>
HIP	<i>Hip</i>	WAH	<i>Wah wah</i>
IB	<i>Infant babbling</i>		

* Chamado não descrito por Di Bitetti e Wheeler (2017).

Chamados de contato

Essa categoria incluiu as vocalizações que estão de alguma forma relacionadas ao contato entre os indivíduos, seja para manutenção de relações de espaçamento ou para solicitar aproximação ou quando os indivíduos se reúnem. Mas os chamados de contato, em geral, são emitidos em diferentes contextos comportamentais.

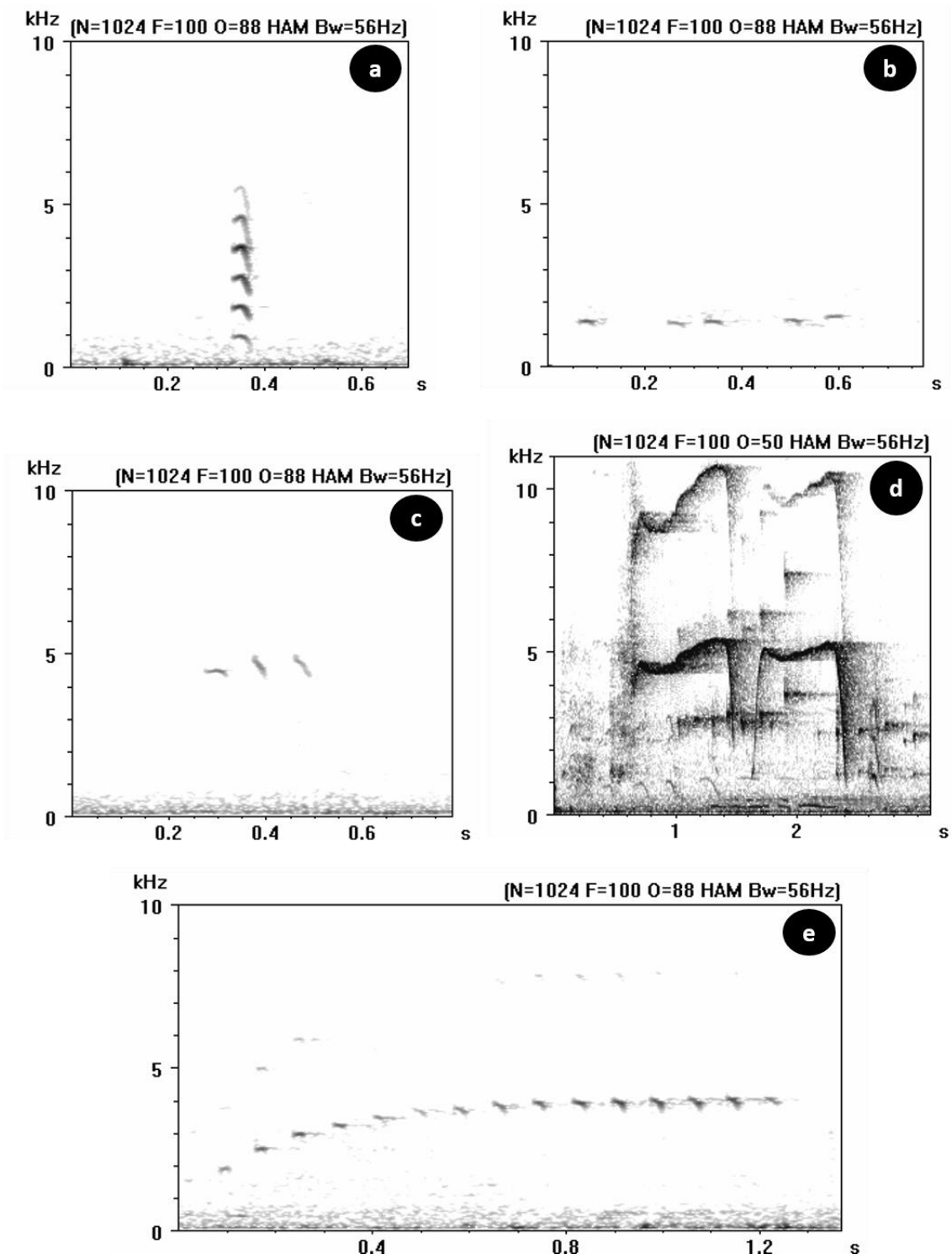


Figura 3. Espectrogramas das vocalizações de contato emitidas por macacos-prego (*S. libidinosus*). (a) *Contact note*; (b) *lip and teeth smacking*; (c) *infant babbling*; (d) *sirena*; e (e) *trill*.

Contact note (CN): foi a vocalização mais comumente emitida por *S. libidinosus*, representando 50,3% dos 3930 chamados emitidos pelos animais focais durante as gravações. É composta de uma nota única breve, de amplitude relativamente baixa e frequência com uma leve modulação em formato de U invertido. Possui de quatro a seis harmônicos e em geral o de maior energia não é o fundamental (**Figura 3.a**). Apesar das CN serem emitidas em diversos contextos comportamentais, a maior parte (90,6%) das emissões pelos animais focais ocorreu durante o forrageio (n = 1218) e locomoção (n = 545). Em outros contextos comportamentais as emissões foram em menor número, como em eventos de catação (n = 38), brincadeira (n = 18), display de corte das fêmeas (n = 5) e durante o descanso (n = 25).

Trill (T): são chamados compostos de três ou mais elementos curtos e de amplitude relativamente alta, em geral com apenas um harmônico. O primeiro elemento tem sempre frequência menor que os elementos seguintes, que aumentam de frequência progressivamente (**Figura 3.e**). Em alguns casos ocorreu o contrário, houve a diminuição progressiva da frequência, mas isso só ocorreu em situações em que o indivíduo emitia longas séries de vários *trills*. Nos *trill* medidos o número de elementos variou de dois a 19, mas podem chegar a ter mais de 20 elementos. Os *trill* foram emitidos por indivíduos de todas as faixas de idade, sendo mais comuns entre os infantes, que os emitem antes de serem cuidados, catados ou carregados, quando estão solicitando amamentação ou quando sofrem agressões leves de outros indivíduos. Dificilmente um focal inteiro era gravado sem que algum dos filhotes emitisse pelo menos um *trill*. Considerando os animais focais, 47,6% dos *trill* foram emitidos pela fêmea juvenil (Spike), 18,5% pelo macho subadulto (Richard), e os cinco adultos somados emitiram 33,9% dos *trill*. Houve uma tendência de diminuição na emissão de *trill* conforme o indivíduo envelhece. Além da quantidade de emissões, o contexto no qual os *trill* foram emitidos também se

diferencia de acordo com a faixa etária. Juvenis e subadultos emitiram *trill* em interações como aproximação, demonstração de interesse no alimento do outro indivíduo (categoria que foi nomeada de “solicitar partilha”), ou quando vítimas de agressões leves de outros indivíduos do grupo. Nesse último caso emitiram séries longas de *trill*. Os juvenis também emitiram *trill* durante alguns eventos de forrageio enquanto manipulavam recursos. Já os adultos emitiram *trill* majoritariamente durante a locomoção (53,5% dos registros), mas também quando estavam transportando ou manipulando recursos (19,8% dos registros).

Lip and teeth smacking (LTS): é um chamado de baixa amplitude composto por uma sequência rápida de três ou mais notas curtas que são iguais entre si. Apresentaram dois harmônicos sendo o fundamental sempre o de maior energia (**Figura 3.b**). LTS tem o som quebrado, lembrando um ronronado, semelhante ao som dos *grgr*. Foi emitido em diferentes contextos, sendo um deles a inspeção ou contato com recém-nascidos. Esse contexto foi registrado nas gravações focais direcionados ao filhote Caju poucos dias depois de seu nascimento. Outro contexto foi durante interações sexuais, em que duas fêmeas adultas emitiram LTS durante o display sexual e após terem copulado com o macho alfa. Além desses, o LTS foi emitido em contextos muito semelhantes aos *trill*. A fêmea juvenil foi a que mais emitiu LTS durante os focais (55,7% das emissões). Com exceção dos eventos de inspeção do recém-nascido, os contextos foram exatamente os mesmos da emissão dos *trill* de juvenis descritos anteriormente (interação com outros indivíduos, solicitar partilha e vítimas de agressões leves). O macho alfa emitiu LTS quando estava indo em direção a algum indivíduo fora de seu campo de visão, que emitia *long distance whistle series*, e todos os indivíduos próximos se engajaram nessa locomoção, seguindo o macho alfa. Nesse caso pode ser que o LTS estivesse desempenhando a função de indicar a direção do movimento do grupo. Em outra ocasião, ele emitiu LTS juntamente com *trill* quando demonstrou interesse no alimento que a

fêmea alfa estava comendo. Esse contexto é o de “solicitar partilha” frequente entre os não-adultos. Não houve nenhum registro de emissão de LTS por parte dos outros dois machos adultos.

O LTS é uma vocalização pouco comum representando apenas 1,32% de todas as vocalizações emitidas pelos animais focais. Foi emitida em contextos diferentes, com um baixo número de registros, o que dificulta o estabelecimento de uma função para esse chamado. Pode ser que esteja relacionado a eventos de apaziguamento, por exemplo, para fazer com que a mãe permita a inspeção do recém-nascido, ou para que o macho permita a aproximação das fêmeas durante o display de corte, ou mesmo para que indivíduos que estão em posse de algum recurso fiquem mais tolerantes com uma aproximação.

Sirena (S): é um chamado de alta amplitude, sendo provavelmente o mais alto do repertório de *S. libidinosus*. É relativamente longo, e um único elemento pode ter até 0,76 segundos. Geralmente foi emitido em séries de dois a quatro elementos, sendo que os primeiros e os últimos apresentavam frequência modulada (**Figura 3.d**). A emissão de *sirena* ocorreu durante displays de reunião, quando os indivíduos se encontravam após ausência de contato devido à separação do grupo, ou quando um indivíduo se perdia. No total foram observados cinco eventos de display de reunião, incluindo a amostragem *ad libitum* e eventos que ocorreram com outros animais que estavam próximos ao animal focal durante a sessão de gravação. Todos os displays ocorreram entre díades de machos adultos que envolveram o macho alfa, e em todos um dos machos emitiu *sirena*. Durante os displays, os machos ficavam bem próximos e se tocavam, em uma espécie de abraço, com duração de menos de um segundo. Durante os displays os *sirena* vieram acompanhados das vocalizações *ascending rapid staccato*, *patinado* e *long distance whistle series*. Não foi possível identificar a identidade do macho que emitia qual vocalização, mas em todos os eventos os dois machos vocalizavam.

Os *sirena* também foram emitidos em outros contextos como por exemplo quando um outro grupo de *S. libidinosus* invadiu o território do grupo Rambo. Nesse evento foram emitidos *sirena* por indivíduos do grupo Rambo, mas sem display de reunião. Os *sirena* foram emitidos juntos com *aggressive contact note*, *squeal*, *scream*, *ascending rapid staccato* e *inter-group encounter whistle series* aparentemente como ameaça aos indivíduos do grupo invasor.

Por fim, o *sirena* foi emitido por um indivíduo em contexto envolvendo recurso antrópico e interação com humanos, por duas vezes durante a amostragem. A primeira no começo de abril de 2019 e a outra no final de maio de 2019. O macho adulto Amarelo realizou um display que nomeei de “display de chamar atenção”, que consistia em se posicionar próximo a um humano que estava comendo e então começar a vocalizar, emitindo *sirena*, *squeal* e *scream*. Essas últimas são vocalizações emitidas por indivíduos que recebem agressão, porém, não houve conflito algum. Nas duas ocasiões os machos adultos foram atraídos para o local, realizaram display de agressividade contra o humano e, quando o humano se afastava, o Amarelo pegava a comida do humano. Uma possível função desse *display* seria de atrair os machos para o local.

Infant Babbling (IB): os IB são os balbucios emitidos pelos infantes em suas primeiras semanas de vida. Foram chamados que não apresentaram um padrão regular e foram obtidos apenas dois registros de boa qualidade, emitidos pelo infante Caju na sua segunda semana de vida (**Figura 3.c**).

Chamados associados a forrageio

Os chamados associados a forrageio são emitidos nos contextos que envolvem recursos alimentares, como comer, encontrar, manipular e transportar alimentos.

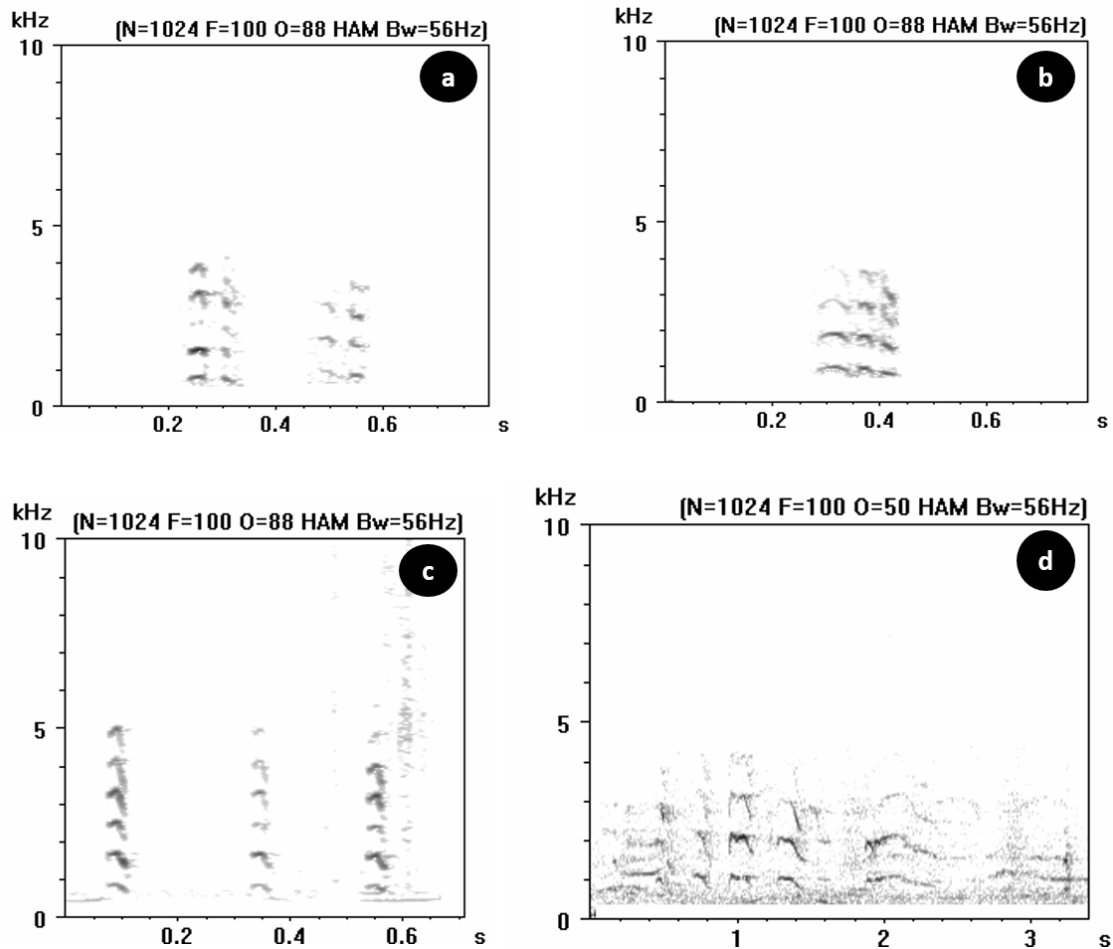


Figura 4. Espectrogramas das vocalizações de forrageio emitidas por macacos-prego (*S. libidinosus*). (a) *Grgr* com dois elementos; (b) *grgr* com três elementos; (c) *chihui*; e (d) *patinado*.

Chihui (C): são chamados de baixa amplitude, compostos por uma *contact note* seguida imediatamente de uma a quatro outras *contact notes* de maior (mais comum) ou menor frequência. O mais comum é que os *chihui* sejam compostos por dois elementos (**Figura 4.c**). Quando o intervalo de silêncio entre as notas do *chihui* ultrapassava 0,3 segundos, as notas foram classificadas como *contact notes* separadas. Os *chihui* foram as vocalizações de forrageio mais comumente emitidas em eventos que envolviam provisionamento de alimentos pelos humanos. Também foram registrados *chihui* emitidos em contexto de interação, como brincadeira e catação, e locomoção, mas esses registros representam somente 24% das emissões.

Grgr (G): são chamados de baixa amplitude, compostos por uma sequência de duas a três notas curtas e rápidas que individualmente se parecem com a estrutura de uma *contact note* (**Figura 4.a e 4.b**). O intervalo entre as notas é muito curto, sendo quase imperceptível quando se escuta, e o som se parece com uma *contact note* quebrada. Os *grgr* foram emitidos quase exclusivamente em contexto de forrageio, em geral quando os indivíduos estavam se alimentando de recursos agregados e abundantes. Apenas 6% das emissões ocorreram em contextos diferentes. Os *grgr* podem ser emitidos em combinação com *contact note*, sendo uma nota introdutória ou sendo introduzido pela *contact note*. Essa combinação ocorreu em 19,8% dos registros. Foram emitidos também em sequências, em ocasiões em que dois ou mais indivíduos estavam próximos, se alimentando de um recurso abundante, principalmente de um recurso antrópico. Foi comum que os indivíduos emitissem sequências de *grgr*, *chihui* e FAWS durante todo o período em que eles estavam comendo, o que podia durar muitos minutos.

Patinado (P): são caracterizados por possuírem notas longas com frequência oscilatória (**Figura 4.d**). Lembram muito o som de um *grgr*, só que arrastado e de maior amplitude. O mais comum foi que os *patinados* fossem compostos de um elemento longo. Mas, também pode ser composto por dois elementos longos emitidos junto com *grgr*. Foi a vocalização de forrageio mais rara, emitida quase exclusivamente quando o recurso era abundante. Apenas 8% das emissões foram realizadas quando o forrageio era uma fonte de recurso média ou escassa.

Séries de assobios

As séries de assobios são vocalizações constituídas de notas que lembram assobios curtos. Em geral, apresentam uma nota introdutória e notas de outros tipos de chamados. São emitidas em diferentes contextos, e em cada um, a estrutura e o tipo de nota

introdutória são diferentes. As séries de assobios foram agrupadas nessa categoria por apresentarem estrutura semelhante, caso fosse usado o critério de contexto de emissão, essas vocalizações estariam em outras categorias, já que cada uma apresenta um contexto de emissão diferente. Para o grupo de *S. libidinosus* desse estudo foi possível classificar três tipos de séries de assobios.

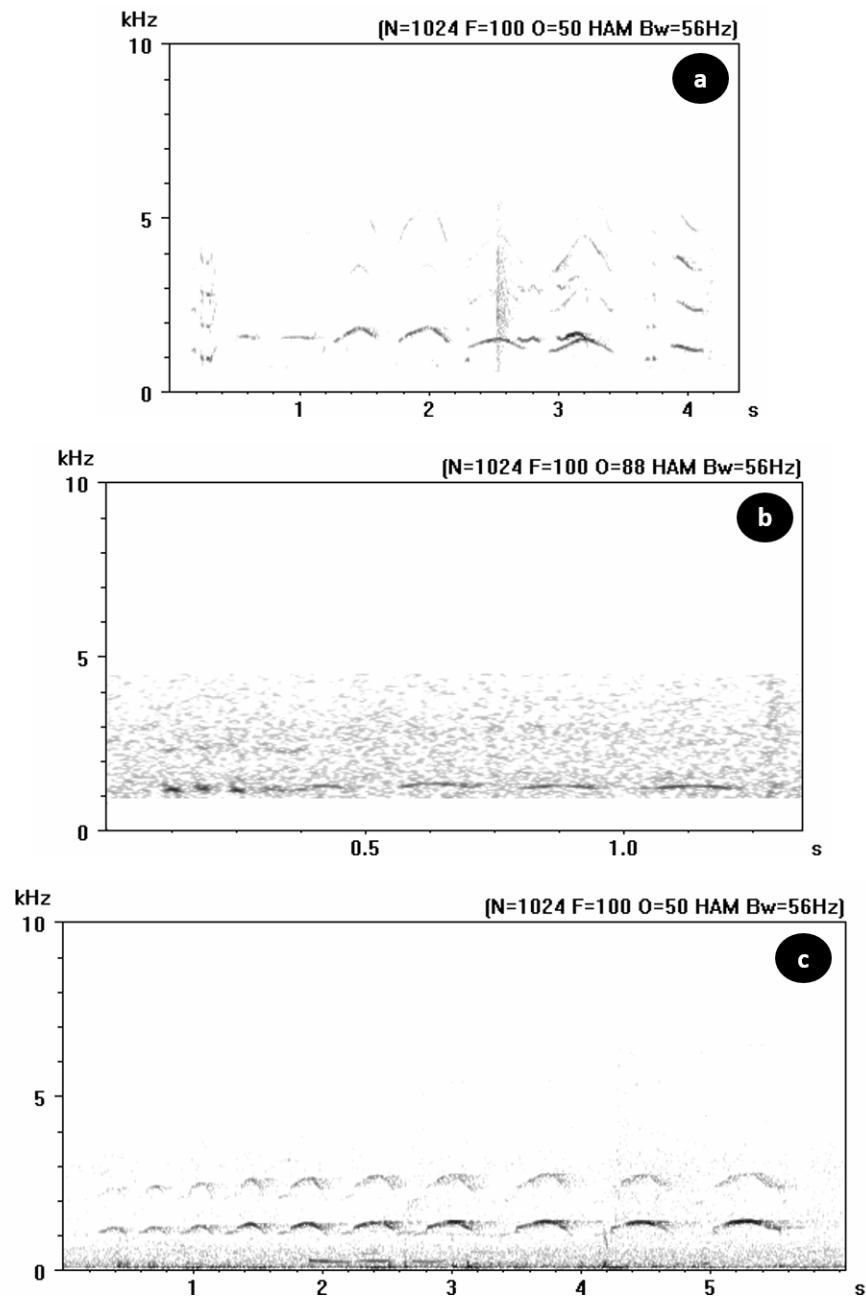


Figura 5. Espectrogramas das séries de assobios emitidas por macacos-prego (*S. libidinosus*). (a) *Food associated whistle series*, introduzido por *grgr*; (b) *inter group encounter whistle series*; e (c) *long distance whistle series*.

Food associated whistle series (FAWS): como o nome sugere, os FAWS foram emitidos em contexto de forrageio por todos os indivíduos. Geralmente apresentam *contact note*, *chihui* e/ou *grgr* como nota introdutória. Mas pode ser que o FAWS não tenha nota introdutória e seja composto apenas pelas notas de assobios, que apresentam uma modulação de frequência característica desse chamado (**Figura 5.a**). Assim como *grgr*, FAWS foram emitidos quando os indivíduos estavam se alimentando em fontes agregadas e com muito recurso.

Long distance whistle series (LDWS): esses chamados foram emitidos por indivíduos que se perderam do restante do grupo. Por esse motivo, os LDWS têm alta amplitude e podem ser escutados a muitos metros de distância. Podem ser emitidos por todos os indivíduos e também foram emitidos pelos machos no display de reunião, juntamente com os *sirena*. Os LDWS em geral não apresentam nota introdutória, mas as primeiras notas de assobios são mais curtas e a duração das notas pode aumentar ao longo do chamado (**Figura 5.c**).

Inter-group encounter whistle series (IGEWS): foi um chamado emitido durante encontros inter-grupo. Foram emitidos nos dois eventos de encontros de grupos que ocorreram ao longo do período de amostragem. Devido à grande movimentação e confusão que ocorre nesses eventos, as gravações dos chamados não foram de boa qualidade. Apenas quatro IGEWS foram registrados durante as gravações, incluindo as amostragens *ad libitum*. Os indivíduos emitiram IGEWS introduzidos por *lip and teeth smacking* (**Figura 5.b**) e o som dessa vocalização lembra o som dos FAWS. Os IGEWS foram emitidos juntamente com *sirena*, *aggressive contact note*, *pip*, *trill* e *hip*.

Chamados relacionados à agressão

O tipo de chamado emitido em contexto de agressão varia de acordo com a intensidade da agressão e da distância do receptor. Geralmente os chamados são emitidos em séries que combinam vários tipos de chamados e, em situações intensas de agressão interespecífica, outros indivíduos se uniram ao agressor para ameaçar o receptor. Normalmente as agressões intra-grupo foram brandas e agressão intensa ocorreu somente contra outras espécies, em sua maioria os humanos.

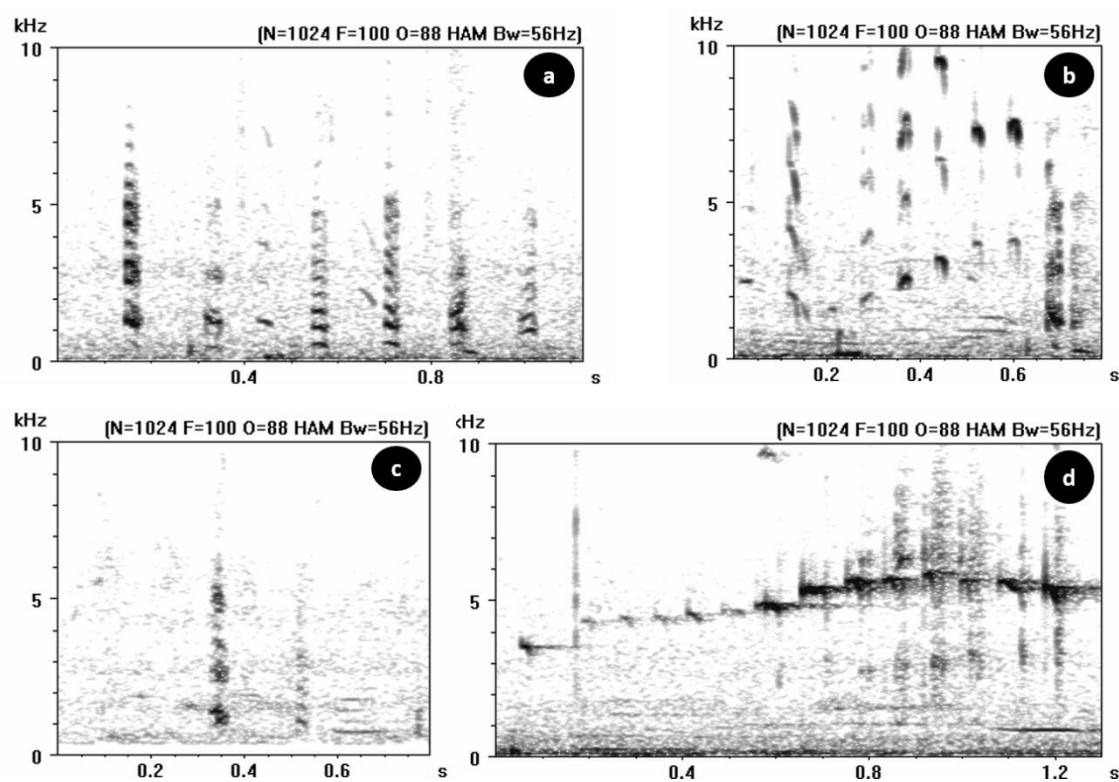


Figura 6. Espectrogramas das vocalizações de agressão emitidas por macacos-prego (*S. libidinosus*). (a) *Aggressive contact note*; (b) *pip*; (c) *cough cough*; e (d) *ascending rapid staccato*.

Aggressive contact note (ACN): são vocalizações emitidas pelos agressores durante ameaças em que o receptor se encontra a poucos metros do agressor. As ACN são muito parecidas com as *contact notes*, porém tem amplitude maior e são e mais intensas (**Figura 6.a**). Foram as vocalizações mais comuns em contextos de agressão.

Foram emitidas por todos os indivíduos jovens, subadultos e adultos, mas foram mais comuns entre os machos. Podem ser emitidas uma nota ou uma sequência de mais de vinte notas. Quanto mais intensa a agressão, maior foi o número de notas emitidas. Quando a agressão foi mais intensa, as ACN foram acompanhadas de *displays* de agressividade. Esses *displays* envolveram eriçar os pelos, mover galhos, encarar e se aproximar bruscamente do receptor da agressão. Muitas vezes, diferentes indivíduos se juntaram para intensificar a agressão, principalmente quando o receptor era de uma espécie diferente, como por exemplo humanos, quatis (*Nasua nasua*), mutum-de-penacho (*Crax fasciolata*), cutias (*Dasyprocta azarae*), queixadas (*Tayassu pecari*) e outros que comumente estão no território dos macacos no PNB.

***Ascending rapid stacatto* (ARS):** é um chamado agudo composto por notas breves e ascendentes com um intervalo curto entre as notas (**Figura 6.d**). Essa vocalização apresenta estrutura semelhante ao *trill*, porém são mais altas e as notas geralmente apresentam um pouco de ruído. Essa vocalização foi rara, mas se deu em eventos de agressão intensa. Nos dois eventos de encontros de grupos citados anteriormente, os indivíduos do grupo Rambo emitiram ARS.

***Cough cough* (CO):** são chamados com muito ruído, mas com elementos tonais emitidos pelos agressores em contextos de ameaça intensa (**Figura 6.c**). Praticamente todos os registros de emissão de CO foram direcionados a humanos durante *displays* de *mobbing*, incluindo os registros de animais não focais ou *ad libitum*. Diversos indivíduos participam e emitem diferentes tipos de chamados de agressão durante esses *displays* e os CO sempre foram emitidos em conjunto com outras vocalizações, nunca isolados.

***Pip* (PIP):** são chamados de alta amplitude, parecidos com *hip*. No entanto, apresentam mais de um harmônico (**Figura 6.b**). São emitidos no mesmo contexto de

emissão dos *cough cough*. *Pips* foram emitidos durante encontro inter-grupo, mencionado anteriormente, nas ameaças aos indivíduos do grupo invasor.

Chamados emitidos em resposta à agressão

As vocalizações emitidas em resposta à agressão apresentaram muito ruído e aparentaram ter a função de informar a intensidade da agressão recebida e recrutar aliados. No caso do grupo Rambo, no qual os indivíduos têm contato constante com os humanos, quando algum conflito ocorria, os indivíduos emitiam chamados de resposta à agressão, o que atraía o macho alfa para o local. Este acabava realizando displays de agressividade contra os humanos envolvidos. Esses eram acontecimentos comuns e foram categorizados como “defesa de coespecífico”.

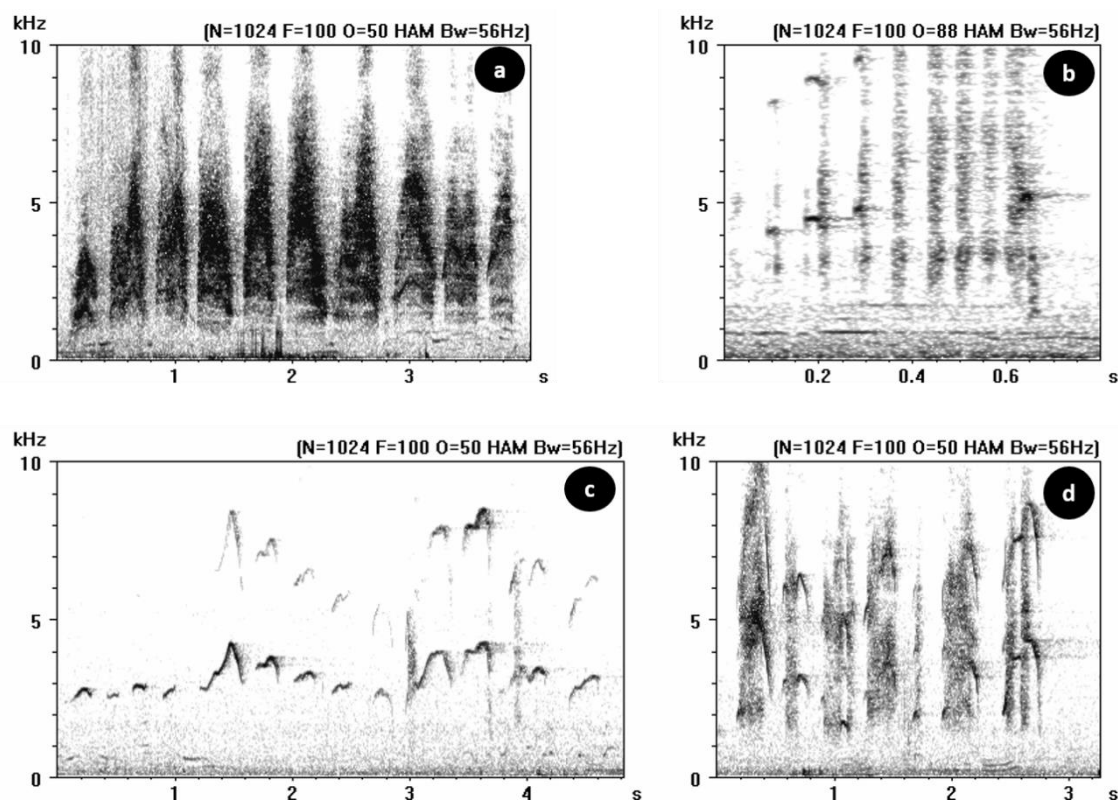


Figura 7. Espectrogramas das vocalizações em resposta a agressão emitidas por macacos-prego (*S. libidinosus*). (a) *Screams*; (b) *pulsed scream*; (c) *squeal*; e (d) *screams e squeals*.

Squeal (SQ): foram as vocalizações mais frequentemente emitidas em resposta a agressão. São muito altas e barulhentas, com frequência modulada emitidas em séries longas. Não é muito estereotipada, ou seja, o número e a duração das notas podem variar. Pode começar com notas mais curtas seguidas de notas cada vez mais longas (**Figura 7.c**). Geralmente os *squeal* foram acompanhados de *screams* (**Figura 7.d**). Todos os indivíduos emitiram SQ durante a coleta de dados, com a exceção do macho alfa.

Scream (SC): foram emitidos também em resposta à agressão mais intensa. Não apresentam harmônicos nítidos, sendo constituídos basicamente por ruído (**Figura 7.a**). Raramente *screams* são emitidos isoladamente. Estão sempre associados a outros chamados, como *squeal* e *trill*. Esse chamado também foi emitido por todos os indivíduos, exceto pelo macho alfa.

Pulsed scream (PSC): como o nome sugere são séries de *screams* pulsados, ou seja, séries rápidas de pequenas notas sem harmônico nítido, mas com alguma região tonal (**Figura 7.b**). Foram emitidos em resposta a agressão. Todas as vezes que foram emitidos estavam associados a *scream*, *squeal* e *trill* e raramente foram emitidos durante a amostragem.

Chamados relacionados a displays sexuais

As fêmeas de *S. libidinosus* demonstraram sua proceptividade em acasalar chamando a atenção dos machos por meio de um amplo repertório comportamental que incluiu gestos, expressões faciais, posturas e vocalizações. Todos os *displays* sexuais registrados foram direcionados ao macho alfa, que inicialmente ignorou as fêmeas e algumas vezes até as ameaçou. Mas, depois de alguns dias acabou respondendo com comportamentos similares ao display das fêmeas, até que a cópula ocorria e então ambos realizavam o display pós-copulatório. Todos esses comportamentos envolvem a emissão

de vocalizações, que muitas vezes não são exclusivas dos displays sexuais, como o *lip and teeth smacking*, *hip* e *hiccup*, emitidos pelas fêmeas para chamar atenção dos machos, ou *aggressive contact notes* emitidos pelos machos para ameaçar as fêmeas. Como o grupo Rambo apresenta somente duas fêmeas adultas e ambas estavam amamentando em boa parte do período de amostragem, ou seja, não estavam proceptivas, poucos eventos de displays sexuais foram registrados. Apenas um display pós-cópula foi gravado e durante esse evento um tipo de vocalização foi emitida pela fêmea e macho envolvidos em uma sequência de mais de dez minutos. Porém, devido à qualidade da gravação não foi possível identificar se essa era uma vocalização diferente de todos os outros tipos que foram classificados nessa pesquisa. Sendo assim, pode ser que exista mais um tipo de chamado relacionado a displays sexuais presente no repertório de *S. libidinosus* além dos que serão descritos a seguir.

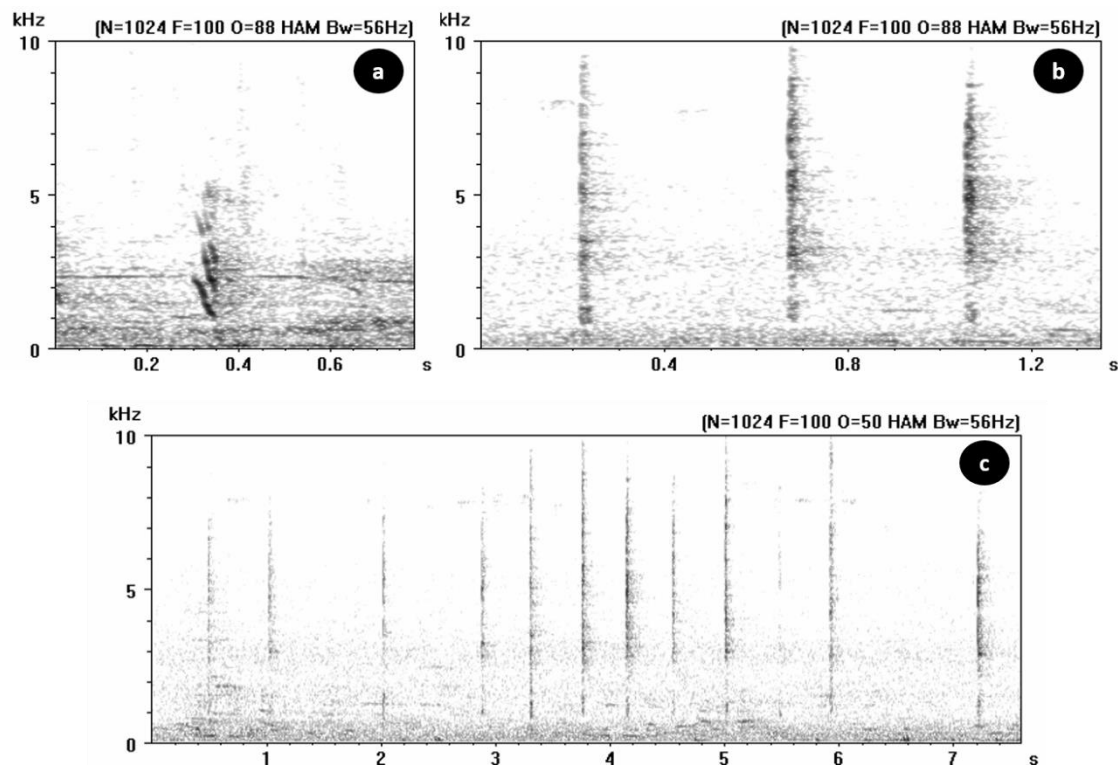


Figura 8. Espectrogramas das vocalizações relacionadas a displays sexuais emitidas por macacos-prego (*S. libidinosus*). (a) *Chuck*; (b) notas detalhadas de *raspy estrous call*; e (c) sequência de *raspy estrous calls*.

Raspy estrous call (REC): são vocalizações que apresentam ruído e têm baixa amplitude, constituídos por apenas uma nota. Podem ser emitidos em série (**Figura 8.b e 8.c**) e o som se assemelha ao som de um estalo de língua. Os REC foram emitidos em apenas três ocasiões por animais focais. Duas vezes foram as fêmeas realizando display sexual para o macho alfa. Outra vez foi durante uma interação de brincadeira entre dois machos. Nesses eventos, os REC foram emitidos em notas únicas. Outros RECs obtidos nas gravações foram provenientes do macho subadulto (Richard) interagindo com o macho alfa, que era o animal focal durante a gravação. Nessa ocasião, Richard realizou expressões faciais típicas do display sexual das fêmeas emitindo uma série de REC direcionados à Rambo. Esse evento resultou em uma interação sexual entre os dois machos, incluindo o movimento de cópula (monta) realizado por Rambo.

Chuck (CHU): são chamados compostos por um elemento curto de frequência descendente, seu som lembra o som da vocalização *bark*, porém, a amplitude é bem menor (**Figura 8.a**). O *chuck* foi registrado em uma única ocasião, em que foi emitido por um indivíduo que não era o animal focal, mas estava próximo ao indivíduo que estava sendo gravado no momento. O macho alfa emitiu uma série de pelo menos três *chuck* enquanto a fêmea alfa estava realizando o display de corte direcionado a ele.

Chamados de alarme ou estresse

Chamado de alarme/Bark (BARK): são os chamados de alarme produzidos em resposta à predadores aéreos. É um chamado de alta amplitude, composto por um elemento, que apresentou modulação na frequência, aumentando levemente no início e caindo repentinamente no final (**Figura 9.e**). Apenas dois *barks* foram gravados durante toda a amostragem. Em um deles foi possível identificar a espécie que desencadeou sua emissão, a ave coró-coró (*Mesembrinibis cayennensis*), que não representa uma ameaça,

mas é uma ave grande, semelhante à silhueta de um rapinante. A ave passou voando repentinamente a aproximadamente dois metros do emissor do chamado. Nos dois eventos registrados os receptores, e não somente o emissor, reagiram, ficando atentos e fugindo para locais mais seguros no dossel. Os que estavam no chão subiram nas árvores.

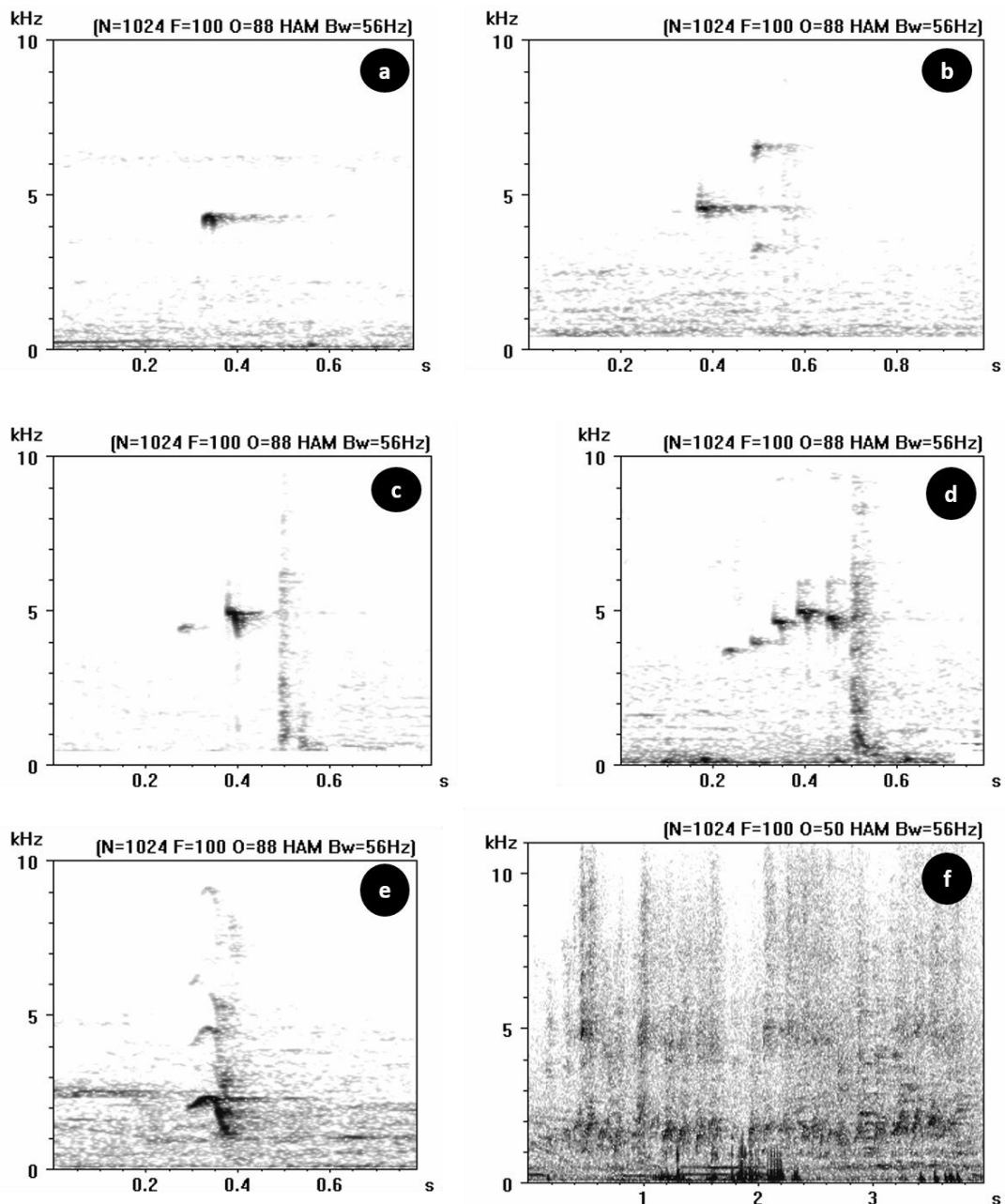


Figura 9. Espectrogramas das vocalizações de alarme ou estresse emitidas por macacos-prego (*S. libidinosus*). (a) *Hip*; (b) *double hip*; (c) *hiccup* com duas notas do primeiro tipo de elemento; (d) *hiccup* com cinco notas do primeiro tipo de elemento; (e) *bark*; e (f) *wah wah*.

Hip: são chamados curtos de altas amplitude e frequência, compostos por um elemento. O harmônico fundamental foi sempre o de maior energia (**Figura 9.a**). *Hips* foram emitidos por todos os indivíduos e em diferentes contextos, mas aparentemente esses chamados refletem leves reações de estresse do emissor. Durante o forrageio (43,3% das emissões) os indivíduos emitiram *hip* enquanto manipulavam o recurso, mas apresentavam dificuldade em acessá-lo. Por exemplo, quando estavam tentando arrancar a casca da árvore para capturar insetos, quando estavam realizando protoferramenta (bater o próprio recurso contra uma superfície para conseguir acessar a parte comestível), ou após tentativas de forrageio mal sucedidas, principalmente envolvendo recursos antrópicos. Durante as interações (30,3% das emissões), os *hip* foram emitidos pelas fêmeas durante o display de corte ou após a cópula. Além disso, em algumas ocasiões, os *hip* foram emitidos durante ou em resposta a agressões leves. Durante a locomoção (20,8% das emissões), os *hip* foram emitidos quando o indivíduo apresentou alguma dificuldade em passar por algum local ou quando levaram um susto “leve”. Quando estavam no chão e algum barulho repentino que não representa uma ameaça clara fazia com que os indivíduos subissem pra copa das árvores, eles emitiam *hip*. Nos demais casos, os *hip* foram emitidos espontaneamente sem nenhum motivo aparente, durante a locomoção ou o descanso.

Double hip (DHIP): são chamados compostos por um elemento muito parecido com o *hip* seguido imediatamente por outro elemento de frequência maior ou menor (**Figura 9.b**). O intervalo entre os elementos não ultrapassou 0,1 segundos. Em alguns casos o DHIP era composto por três elementos, com o terceiro elemento apresentando frequência menor que o segundo. Não é um chamado estereotipado, com variação inclusive no som, que algumas vezes soa como um *trill* de apenas dois elementos. Foram emitidos nos mesmos contextos em que os *hip* ocorreram, com exceção dos relacionados

aos *displays* sexuais. No entanto, DHIP foram mais raros (1,45% dos chamados emitidos pelos animais focais), enquanto os *hip* representaram 6%. De todos os DHIP emitidos pelos animais focais, 47,4% foram no contexto de forrageio, 24,6% foram durante agressões leves, 7% foram emitidos quando os indivíduos levaram um susto leve e 21% foram emitidos durante a locomoção sem motivo aparente.

Hiccup (HIC): são chamados curtos compostos por dois tipos de elementos. O primeiro tem alta amplitude com som semelhante ao *hip*, e o segundo com amplitude menor, sendo muitas vezes difícil identificá-lo de ouvido. Esse segundo tipo apresenta bastante ruído, lembrando a vocalização *cough cough*, e na maioria das vezes não foi possível discernir o harmônico fundamental (**Figura 9.c**). Os *hiccup*s geralmente foram compostos de um a três elementos do primeiro tipo, seguido por um elemento do segundo tipo, mas em um registro houve a emissão de cinco elementos do primeiro tipo antes do elemento do segundo tipo (**Figura 9.d**). Esses chamados funcionaram como chamados de alarme, sendo que em uma ocasião o macho alfa emitiu *hiccup* nesse contexto. Ele e outros indivíduos estavam comendo no chão e por algum estímulo não identificado ele emitiu *hiccup*, abandonou o recurso e subiu na copa da árvore, desencadeando esse mesmo comportamento em todos os outros indivíduos que estavam próximos. Porém, 81,2% das emissões de *hiccup* foram em contextos não-predatórios, enquanto os indivíduos se aproximavam, manipulavam e/ou carregavam recursos, ou enquanto se afastam de outros indivíduos que demonstram interesse no recurso de sua posse. As demais emissões se deram em contextos semelhantes ao *hip*, ao encontrarem obstáculos durante a locomoção (n=2), sem nenhum motivo aparente durante a locomoção (n=3), durante display sexual das fêmeas (n=2) e durante agressão leve contra outro indivíduo (n=1).

Wah wah (WAH): também denominado *rumble call* (Resende et al., 2007), os *wah wah* são chamados compostos por elementos com bastante ruído, mas que apresentam componentes tonais (**Figura 9.f**), são emitidos em resposta à barulhos repentinos de alta amplitude e baixa frequência, como trovões, galhos de árvore caindo e barulhos antrópicos, como motor de motosserra, queda de um objeto pesado, estouro de um balão, dentre outros. Os *Wah wah* foram emitidos em sequências que duraram até quatro segundos. Em geral, mais de um indivíduo emitiu *Wah wah*, contribuindo com a sequência. Durante a emissão desse chamado, todos os indivíduos próximos pararam de realizar as atividades em que estavam engajados e ficaram atentos. Durante a sequência de *Wah wah*, alguns indivíduos emitiram *contact notes*.

Uso dos chamados

No total, foram gravados 410 focais com duração suficiente para que fossem analisados (**Tabela 5**). Nem todas as vocalizações classificadas e descritas anteriormente foram emitidas por animais focais ao longo das gravações válidas e não serão abordadas nessa sessão. A frequência de emissão dos chamados variou de acordo com o tipo de chamado (**Figura 10**).

Tabela 5. Quantidade de gravações focais por indivíduo e o tempo total, em horas, que cada indivíduo de *S. libidinosus* foi gravado durante o período de amostragem no Parque Nacional de Brasília.

	Ram	Rih	Cot	Min	Ama	Ric	Spi	TOTAL
Nº focais	60	60	49	63	63	62	53	410
Tempo (h)	13,72	13,49	11,29	13,96	14,34	14,60	12,15	93,55

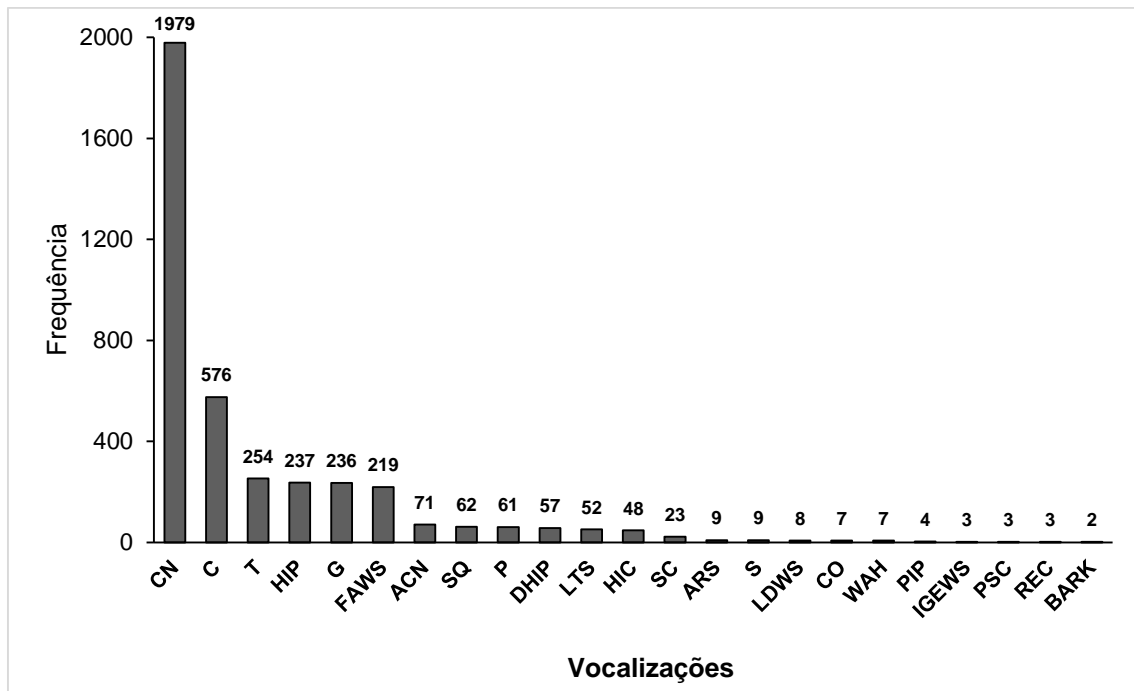


Figura 10. Frequência de emissão das vocalizações de *S. libidinosus* pelos animais focais durante as gravações. As abreviações dos chamados encontram-se na tabela 4.

Para a maioria dos chamados analisados, não houve diferença na média de emissão entre machos e fêmeas adultos. Apenas a vocalização CN teve uma média de emissão nitidamente maior para os machos (**Figura 11**). Já na comparação entre as faixas etárias, a vocalização *trill* e LTS foi mais frequentemente emitida pela fêmea juvenil, enquanto, enquanto o HIP foi mais emitido pelo macho subadulto (**Figura 12**).

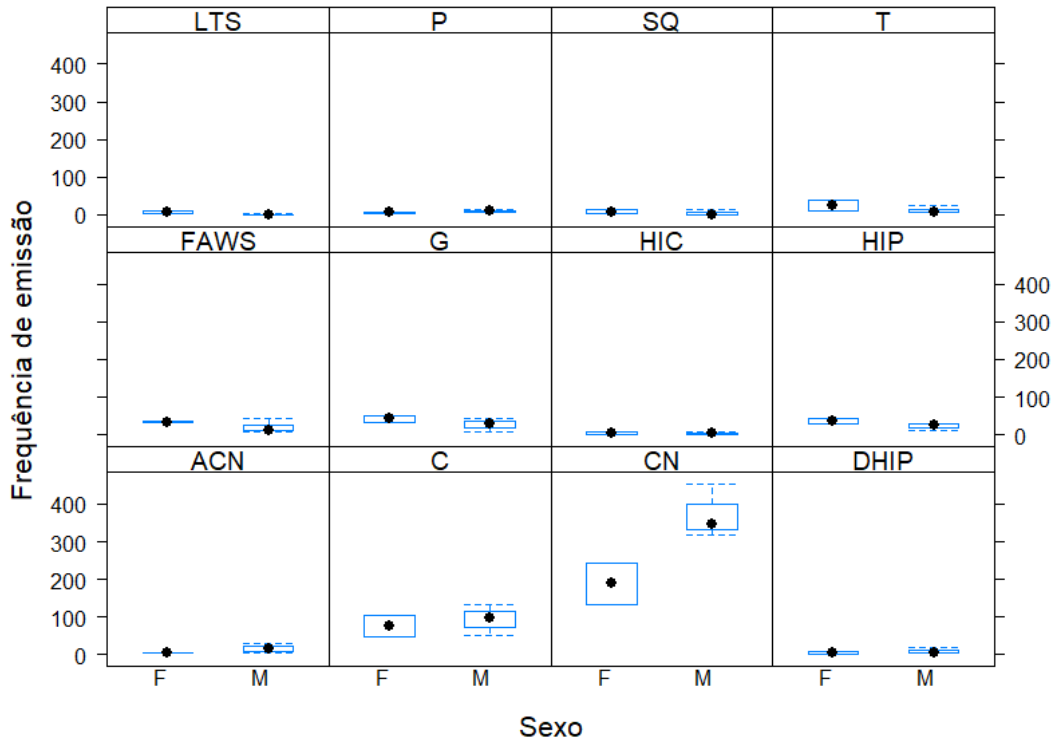


Figura 11. Médias (\pm DP) da frequência absoluta de emissão de cada chamado de acordo com o sexo dos indivíduos adultos de *S. libidinosus*, em que “F” representa as fêmeas e “M” os machos. As abreviações das vocalizações encontram-se na tabela 4.

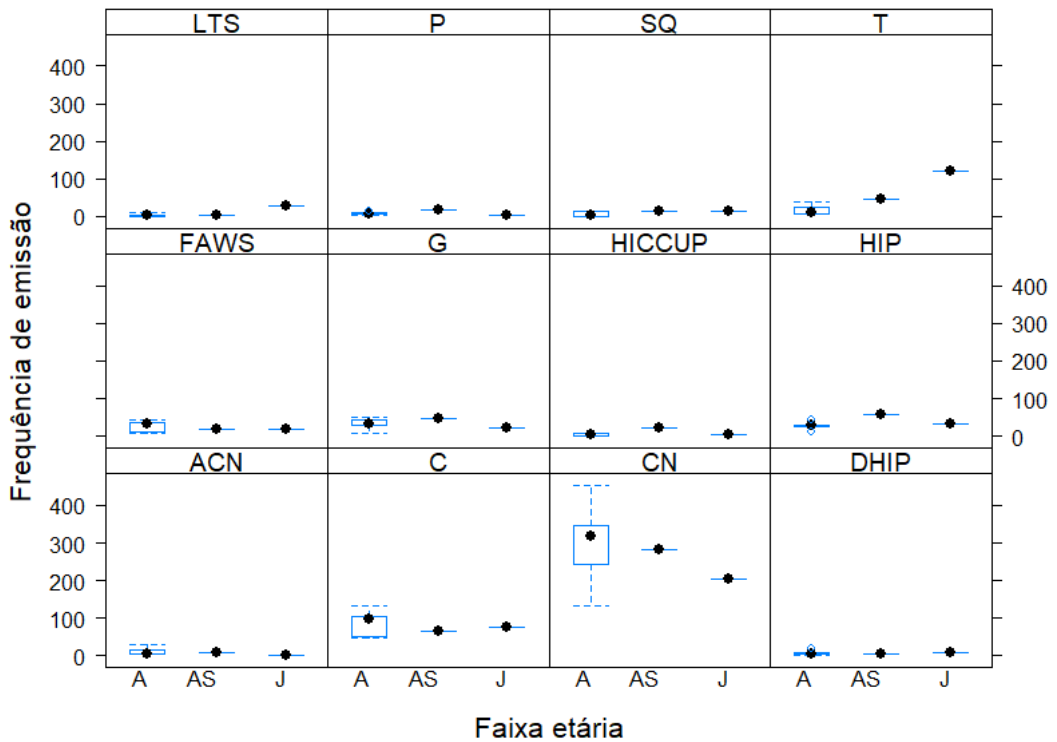


Figura 12. Médias (\pm DP) da frequência absoluta de emissão de cada chamado de acordo com a faixa etária dos indivíduos de *S. libidinosus*, em que “A” representa os adultos, “S” o subadulto e “J” o juvenil. As abreviações das vocalizações encontram-se na tabela 4.

Discriminação acústica dos chamados

De todos os 4037 arquivos de vocalização obtidos, apenas 443 foram analisados, pois não tinham excesso de ruído proporcionado pela atividade antrópica nas áreas onde ficam as piscinas do PNB, ou ruídos naturais, como vento e insetos. Dos 25 tipos de chamados previamente classificados e identificados nesses arquivos, 21 tiveram suas medidas acústicas mensuradas (**Tabela 6**). Os chamados *hiccup*, *scream* e *pulsed scream* apresentaram estrutura com ruído e sem elementos tonais impossibilitando a mensuração dos parâmetros acústicos. Além disso, nenhum arquivo da vocalização IGEWS foi bom o suficiente para ser mensurado.

Na vocalização *hiccup* o segundo tipo de elemento do chamado apresentava ausência de elementos tonais. Assim, dos 34 arquivos de boa qualidade, foram mensuradas as variáveis acústicas apenas no primeiro tipo de elemento (**Tabela 7**). Como essas medidas não condizem com a realidade do chamado como um todo, esses valores não foram usados nas análises da DFA.

Apenas os chamados que tiveram mais de cinco repetições mensuradas entraram na análise discriminante, resultando na comparação entre 17 tipos de chamados. O resultado da DFA mostrou que alguns tipos de chamados se diferenciam bem, enquanto outros se diferenciam muito pouco ou nada (**Tabela 8**). A validação cruzada da DFA teve uma acurácia de 72,1%, o que significa que 158 dos 219 chamados da amostra-teste foram classificados corretamente em sua categoria, que foi definida *a priori* com base nos chamados da amostra-treino (**Tabela 9**).

Tabela 6. Médias (\pm DP) das variáveis acústicas das diferentes vocalizações (Voc) de *S. libidinosus*. As abreviações das variáveis e dos chamados encontram-se nas tabelas 3 e 4, respectivamente. Todos os valores de frequência estão em kHz.

Voc	N.E.	D.(seg)	D.E.L.(seg)	F.P.In	F.P.Fin	Mud.F.	F.P.Max	F.P.Min	Var.E.	F.P.Med	N
ACN	2,00 \pm 1,25	0,2 \pm 0,21	0,03 \pm 0,01	0,75 \pm 0,21	0,76 \pm 0,26	-0,01 \pm 0,19	0,8 \pm 0,22	0,6 \pm 0,26	0,2 \pm 0,18	0,92 \pm 0,54	18
ARS	8,13 \pm 2,09	0,6 \pm 0,19	0,05 \pm 0,01	3,68 \pm 0,75	4,53 \pm 0,56	-0,85 \pm 0,83	4,36 \pm 0,74	3,6 \pm 0,70	0,76 \pm 0,49	4,39 \pm 0,49	8
BARK	1,00 \pm 0,00	0,09 \pm 0,00	0,09 \pm 0,00	1,98 \pm 0,00	1,11 \pm 0,00	0,87 \pm 0,00	1,80 \pm 0,00	1,11 \pm 0,00	0,69 \pm 0,00	1,99 \pm 0,00	1
C	2,36 \pm 0,73	0,39 \pm 0,23	0,05 \pm 0,02	0,96 \pm 0,25	1,03 \pm 0,27	-0,07 \pm 0,20	1,01 \pm 0,23	0,67 \pm 0,26	0,34 \pm 0,19	1,14 \pm 0,69	33
CHU	1,00 \pm 0,00	0,02 \pm 0,01	0,02 \pm 0,01	2,06 \pm 0,25	1,29 \pm 0,25	0,78 \pm 0,25	1,43 \pm 0,20	1,29 \pm 0,25	0,15 \pm 0,08	1,69 \pm 0,20	3
CN	1,00 \pm 0,00	0,02 \pm 0,01	0,02 \pm 0,01	0,82 \pm 0,14	0,77 \pm 0,14	0,05 \pm 0,10	0,83 \pm 0,14	0,72 \pm 0,16	0,11 \pm 0,13	0,82 \pm 0,14	67
CO	1,00 \pm 0,00	0,01 \pm 0,00	0,01 \pm 0,00	1,31 \pm 0,02	1,25 \pm 0,09	0,07 \pm 0,07	1,25 \pm 0,09	1,25 \pm 0,09	0,00 \pm 0,00	1,27 \pm 0,07	2
DHIP	2,18 \pm 0,54	0,14 \pm 0,03	0,03 \pm 0,01	4,25 \pm 0,83	3,99 \pm 0,85	0,26 \pm 0,81	4,14 \pm 0,86	3,65 \pm 0,97	0,49 \pm 0,54	4,15 \pm 0,74	28
FAWS	6,33 \pm 1,78	2,02 \pm 0,69	0,24 \pm 0,11	0,89 \pm 0,20	1,32 \pm 0,36	-0,43 \pm 0,40	1,60 \pm 0,28	0,71 \pm 0,24	0,89 \pm 0,36	1,35 \pm 0,27	30
G	2,19 \pm 0,69	0,10 \pm 0,08	0,04 \pm 0,03	0,94 \pm 0,18	0,79 \pm 0,22	0,15 \pm 0,22	0,90 \pm 0,21	0,61 \pm 0,18	0,29 \pm 0,18	0,89 \pm 0,17	43
HIP	1,00 \pm 0,00	0,02 \pm 0,01	0,02 \pm 0,01	3,53 \pm 0,82	3,55 \pm 0,81	-0,01 \pm 0,21	3,57 \pm 0,81	3,46 \pm 0,80	0,11 \pm 0,14	3,56 \pm 0,81	72
LDWS	6,88 \pm 1,90	3,05 \pm 1,38	0,30 \pm 0,09	1,27 \pm 0,24	1,35 \pm 0,11	-0,09 \pm 0,17	1,59 \pm 0,22	1,12 \pm 0,20	0,47 \pm 0,18	1,46 \pm 0,20	8
LTS	6,00 \pm 2,24	0,62 \pm 0,32	0,06 \pm 0,03	1,48 \pm 0,44	1,43 \pm 0,30	0,06 \pm 0,20	1,45 \pm 0,33	1,12 \pm 0,37	0,32 \pm 0,13	1,44 \pm 0,36	10
P	2,86 \pm 2,10	0,72 \pm 0,67	0,32 \pm 0,26	1,04 \pm 0,34	1,00 \pm 0,27	0,04 \pm 0,20	1,05 \pm 0,27	0,87 \pm 0,33	0,18 \pm 0,10	1,07 \pm 0,26	7
PIP	3,80 \pm 1,47	0,40 \pm 0,23	0,04 \pm 0,01	2,01 \pm 0,63	2,90 \pm 0,83	-0,89 \pm 0,62	2,62 \pm 0,66	1,57 \pm 0,58	1,05 \pm 0,41	2,38 \pm 0,62	5
PSC	6,83 \pm 0,69	0,56 \pm 0,21	0,04 \pm 0,01	3,45 \pm 0,76	3,18 \pm 1,27	0,28 \pm 0,96	3,80 \pm 1,29	2,75 \pm 0,90	1,05 \pm 1,08	3,73 \pm 1,20	6
REC	1,00 \pm 0,00	0,03 \pm 0,01	0,03 \pm 0,01	1,61 \pm 1,34	2,19 \pm 1,31	-0,59 \pm 1,53	3,12 \pm 1,75	1,14 \pm 0,92	1,98 \pm 1,64	2,88 \pm 1,08	18
S	2,24 \pm 2,04	1,04 \pm 0,78	0,54 \pm 0,22	3,55 \pm 1,26	2,84 \pm 0,83	0,71 \pm 1,33	4,53 \pm 0,97	2,21 \pm 1,07	2,32 \pm 1,23	4,32 \pm 0,66	17
SQ	2,67 \pm 0,47	0,40 \pm 0,04	0,88 \pm 0,44	3,45 \pm 0,19	4,55 \pm 0,16	-1,09 \pm 0,36	4,62 \pm 0,36	3,25 \pm 0,16	1,36 \pm 0,50	4,26 \pm 0,17	3
T	6,98 \pm 4,14	0,54 \pm 0,33	0,04 \pm 0,05	3,03 \pm 0,73	3,86 \pm 0,53	-0,84 \pm 0,63	3,70 \pm 0,72	2,91 \pm 0,66	0,79 \pm 0,60	3,66 \pm 0,56	63
WAH	4,00 \pm 0,00	0,49 \pm 0,00	0,08 \pm 0,00	1,20 \pm 0,00	1,63 \pm 0,00	-0,43 \pm 0,00	1,67 \pm 0,00	1,03 \pm 0,00	0,64 \pm 0,00	1,56 \pm 0,00	1
TOTAL											443

Tabela 7. Médias (\pm DP) das variáveis acústicas dos elementos do primeiro tipo dos *hiccup*. As abreviações das variáveis encontram-se na tabela 3.

N.E.	D.(seg)	D.E.L.(seg)	F.P.In (kHz)
2,17 \pm 1,29	0,12 \pm 0,1	0,03 \pm 0,02	4,26 \pm 0,73
F.P.Fin (kHz)	F.P.Max (kHz)	F.P.Min (kHz)	F.P.Med (kHz)
4,37 \pm 0,67	4,4 \pm 0,65	4,04 \pm 0,72	4,36 \pm 0,61

Tabela 8. Índices de discriminação de cada chamado de *S. libidinosus* na análise discriminante funcional. As abreviações das vocalizações encontram-se na tabela 4.

ACN	ARS	C	CN	DHIP	FAWS	G	HIP	LDWS
0,00	0,13	0,39	0,97	0,68	0,70	0,47	0,92	0,50
LTS	MWS	P	PIP	PSC	REC	S	T	
0,70	0,00	0,29	0,40	0,33	0,50	0,88	0,68	

Considerando as variáveis acústicas mensuradas as vocalizações *contact note*, *double hip*, *food associated WS*, *hip*, *lip and teeth smacking*, *sirena* e *trill* tiveram um índice de discriminação $>$ 60% e se diferenciaram bem dos outros chamados. Os chamados *aggressive contact note*, *ascending rapid staccato*, *chihui*, *grgr*, *long distance WS*, *monotonous WS*, *patinado*, *pip*, *pulsed scream* e *raspy estrous call* tiveram baixo índice de discriminação, mas são facilmente distinguíveis a partir do som e da estrutura dos espectrogramas. Como os MWS não se diferenciaram dos FAWS na análise, e como 88% dos chamados que foram classificados primeiramente como MWS foram emitidos em contexto de forrageio (46 dos 52 chamados), os MWS acabaram tendo sua classificação alterada para FAWS.

Tabela 9. Resultado da classificação da amostra-teste na validação cruzada da análise discriminante funcional (DFA) com os 17 tipos de chamados de *S. libidinosus* testados. Os números na primeira linha dizem respeito aos tipos de chamados especificados na primeira coluna. O Total da última linha mostra quantos chamados foram classificados *a priori* como sendo pertencentes ao tipo de cada coluna. O Total da última coluna mostra o número de chamados de cada tipo que fez parte da amostra-teste. Os números nas células em cinza mostram o número de chamados da amostra-teste que foram classificados corretamente de acordo com a classificação *a priori*. As abreviações das vocalizações encontram-se na tabela 4.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	TOTAL
1. ACN	0	0	2	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
2. ARS	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4
3. C	0	0	9	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
4. CN	0	0	0	34	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
5. DHIP	0	0	0	0	10	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
6. FAWS	0	0	1	0	0	13	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	17
7. G	0	0	0	4	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
8. HIP	0	0	0	2	3	0	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
9. LDWS	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5
10. LTS	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3
11. MWS	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
12. P	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	4
13. PIP	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
14. PSC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2
15. REC	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	5	0	0	10
16. S	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	7	0	9
17. T	0	1	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	23	30
TOTAL	0	2	13	48	15	19	22	45	3	3	0	2	4	1	6	9	27	219

Comparação com espécies de *Sapajus*

Dos 25 chamados presentes no repertório vocal do grupo de *S. libidinosus* dessa pesquisa, 24 foram equivalentes a chamados do repertório de *S. nigritus*, pois tiveram estrutura do espectrograma e contexto de emissão muito semelhantes. As medidas dos parâmetros acústicos também foram semelhantes entre as vocalizações equivalentes (Tabela 10). Apenas a vocalização *double hip* foi exclusiva de *S. libidinosus*. Algumas dificuldades, que serão discutidas na próxima sessão, foram enfrentadas na comparação

com o repertório de *S. flavius*, mas foi possível identificar 11 chamados equivalentes entre *S. libidinosus* e *S. flavius* (**Tabela 11**).

Tabela 10. Médias (\pm DP) dos parâmetros acústicos de vocalizações (Voc) emitidas por duas espécies (Spp.) de macaco prego, *Sapajus libidinosus* (S.l.) e *S. nigritus* (S.n.). Os valores para *S. nigritus* foram descritos por Di Bitetti e Wheeler (2017). As abreviações das variáveis e dos chamados encontram-se nas tabelas 3 e 4, respectivamente

Voc	Spp.	D. (seg)	N.E.	F. P.Med (kHz)	F. P.Max (kHz)	N
ACN	S.l.	0,20 \pm 0,21	2,00 \pm 1,25	0,92 \pm 0,54	0,8 \pm 0,22	18
ACN	S.n.	0,63 \pm 0,58	4,20 \pm 3,2	0,85 \pm 0,11	0,94 \pm 0,15	25
ARS	S.l.	0,60 \pm 0,19	8,13 \pm 2,09	4,39 \pm 0,49	4,36 \pm 0,74	8
ARS	S.n.	0,99 \pm 0,38	14,00 \pm 5,39	4,61 \pm 1,34	4,81 \pm 1,14	5
C	S.l.	0,39 \pm 0,23	2,36 \pm 0,73	1,14 \pm 0,69	1,01 \pm 0,23	33
C	S.n.	0,33 \pm 0,11	2,47 \pm 0,61	1,12 \pm 0,29	1,43 \pm 0,22	19
CHU	S.l.	0,02 \pm 0,01	1,00 \pm 0,00	1,69 \pm 0,20	1,43 \pm 0,20	3
CHU	S.n.	0,05 \pm 0,02	1,00 \pm 0,00	1,20 \pm 0,36	1,62 \pm 0,53	10
CN	S.l.	0,02 \pm 0,01	1,00 \pm 0,00	0,82 \pm 0,14	0,83 \pm 0,14	67
CN	S.n.	0,03 \pm 0,01	1,00 \pm 0,00	0,76 \pm 0,14	0,77 \pm 0,15	60
CO	S.l.	0,01 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00	1,27 \pm 0,07	1,25 \pm 0,09	2
CO	S.n.	0,06 \pm 0,02	1,00 \pm 0,00	1,45 \pm 0,61	2,56 \pm 1,05	12
FAWS	S.l.	2,02 \pm 0,69	6,33 \pm 1,78	1,35 \pm 0,27	1,60 \pm 0,28	30
FAWS	S.n.	1,59 \pm 0,69	7,08 \pm 2,33	1,73 \pm 0,34	1,90 \pm 0,36	52
G	S.l.	0,10 \pm 0,08	2,19 \pm 0,69	0,89 \pm 0,17	0,90 \pm 0,21	43
G	S.n.	0,41 \pm 0,27	4,41 \pm 1,29	1,08 \pm 0,29	1,28 \pm 0,27	46
HIP	S.l.	0,02 \pm 0,01	1,00 \pm 0,00	3,56 \pm 0,81	3,57 \pm 0,81	72
HIP	S.n.	0,04 \pm 0,03	1,25 \pm 0,46	3,61 \pm 0,56	4,03 \pm 0,62	8
LDWS	S.l.	3,05 \pm 1,38	6,88 \pm 1,90	1,46 \pm 0,20	1,59 \pm 0,22	8
LDWS	S.n.	4,02 \pm 0,68	13,15 \pm 1,57	1,53 \pm 0,38	1,79 \pm 0,40	13
P	S.l.	0,72 \pm 0,67	2,86 \pm 2,10	1,07 \pm 0,26	1,05 \pm 0,27	7
P	S.n.	1,40 \pm 0,40	7,00 \pm 1,87	1,23 \pm 0,35	1,46 \pm 0,26	5
PIP	S.l.	0,40 \pm 0,23	3,80 \pm 1,47	2,38 \pm 0,62	2,62 \pm 0,66	5
PIP	S.n.	0,03 \pm 0,01	1,00 \pm 0,00	3,45 \pm 1,00	3,49 \pm 0,97	11
S	S.l.	1,04 \pm 0,78	2,24 \pm 2,04	4,32 \pm 0,66	4,53 \pm 0,97	17
S	S.n.	0,90 \pm 0,23	1,67 \pm 0,52	4,29 \pm 0,46	5,17 \pm 0,29	6
T	S.l.	0,54 \pm 0,33	6,98 \pm 4,14	3,66 \pm 0,56	3,70 \pm 0,72	63
T	S.n.	0,93 \pm 0,75	8,80 \pm 4,25	3,72 \pm 1,17	4,04 \pm 0,97	40
WAH	S.l.	0,49 \pm 0,00	4,00 \pm 0,00	1,56 \pm 0,00	1,67 \pm 0,00	1
WAH	S.n.	3,94 \pm 0,00	24,0 \pm 0,00	0,17 \pm 0,00	1,34 \pm 0,00	1
TOTAL	S.l.					377
TOTAL	S.n.					313

As vocalizações de *S. flavius* que tiveram estrutura e contexto de emissão semelhantes ao descrito para *S. libidinosus* foram *huh*, equivalente à *contact note*, *trill*, equivalente ao *trill*, *huh-1* var, equivalente à *food associated whistle series (WS)*, *houh* / *lost calls*, equivalente à *long distance WS*, *ghiu*, equivalente à *hip* e *sleck*, equivalente à *hiccup*. A vocalização *whoop* de *S. flavius* apresentou estrutura do espectrograma semelhante ao *scream* de *S. libidinosus*, porém o contexto de emissão foi diferente. Enquanto o *scream* foi um chamado emitido em resposta à agressão, o *whoop* foi descrito como um grito de dormida, emitido pelos indivíduos quando eles estão se organizando pra irem dormir, sendo assim, pode ser que não esses não sejam chamados equivalentes. Por fim, alguns chamados de *S. flavius* não tiveram seu contexto de emissão descritos, mas apresentaram espectrogramas semelhantes à de *S. libidinosus*, que foi o caso do *yell*, provavelmente equivalente ao *sirena*, e do *shout*, provavelmente equivalente ao *squeal*.

Tabela 11. Resumo da estrutura, contexto de emissão e categorias de sexo e idade dos emissores para os 25 tipos de vocalização classificadas para *S. libidinosus*. Os nomes das vocalizações equivalentes em *S. flavius*, quando existem, estão entre parênteses. Na categoria sexo e idade, “Todos” não inclui os infantes. As abreviações das vocalizações encontram-se na tabela 4.

Categoria	Chamado	Sexo e idade dos emissores	Descrição do chamado e contexto de emissão
Chamados de contato	<i>Contact note</i> (<i>Huh</i>)	Todos	Composto por um único elemento curto. Foi o chamado mais comum no repertório de <i>S. libidinosus</i> , sendo emitido em diversos contextos, mas principalmente durante o forrageio e a locomoção.
	<i>Trill</i> (<i>Trill</i>)	Todos	Três ou mais elementos curtos e de frequência ascendente. Foram frequentemente emitidos por infantes antes de serem cuidados, pelos juvenis e subadultos durante interações sociais e pelos adultos possivelmente para coordenar o movimento de locomoção do grupo.
	<i>Lip and teeth smacking</i>	Todos	Sequência de três ou mais elementos curtos de baixa amplitude que lembram um ronronado. Foi emitido durante inspeção ou contato próximo com recém-nascidos, durante interações sexuais e em alguns casos em contextos semelhantes aos <i>trill</i> .
	<i>Sirena</i> (<i>Yell</i>)	Machos adultos	Longo, composto por um a quatro elementos de alta amplitude, sendo provavelmente o chamado mais alto do repertório de <i>S. libidinosus</i> . Foi emitido durante displays de reunião dos machos.
	<i>Infant Babbling</i>	Recém-nascidos	Estrutura semelhante ao <i>trill</i> . Representa o balbucio, sendo as primeiras vocalizações emitidas pelos infantes durante suas primeiras semanas de vida.
Chamados de forrageio	<i>Chihui</i>	Todos	Composto por uma <i>contact note</i> seguida imediatamente por outra de maior ou menor frequência. Geralmente tem apenas dois elementos, mas pode ter até quatro. Foram o segundo tipo de chamados mais comumente emitidos durante o forrageio, depois das <i>contact notes</i> .
	<i>Grgr</i>	Todos	Composto por dois a três elementos curtos que individualmente lembra uma <i>contact note</i> , o intervalo entre as notas é quase imperceptível, fazendo que o chamado tenha um som quebrado. Foi emitido durante o forrageio, geralmente quando os indivíduos estavam comendo.
	<i>Patinado</i>	Todos	Parece uma nota de assobio do FAWS, porém com frequência mais modulatória, pode ser que seja um intermediário entre FAWS e <i>grgr</i> . Foi a vocalização de forrageio mais rara e foi emitido durante o forrageio em ocasiões em que o recurso era abundante e de qualidade, podendo refletir o estado de excitação dos indivíduos.

Tabela 11. Continuação.

Categoria	Chamado	Sexo e idade dos emissores	Descrição do chamado e contexto de emissão
Séries de assobios	FAWS (<i>Huh-Ivar</i>)	Todos	Série de assobios de frequência modulatória, introduzidos por notas de <i>grgr</i> , <i>chihui</i> ou <i>contact note</i> . Foram emitidos durante o forrageio, parece estar associado a fontes abundantes de recurso.
	LDWS (<i>Houh</i>)	Todos	Série de assobio de alta amplitude, em geral as últimas notas são mais longas que as primeiras, não apresenta nota introdutória. Foram emitidos por indivíduos que se perderam do grupo.
	IGEWS	Todos	Série de assobios introduzidos por <i>lip and teeth smacking</i> . Emitidos durante encontro com indivíduos de outros grupos, juntamente com outros chamados relacionados a agressão.
Chamados de agressão	Aggressive contact note	Todos	Estrutura muito semelhante às <i>contact notes</i> , podendo ser apenas uma variação dessa vocalização. Foi emitido em sequências por indivíduos que direcionaram a agressão a um receptor que estava a poucos metros do emissor. Quanto mais intensa a agressão, maior tende a ser o número de notas emitidas.
	Ascending rapid staccato	Todos	Sua estrutura se assemelha a de um <i>trill</i> , com notas curtas de frequência ascendente, porém a amplitude é maior e é emitido em contextos de agressão mais intensa.
	Cough cough (<i>Heh</i>)	Todos	Composto por uma nota que apresenta bastante ruído, porém, com regiões mais tonais. Foram emitidos durante eventos de agressão intensa, principalmente direcionados a humanos durante displays de <i>mobbing</i> .
	Pip	Todos	São chamados curtos de alta frequência que foram emitidos em contexto de agressão intensa, sempre associado a outros tipos de chamado de agressão.
Chamados em resposta a agressão	Squeal (<i>Shout</i>)	Todos	São compostos por elementos longos de alta amplitude, com frequência modulada e foram emitidos em séries longas em resposta à agressões. Pode estar associado com o recrutamento de aliados.
	Scream (<i>Whoop</i>)	Todos	São constituídos basicamente por ruído, não apresentando nenhuma estrutura tonal. Foram menos comuns que os <i>squeal</i> e foram emitidos em resposta à agressões mais intensas.
	Pulsed scream	Todos	Série de notas curtas que se assemelham a <i>screams</i> , mas apresentam estrutura tonal. foi o chamado em resposta à agressão mais raro e sempre foi emitido em conjunto com os outros tipos de chamado.

Tabela 11. Continuação.

Categoria	Chamado	Sexo e idade dos emissores	Descrição do chamado e contexto de emissão
Chamados relacionados a displays sexuais	<i>Raspy estrous call</i>	Machos e fêmeas adultos	Chamados curtos, mas que podem ser emitidos em série. Constituídos de ruído e muitas vezes é difícil identificar a estrutura tonal. Foram emitidos por fêmeas no estro durante o display sexual, para chamar a atenção dos machos, ou por machos adultos durante interações sexuais ou brincadeira.
	<i>Chuck</i>	Machos adultos	Composto por um elemento curto de frequência descendente. Foi emitido por machos adultos em resposta aos displays sexuais realizados pelas fêmeas.
Chamados de alarme ou estresse	<i>Bark</i>	Todos	Chamado constituído de um elemento de alta amplitude, com frequência levemente modulatória, inicialmente aumentando seguida por uma queda brusca. É um chamado de alarme que foi emitido em resposta à predadores aéreos.
	<i>Hip</i> (<i>Ghiu</i>)	Todos	Chamado curto composto por um único elemento de alta frequência e geralmente um harmônico só. Foi emitido em diversos contextos e parece refletir um nível leve de estresse, sendo emitido, por exemplo, quando o indivíduo encontrou dificuldades em acessar a parte comestível do recurso.
	<i>Double hip</i>	Todos	Semelhante ao <i>hip</i> , mas é composto, geralmente, por dois elementos e o segundo apresenta frequência maior ou menor que o primeiro. O contexto de emissão foi o mesmo que o dos <i>hip</i> . Pode ser que os <i>double hip</i> sejam chamados intermediários entre os <i>hip</i> e os <i>hic</i> .
	<i>Hiccup</i> (<i>Sleck</i>)	Todos	Compostos por dois tipos de elementos, o primeiro semelhante ao <i>hip</i> e o segundo com bastante ruído e, na maioria dos casos, com ausência de estruturas tonais. Pode apresentar de uma a três notas do primeiro tipo seguida sempre por uma nota do segundo tipo. Pode funcionar como um chamado de alarme contra predadores terrestres, mas também foi associado a contextos não predatórios, geralmente envolvendo manipulação de recursos.
	<i>Wah wah</i> (<i>Bellow</i>)	Machos e fêmeas adultos e subadultos	Série de notas que apresentam bastante ruído e algumas vezes é possível identificar elementos tonais. Foram emitidos quando os indivíduos eram surpreendidos com barulhos de alta amplitude e baixa frequência, como trovões ou sons semelhantes à explosões.

DISCUSSÃO

Uso das vocalizações

O repertório vocal do grupo de macaco-prego da espécie *S. libidinosus* desse estudo inclui 25 tipos de vocalizações. Todos os indivíduos do grupo vocalizam como forma de comunicação e cada vocalização apresenta uma particularidade. Macacos-prego passam a maior parte do tempo forrageando e se deslocando (Fragaszy et al., 2004b), sendo esperado que as vocalizações associadas a esses comportamentos sejam as mais comuns, como observado para *S. libidinosus*. Variações no uso e na estrutura das vocalizações de primatas de acordo com a faixa etária (Green, 1981; Bezerra and Souto, 2008) e com o sexo (Benz et al., 1990) já foram relatadas. Para o grupo de *S. libidinosus* estudado, três vocalizações foram exclusivas de uma faixa etária ou de um dos sexos. O *sirena* e o *chuck* foram emitidos somente por machos adultos e os *infant babbling* apenas pelos recém-nascidos. Porém, é possível observar diferenças no padrão de uso de alguns chamados entre os diferentes sexos e faixas etárias.

As vocalizações *trill* e *lip and teeth smacking* se destacaram por terem tido uma frequência de emissão maior pelo indivíduo juvenil com relação às outras faixas etárias. Com relação ao *trill*, o mesmo padrão de diminuição da emissão conforme o indivíduo envelhece também é encontrado em *S. nigritus* (Di Bitetti and Wheeler, 2017), *S. flavius* (Bastos et al., 2015) e em outras espécies de macaco-prego (*Cebus capucinus* (Gros-Louis, 2002)). Já nas comparações entre os machos e fêmeas adultos, não parece existir diferenças na emissão dos chamados que foram analisados, apenas as *contact note* aparentam ser mais emitidas pelos machos, mas não se sabe se essa diferença é significativa.

Como a emissão de vocalizações se mostrou contexto-dependente, as diferenças nos usos dos chamados também podem ocorrer a nível individual, pois dentro do grupo os indivíduos desempenham comportamentos diferentes, de acordo com sua posição na estrutura social (Fragaszy et al., 2004b). Tanto é que o macho alfa não emitiu vocalizações em resposta à agressão, uma vez que em nenhum momento foi ameaçado por outro indivíduo. Ao mesmo tempo, ele foi o indivíduo que mais emitiu *aggressive contact notes*, pois é ele que realiza a mediação de conflitos e tem a possibilidade de direcionar agressão a todos os outros indivíduos devido à sua posição na hierarquia.

Discriminação das vocalizações

Apesar das 25 vocalizações serem distinguíveis em som e estrutura, algumas não se discriminaram bem na análise realizada. Provavelmente o baixo número de chamados para alguns tipos de vocalizações (menos de 10) contribuiu para que o índice de discriminação desses chamados fosse menor que 60%. Algumas vocalizações são semelhantes, como evidenciado pela validação cruzada. As vocalizações *chihui* e *grgr* tiveram baixo índice de discriminação, mas as classificadas erroneamente foram classificadas como *contact note*. Apesar da estrutura dessas três vocalizações serem semelhantes elas são facilmente distinguíveis na escuta. O mesmo acontece com o *ascending rapid staccato* (ARS). A maioria das vocalizações foi classificada como *trill* na validação cruzada. ARS e *trill* são semelhantes em estrutura, mas facilmente distinguíveis na escuta. Os *trill* são mais baixos, enquanto o ARS é estridente com ruídos nas notas. No entanto, não se pode excluir a possibilidade de que ARS seja um tipo de *trill*.

As *aggressive contact notes* (ACN) apresentaram índice de discriminação igual a zero. Como o número de notas está relacionada com a intensidade da agressão, e como nos eventos mais intensos os agressores realizam displays de agressividade que envolve

mover galhos, os registros de ACN com muitas notas não apresentavam qualidade suficiente para serem mensurados. Provavelmente a discriminação foi dificultada, com um viés na amostra dessas vocalizações. Quando se analisa uma nota isolada de ACN é muito difícil distingui-la de uma *contact note* comum apenas com o espectrograma. Pode ser que as ACN sejam um tipo de *contact note*, emitida em série em contextos de agressão. Di Bitetti e Wheeler (2017) também descreveram essa possibilidade, indicando que ACN seja apenas uma variação de *contact note*.

Com relação às séries de assobios, apenas *food associated whistle series* (FAWS) se discriminou bem dos outros chamados. Di Bitetti e Wheeler (2017) classificaram cinco tipos de séries de assobios para *S. nigritus*, dos quais três estiveram presentes no repertório de *S. libidinosus*. Os tipos que não foram registrados para os *S. libidinosus* do PNB foram o *Infant whistle series* (IWS) e o *Monotonous whistle series* (MWS). Os IWS foram descritos como chamados emitidos por infantes de *S. nigritus* antes de serem carregados. Como indivíduos infantes não foram focais nessa pesquisa, é possível que os IWS façam parte do repertório de *S. libidinosus*, mas apenas não está entre as vocalizações amostradas.

Os MWS foram discriminados na primeira classificação com base na estrutura do espectrograma e no som. Nessa classificação inicial, os MWS foram diferenciados das outras séries de assobio por conter *contact note* como nota introdutória, ou por não conter nota introdutória e assobios com amplitude menor do que os demais tipos, similar ao descrito por Di Bitetti e Wheeler (2017). O índice de discriminação dos MWS foi zero, e na análise cruzada todos os MWS foram classificados como FAWS. Os MWS já foram descritos para uma população de *S. libidinosus* que habita uma área de Caatinga no estado do Piauí (Ferreira, 2016) e o espectrograma desse chamado é bem diferente dos MWS descritos por Di Bitetti e Wheeler (2017). Os chamados que foram classificados como

MWS na classificação inicial para os *S. libidinosus* do PNB também tem estrutura diferente dos espectrogramas de MWS da população do Piauí. Nas vocalizações gravadas para os *S. libidinosus* do PNB não foram observados nenhum chamado com a estrutura parecida com o MWS descrito por Ferreira (2016). Sendo assim, provavelmente os MWS estejam presentes no repertório *S. libidinosus* mas não foram detectados no grupo de *S. libidinosus* do PNB. Como os MWS não se diferenciaram dos FAWS na análise, foram alterados para FAWS.

O *long distance whistle series* também teve baixo índice de discriminação. Porém apresentam estrutura característica facilmente distinguível das outras séries de assobio. Diferentemente da descrição de Di Bitetti e Wheeler (2017), em que os *inter group encounter whistle series* (IGEWS) emitidos por *S. nigritus* apresentam *ascending rapid staccato* como nota introdutória, os *S. libidinosus* emitem IGEWS introduzidos por *lip and teeth smacking* cujo som lembra o som dos FAWS. Os IGEWS não foram considerados na análise devido ao baixo número de registros e qualidade das gravações. Mas, as únicas vezes em que séries de assobios foram introduzidas por *lip and teeth smacking* foram nas ocasiões de encontro inter-grupo. Uma possível função do LTS seria a de apaziguamento. Pode ser que a emissão de séries de assobios, introduzidas por essa vocalização no contexto de encontro entre grupos, tenha exatamente essa função.

A vocalização *patinado* também teve baixo índice de discriminação. Essa é uma vocalização rara, que tem uma estrutura intermediária entre o FAWS e *grgr*, assim como descrito por Di Bitetti e Wheeler (2017). Porém, apresenta um som arrastado característico, que a diferencia desses outros chamados. As outras vocalizações que tiveram baixo índice de discriminação foram *pip*, *pulsed scream* e *raspy estrous call*, que são vocalizações raras, com poucas repetições na amostra analisada, o que pode ter contribuído para a baixa discriminação. Essas vocalizações apresentam estrutura de

espectrograma bem distinta dos outros tipos de chamados, e são facilmente distinguidas. *Squeal* e *scream* não entraram na análise, mas são chamados com estrutura bem característica, facilmente reconhecidas na escuta.

Comparação com outras espécies de macacos-prego

O repertório vocal de *S. libidinosus* é muito similar ao de *S. nigritus* quanto aos tipos de vocalização. Apenas o chamado *double hip* não apresenta um equivalente em *S. nigritus*. Di Bietti e Wheeler (2017) descreveram 30 tipos de vocalizações para *S. nigritus*, das quais 24 são equivalentes aos de *S. libidinosus* do PNB. Além da estrutura do espectrograma e do contexto de emissão, os chamados de *S. libidinosus* e *S. nigritus* tem similares médias dos parâmetros acústicos. Como os infantes não foram gravados em sessões focais, provavelmente o repertório vocal da espécie *S. libidinosus* possua mais tipos de vocalizações do que as 25 aqui descritas.

O estudo de Bastos e colaboradores (2015) que descreve o repertório vocal de *S. flavius*, considerou que o chamado era a unidade discreta dentro da série, fornecendo as medidas acústicas e os espectrogramas apenas dessas unidades ao descrever os chamados emitidos em séries, como no caso dos *whistle series*. Esse procedimento dificultou bastante a comparação entre os espectrogramas para definir quais são as vocalizações equivalentes entre as espécies. Pode ser que existam mais vocalizações equivalentes entre as duas espécies do que as 11 que foram apresentadas nos resultados.

Chamados de contato equivalentes à *contact note* já foram descritos para diversas espécies de primatas neotropicais como sendo chamados de baixa amplitude, emitidos frequentemente por todos os indivíduos do um grupo ao longo do dia (Robinson, 1982). Uma possível função para os chamados de contato seria a regulação do espaçamento entre os indivíduos, para manter a coesão do grupo durante a locomoção, evitando que os indivíduos se percam, já que a visibilidade é prejudicada nos ambientes florestais (Kondo

and Watanabe, 2009). A regulação também pode ocorrer no sentido oposto, aumentando a distância entre os indivíduos quando a densidade está alta, ou para evitar a competição durante a alimentação (Boinski and Campbell, 1996). Os chamados de contato podem servir também para informar sobre a identidade do emissor, conseqüentemente informando sua posição. Assim, os indivíduos do grupo podem se organizar no espaço, regulando sua distância dos outros indivíduos de acordo com questões de hierarquia, por exemplo (Kondo and Watanabe, 2009).

No estudo de Di Bitetti e Wheeler (2017) as *contact notes* constituíram mais de 90% de todas as vocalizações gravadas. No grupo Rambo as *contact notes* emitidas compreenderam pouco mais da metade de todas as vocalizações emitidas pelos indivíduos focais. Pode ser que essa menor proporção seja explicada pelo tamanho pequeno do grupo (10 indivíduos). O grupo de *S. nigritus* estudado por Di Bitetti e Wheeler (2017) tinha 24 – 27 indivíduos. Em um grupo menor, a regulação de espaçamento entre os indivíduos não precisa ser tão reforçada quanto em grupos maiores, onde os indivíduos tem maiores chances de estarem próximos uns dos outros. O grupo Rambo passa boa parte do tempo na área antropizada do PNB o que pode contribuir pra essa menor proporção de *contact notes*, pois esse ambiente é aberto, permitindo visualização entre os indivíduos, não sendo preciso vocalizar para afirmar sua localização. Tanto que de todas as vocalizações emitidas pelos animais focais, nas áreas abertas a proporção de *contact notes* foi de 46,3%, enquanto na área da mata essa proporção foi de 63,4%.

Os *trill* são outro tipo de vocalização que apresenta estrutura e função semelhantes não só com as três espécies de *Sapajus* citadas nesse estudo, mas também com espécies de *Cebus* (Robinson, 1984; Boinski, 1993; Gros-Louis et al., 2008). A emissão de *trill* é mais frequente entre juvenis em todos os estudos citados. Di Bitetti e Wheeler (2017) argumentam que a função dessa vocalização para os indivíduos adultos seria coordenar a

movimentação do grupo. O que está de acordo com o observado para *S. libidinosus* pois todos os *trills* emitidos durante a locomoção, 40% foram da Rihana, que em geral era quem estava à frente durante os eventos de locomoção do grupo. Mas, mais estudos devem ser realizados para consolidar a função dos *trill* para *S. libidinosus*.

A emissão de *sirena* durante *displays* de reunião foi relatada para *S. nigritus* em diferentes trabalhos (Di Bitetti, 2001; Lynch-Alfaro, 2008; Di Bitetti and Wheeler, 2017). Essas vocalizações juntamente com os *displays* de reunião foram descritos como sendo demonstrações da aliança e união entre machos de *S. nigritus* (Lynch-Alfaro, 2008), o que explica a emissão de *sirena* por *S. libidinosus* no contexto de encontro entre os grupos, já que a demonstração de união dos machos pode ser um fator que culmine na expulsão do grupo invasor.

As vocalizações em resposta à agressão estão no repertório vocal de diversas espécies de primatas, e tendem a ter muito ruído, modulação de frequência e flutuações de amplitude. Essas características despertam a atenção e podem se tornar desagradáveis aos outros indivíduos do grupo (Owren and Rendall, 2001). Vocalizações altas e estridentes podem fazer com que o agressor desista de continuar a agressão para cessar esse som “desagradável” (Owren and Rendall, 2001). Por outro lado, esses chamados podem ter a função de informar a intensidade da agressão recebida (Slocombe and Zuberbühler, 2007) e recrutar aliados (Gouzoules et al., 1984). Esses contextos estão de acordo com o que foi observado para *S. libidinosus*. A emissão dos chamados em resposta a agressão chamava a atenção de outros indivíduos. Mesmo sem contato visual com o emissor, indivíduos se aproximavam do emissor, e em muitos casos, principalmente quando o conflito era com um humano, os indivíduos, principalmente o macho alfa, se engajavam em realizar display de agressão contra o autor da agressão que desencadeou o

conflito. As vocalizações em resposta à agressão têm o potencial de recrutar aliados que são auxiliares na defesa do indivíduo.

Os macacos-prego apresentam o mais rico repertório de comportamentos sexuais e de corte dentre os primatas não humanos (Fragaszy et al., 2004b) e esse repertório inclui até mesmo uso de ferramenta por parte das fêmeas, ao arremessarem pedras na direção dos machos para chamar sua atenção (Fragaszy et al., 2004b; Falótico and Ottoni, 2013; Mucury Filho, 2017). As vocalizações não poderiam deixar de estar presentes nesses *displays* e a emissão de *raspy estrous call* foi observada inclusive em interação sexual entre dois machos. O comportamento de monta entre indivíduos do mesmo sexo já foi relatado para macacos-prego como sendo demonstrações de laços afiliativos (Dixon, 2010).

Além da emissão de *chucks* no contexto de interação sexual, Di Bitetti e Wheeler (2017) descreveram que essa vocalização pode ser emitida em resposta à agressão de outros indivíduos e em resposta a aves de rapina empoleiradas, contextos não observados no grupo do PNB. Como os *chuck* estão presentes no repertório vocal de *S. libidinosus*, pode ser que ele seja emitido nesses contextos também.

Durante a amostragem, houve a emissão da vocalização de alarme *bark* desencadeada por uma ave inofensiva. Di Bitetti e Wheeler (2017) também observaram a emissão de *bark* nesse contexto por *S. nigritus*, e discutiram que como a vegetação densa do ambiente florestal dificulta a identificação exata de possíveis predadores, qualquer estímulo de uma ave grande voando pode desencadear a emissão desse chamado, o que explica o evento registrado no PNB

Seria interessante uma maior investigação sobre *double hip* (DHIP), já que essa vocalização não está presente no repertório vocal das outras espécies de *Sapajus* com repertório descrito. Pode ser que ela tenha função específica, relacionada a alguma

especificidade de *S. libidinosus*, mas também pode ser apenas uma variação dos *hip*, ou até mesmo um chamado intermediário entre o *hip* e o *hiccup*, já que são emitidas nos mesmos contextos.

Di Bitetti e Wheeler (2017) citam que *hiccups* funcionam como chamados de alarme para *S. nigritus*, sendo emitidos como resposta à potenciais predadores terrestres. Durante a amostragem do grupo Rambo não houve nenhum encontro com predadores terrestres de macacos-prego, então não foi registrado nenhum *hiccup* nesse contexto. Para *S. flavius*, o chamado equivalente ao *hiccup* é o *Sleck*, descrito como um chamado de deslocamento que desencadeia comportamento de alerta nos outros indivíduos, assim como o *Ghiu*, que é equivalente ao *hip* (Bastos et al., 2015). A emissão de *hiccup* pode ser associada a contextos não-predatórios também (Di Bitetti and Wheeler, 2017). Algumas evidências sugerem vantagens dos macacos-prego ao emitirem vocalizações de alarme em contexto não-predatório, existindo a possibilidade desses chamados serem emitidos de forma intencional (Kean et al., 2017). Em experimento com *S. nigritus* envolvendo plataformas de alimento, foi observado que os *hiccups* eram emitidos como forma de distrair os indivíduos para evitar a competição nesse contexto de alimentação (Wheeler, 2009). No PNB, os dados observados sugerem que os *hiccups* podem ter essa mesma função em *S. libidinosus* já que foram emitidos majoritariamente em contextos de forrageio. Porém, mais estudos seriam importantes para confirmar se isso se aplica a essa espécie.

As fêmeas adultas do grupo Rambo emitiram *wah wah*, o que também já foi registrado para fêmeas e juvenis de outros grupos selvagens e de cativeiro de *S. libidinosus* (Resende et al., 2007). Então para *S. libidinosus* esse chamado não parece ser específico de um sexo ou faixa etária como observado por Di Bitetti e Wheeler (2017) para *S. nigritus*, em que apenas os machos emitiram *wah wah*. Apesar dos *wah wah* serem

emitidos em resposta à uma possível ameaça e desencadearem um comportamento de alerta em outros indivíduos que não estão emitindo o chamado, eles não têm amplitude alta o suficiente para funcionar como um chamado de alarme. Uma possível especulação seria que os *wah wah* servem como apaziguamento, como forma de aliviar a tensão gerada pelo estresse causado por barulhos semelhantes a trovões ou explosões (Resende et al., 2007).

Pouco havia sido investigado sobre a comunicação vocal da espécie *S. libidinosus*. Nesse estudo, foi possível descrever 25 tipos de vocalizações emitidas por *S. libidinosus*, evidenciando riqueza da variedade estrutural entre tipos de chamados. As vocalizações descritas desempenharam funções ecológicas, envolvendo as relações sociais entre os indivíduos do grupo, e evidenciando a complexa comunicação vocal desse primata.

A frequência de emissão de alguns tipos de vocalizações varia de acordo com o sexo e com a idade dos indivíduos, mas estudos com grupos maiores são ainda necessários para consolidar essas diferenças. O repertório de *S. libidinosus* é similar ao de *S. nigritus* pois praticamente todas as vocalizações descritas são equivalentes entre as duas espécies, em estrutura e contexto de emissão. Em relação a *S. flavius*, apenas para 11 chamados tiveram equivalência. Talvez, estudos com espectrogramas mais detalhados possam confirmar se existem mais vocalizações equivalentes.

Em alguns casos os macacos-prego foram capazes de adaptar o uso dos chamados em situações não naturais, como nas interações com humanos e recursos antrópicos, evidenciando uma flexibilidade comportamental e ecológica característica dos *S. libidinosus*. No entanto, estudos futuros com populações maiores de *S. libidinosus* de vida livre são ainda necessários para a confirmação e descrição mais completa do repertório vocal da espécie.

CAPÍTULO 2

OS CHAMADOS ASSOCIADOS AO ALIMENTO DE MACACOS-PREGO DO CERRADO (*Sapajus libidinosus*)

INTRODUÇÃO

O forrageio social é uma consequência da evolução de sistemas sensoriais de comunicação que permitem aos animais usar informações providas por outro indivíduo, de forma direta ou indireta, para detectar o recurso (Ward and Zahavi, 1973; Wilkinson, 1992; Janik, 2000; Fedurek and Slocombe, 2011). A transmissão direta de informações ocorre quando um indivíduo sinaliza ativamente, indicando a presença de um recurso em determinado local, e essa sinalização pode ser por meio de vocalizações.

Quando uma espécie apresenta um tipo de vocalização emitida quando o indivíduo encontra ou se alimenta de uma fonte de recurso, e esta vocalização é distinta das demais, pode-se dizer que essa espécie apresenta um *food-associated call*, ou chamado associado ao alimento (CAA). As primeiras definições de CAA consideram que sua emissão atrai indivíduos que não estão em contato visual com o emissor para a fonte de recurso (Valone, 1996; Evans and Evans, 1999). Em vias gerais, emissão de CAA para primatas atrai coespecíficos para uma fonte de recurso recém descoberta (Dittus, 1984; Hauser and Wrangham, 1987; Di Bitetti, 2003). O uso de CAA é difundido entre os primatas, tanto nas espécies do velho-mundo (Dittus, 1984; Hauser, 1998; Slocombe and Zuberbühler, 2006; Clay and Zuberbühler, 2009; Luef et al., 2016), quanto entre os primatas neotropicais (Elowson et al., 1991; Boinski and Campbell, 1996; Di Bitetti, 2003; Gros-Louis, 2004).

Porém, os CAA podem estar relacionados a outros fatores. Podem ser usados para sinalizar o status social do indivíduo para o grupo (Clark and Wrangham, 1994) ou anunciar a posse do recurso (Hauser and Marler, 1993b), fugindo da função definida

inicialmente. Há, portanto, necessidade de se verificar qual a variável específica que estimula a emissão de determinado tipo de chamado. Dessa forma é possível elucidar quais informações que o chamado transmite aos outros indivíduos, tornando sua função mais clara. Alguns estudos apontam que a qualidade ou quantidade do recurso alimentar é um fator que pode influenciar na emissão de CAA (Hauser and Wrangham, 1987; Chapman and Lefebvre, 1990; Gros-Louis, 2004; Clay and Zuberbühler, 2009). Os CAA podem ser sinais funcionalmente referenciais (Dittus, 1984; Benz, 1993; Bugnyar et al., 2001; Di Bitetti, 2003; Fedurek and Slocombe, 2011), ou seja, carregam um significado que é captado e interpretado pelos receptores, de forma que eles consigam prever eventos ambientais na ausência de outras pistas visuais ou contextuais (Macedonia and Evans, 1993).

A espécie *Sapajus libidinosus* é uma das oito espécies de primatas neotropicais pertencentes ao recém descrito gênero *Sapajus* (Lynch-Alfaro et al., 2012). Juntamente com as espécies do gênero *Cebus*, compõem o grupo de primatas popularmente conhecido como macacos-prego (Lynch-Alfaro et al., 2012). *Sapajus libidinosus* são macacos de hábito arborícola e dieta onívora-generalista, que ocorrem somente na Caatinga e Cerrado do Brasil (Izawa, 1978, 1979; Lynch-Alfaro et al., 2012). Como os outros macacos-prego, *S. libidinosus* apresenta uma avançada capacidade cognitiva, reflexo do seu alto índice de encefalização (Rilling and Insel, 1999; Milligan, 2010). A espécie faz uso de ferramentas, principalmente para acessar frutos encapsulados e sementes (Visalberghi et al., 2007; Falótico et al., 2018), característica que demonstra a flexibilidade ecológica e comportamental desses macacos. Diversos grupos de *S. libidinosus* habitam ambientes alterados/antropizados, como parques urbanos, onde interagem com humanos e adotam diferentes estratégias de forrageio para obter recursos antrópicos (Vieira, 2011; Lousa, 2013; Sacramento, 2014; Camargo, 2018; Mota, 2018).

Dentre as diversas vocalizações empregadas pelos macacos-prego em diferentes contextos sócio-ecológicos estão os CAA (Boinski and Campbell, 1996; Di Bitetti, 2003, 2005; Pollick et al., 2005; Gros-Louis, 2006). Ainda não existe um consenso sobre a função desses chamados para os macacos-prego. Existem sugestões de que sua função seria para a atração de coespecíficos para a fonte de recurso (Di Bitetti, 2003; Pollick et al., 2005) ou para anunciar a posse do recurso, diminuindo a probabilidade de que o indivíduo seja aproximado, evitando a competição (Boinski and Campbell, 1996; Gros-Louis, 2004). Essas divergências podem também sugerir que em uma mesma espécie existam diferentes tipos de CAA, que podem ter diferentes funções.

Em geral, os grupos de *S. libidinosus* que fazem uso de recursos antrópicos não deixam de consumir itens que fazem parte de sua dieta natural (Sacramento, 2014). Dada a flexibilidade comportamental e ecológica da espécie e a possibilidade de que os indivíduos utilizem os chamados de uma maneira referencial, é possível que esses grupos adaptem o uso dos chamados de acordo com os recursos disponíveis. Porém, ainda não foi realizada nenhuma investigação sobre a influência da qualidade do recurso na emissão de CAA para espécie.

Assim, o objetivo desse estudo é responder se os chamados associados ao forrageio estão relacionados de alguma forma às características do recurso que desencadeou sua emissão, para a espécie de macaco-prego *S. libidinosus*. Partindo do pressuposto de que essa espécie apresenta diferentes tipos de CAA, como demonstrado por Ferreira (2016), a hipótese central que será testada nesse trabalho diz que um, ou alguns desses chamados, tem o potencial de indicar para outros indivíduos características de uma fonte de recurso, como a quantidade e o tipo de fonte. Para testar essa hipótese, verificarei se a emissão de vocalizações associadas ao forrageio é afetada por variáveis ecológicas, relacionadas ao recurso, em um grupo de vida livre de macacos-prego da

espécie *Sapajus libidinosus* que habita uma área semi-urbana e faz uso de recursos antrópicos. Farei uma avaliação geral de como os indivíduos usam os CAA durante o forrageio, verificarei se existe relação entre o tipo de CAA emitido e características da fonte de recurso encontrada (qualidade e quantidade) e, por fim, verificarei se existem diferenças nas taxas de emissão dos CAA durante a alimentação para os diferentes tipos de recurso.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado no Parque Nacional de Brasília (PNB) localizado entre as coordenadas 15°35' a 15°45' latitude sul e 48°5' a 48°53' longitude oeste. Essa é uma Unidade de Conservação Federal brasileira, localizada em região de Cerrado, em Brasília, Distrito Federal. Mais especificamente, o estudo se concentrou em uma mancha de mata de galeria pantanosa, que compreende à área de uso do grupo de macacos-prego estudados. Na área de uso dos macacos estão inclusas duas piscinas artificiais, abertas à visitação pública. Os macacos realizam suas atividades diárias nessas áreas, incluindo o forrageio de recursos antrópicos.

Grupo de estudo

O estudo foi feito com um grupo composto por 10 macacos-prego (*Sapajus libidinosus*) de vida livre, que habitam o PNB. Esse grupo foi denominado “Grupo Rambo” por Sacramento (2014) e atualmente é composto por 10 indivíduos (**Tabela 1**), que são diferenciados pelas suas características físicas.

Tabela 1. Composição do grupo de *S. libidinosus* que reside no Parque Nacional de Brasília, de agosto/2018 a junho/2019.

Indivíduo	Sexo	Hierarquia	Idade
Rambo	Macho	Alfa	Adulto
Rihana	Fêmea	Alfa	Adulto
Cotoca	Fêmea	Subordinada	Adulto
Mini Dida	Macho	Subordinado	Adulto
Amarelo	Macho	Subordinado	Adulto
Richard	Macho	Subordinado	Subadulto
Frida*	Fêmea	Subordinada	Subadulto
Spike	Fêmea	Subordinada	Juvenil
Goku	?	-	Infante
Romã	?	-	Infante
Caju**	?	-	Infante

* Desapareceu durante o período de coleta; ** Nasceu durante o período de coleta; “?” sexo não identificado

Coleta de dados

O estudo consistiu em observações do comportamento dos indivíduos no contexto ecológico natural, em que nenhuma variável foi manipulada. A coleta de dados ocorreu entre setembro de 2018 e junho de 2019, sendo que ao longo desse período foram realizados 70 dias de coleta. Nesses dias, a amostragem ocorria nos períodos entre 7 e 13h, ou entre 13 e 18h30. Os dados foram coletados por gravações das vocalizações emitidas pelos indivíduos, por meio do método de amostragem focal (Altmann, 1974) e do registro dos contextos comportamentais durante as sessões focais. Os indivíduos infantes (n = 3) não foram gravados. As sessões focais tinham duração de 10 a 15 minutos e foram realizadas com o gravador digital *Sound Devices 72*, conectado ao microfone ultradirecional *Rode NT55A*. Foi mantida uma distância de 5 – 10 m do animal focal durante as gravações. Caso o indivíduo fosse perdido de vista por mais de um minuto antes do focal completar 10 minutos de duração, essa gravação era desconsiderada e o

animal poderia ser gravado novamente. Os focais válidos foram aqueles que tiveram pelo menos 10 minutos de duração.

Uma sessão focal se iniciava com a escolha de um indivíduo, baseada em alguns critérios para que nenhum indivíduo fosse super ou sub amostrado. O período de amostragem foi dividido em faixas de horários, sendo elas de 7 – 9h, 9 – 11h, 11 – 13h, 13 – 15h, 15 – 17h e 17 – 19h e o indivíduo escolhido era aquele que tinha o menor número de focais gravados em determinada faixa de horário naquele mês de coleta. Um indivíduo só era gravado mais de uma vez em um dia caso todos os outros já tivessem sido gravados. Outro critério para selecionar um indivíduo que seria gravado era que ele não estivesse forrageando, pois o interesse era no que aconteceria, uma vez que o indivíduo encontrasse uma fonte de recurso. Durante a sessão focal, além das vocalizações obtidas pela gravação, também eram registradas as atividades realizadas pelo indivíduo focal. Esse registro foi feito com o microfone *headset Shure PGA31* conectado ao mesmo gravador digital *Sound Devices 72*. Cada mudança de comportamento era registrada, assim como cada vez que o animal focal vocalizava. Os comportamentos foram registrados de acordo com as categorias forragear (procurar, se aproximar, manipular e/ou inspecionar um item alimentar), comer (ingerir um item alimentar), locomover (andar, correr ou levantar), descansar (parar, sentar ou deitar) e interagir (brincar, agredir, fazer *grooming* ou copular com outro indivíduo).

Além do registro comportamental realizado durante as sessões focais, foram registradas as características relacionadas a qualidade e quantidade das fontes de recursos envolvendo os eventos de forrageio. A qualidade foi relacionada ao tipo de fonte (antrópico ou não) e sempre que possível o recurso foi identificado e registrado. As fontes de recurso foram categorizadas e agrupadas de acordo com suas características e semelhanças em “antrópico”, que incluiu todos os recursos de origem antropogênica,

“caule”, que incluiu as partes menos atrativas das plantas para os macacos-prego, “fruto”, que abrangeu os frutos disponíveis na espécies de árvores frutíferas do PNB, e “proteína”, que incluiu artrópodes, e recursos com baixo número de registros mas que representavam uma fonte de proteína, como pequenos vertebrados (n = 2 eventos), cogumelos (n = 2) e líquen (n = 1) (**Tabela 3**).

Com relação à quantidade, o registro foi feito em categorias de abundância. Estudos naturalísticos que envolvem forrageio de primatas geralmente categorizam a abundância de uma fonte de recurso com base na quantidade de indivíduos que ela tem o potencial de suportar (Wrangham, 1980), por exemplo, quantos indivíduos caberiam em uma árvore com frutos. Porém, como o forrageio antrópico é recorrente entre os indivíduos do grupo estudado, os recursos consumidos foram dos mais variados possíveis, o que dificultou uma categorização clássica. Então, estimamos a abundância da fonte, de acordo com o quanto a parte comestível de recurso ocupava as mãos do animal. Assim, uma fonte escassa era aquela que não preencheria as duas mãos em concha, como um inseto, um coquinho de palmeira caído no chão, ou um pedaço de biscoito. A fonte média era aquela que preencheria as duas mãos, como um fruto carnoso pequeno caído no chão ou uma paçoca, e a abundante ultrapassava o preenchimento das mãos, como uma gameleira carregada de frutos ou um pacote de salgadinho. Em muitos casos de forrageio antrópico, a fonte descoberta pelo indivíduo se tratava de uma mochila, bolsa, recipiente térmico para estocar alimentos, ou seja, itens que potencialmente conteriam recursos. Nesses casos a quantidade era classificada como “desconhecida”. Caso o indivíduo tivesse acesso a algum recurso contido nesses recipientes, a classificação da quantidade se adequava de acordo.

O início de um evento de forrageio era quando o indivíduo se aproximava ou manipulava uma fonte de recurso. O término era quando o indivíduo abandonava a fonte

ou terminava de comer, caso tivesse carregado o recurso para outro local. Caso o indivíduo retornasse para a mesma fonte após ter se distanciado e conseguisse manipular, carregar e/ou comer mais, esses acontecimentos ainda eram incluídos no evento de forrageio inicial. Foi comum a ocorrência de mais de um evento de forrageio por focal. O forrageio incluiu todos os comportamentos relacionados à busca e exploração de recursos alimentares. Os eventos de forrageio em que o indivíduo conseguiu ter acesso ao recurso foi considerado um evento de alimentação, enquanto os eventos em que os indivíduos apenas buscavam por recursos foram considerados eventos de forrageamento.

Análise de dados

Após a coleta, todas as gravações foram transcritas para uma planilha, contendo todos os registros dos comportamentos realizados pelos animais focais associados ao tempo, desde o início da gravação do focal. Foram registradas todas as vezes que os indivíduos vocalizavam, e os arquivos das gravações geradas pelo microfone ultradirecional foram cortados em novos arquivos contendo somente vocalizações de forrageio. Essas foram classificadas de acordo com a estrutura do espectrograma e som, em *chihui* (C), *contact note* (CN), *grgr* (G) e *food associated whistle series* (FAWS). Cada evento de forrageio foi associado às características da fonte de recurso envolvida (qualidade e quantidade) e às vocalizações de forrageio emitidas. Essas vocalizações foram consideradas CAA baseando-se no estudo de Ferreira (2016), que definiu que a probabilidade de emitir esses chamados é maior em contexto de forrageio, para *S. libidinosus*.

Foi feita uma avaliação geral de como os indivíduos usam esses chamados durante o forrageio para as diferentes fontes de recurso, a fim de averiguar se alguma vocalização era mais frequente durante o forrageio de algum tipo de recurso específico. Para cada tipo

de recurso foi estimada a frequência com que cada tipo de CAA era emitido. Cada focal foi considerado como uma unidade amostral, e calculamos o número de focais em que as vocalizações foram emitidas durante o forrageio de cada tipo de recurso. Calculamos, por exemplo, em quantos focais a vocalização *grgr* foi emitida durante o forrageio de frutos. Nessa avaliação entraram todos os eventos de forrageio, tanto os de alimentação quanto os de forrageamento.

Foi realizada uma análise de redundância parcial (RDA) para verificar a influência da qualidade e quantidade da fonte de recurso (variáveis explicativas) na emissão dos diferentes CAA (variável resposta). A influência das variáveis explicativas na emissão dos chamados foi medida relacionando-se o tempo, em cada focal que o indivíduo passou se alimentando de cada tipo de fonte (antrópico, caule, fruto e proteína) e de cada categoria de abundância (escasso, médio, abundante e desconhecido), com o tempo que o indivíduo passou emitindo cada tipo de vocalização (C, CN, FAWS e G). O tempo de emissão dos chamados foi calculado com base na média de duração de amostras desses chamados (**Tabela 2**). Como os focais apresentam durações diferentes, os tempos gastos em cada uma das categorias foram calculados em porcentagem, relacionadas ao tempo total de cada focal. As análises foram realizadas para verificar a influência do tipo de recurso na vocalização emitida e para verificar a influência da quantidade. As análises consistiram em uma RDA parcial descontando o efeito do indivíduo na variável resposta. Para testar a significância do modelo foi utilizado o teste de permutação Monte-Carlo (999 permutações). Foram criados diagramas de ordenação da RDA para verificar a relação entre variáveis relacionadas ao recurso com as vocalizações. Esses diagramas representaram o efeito relativo das variáveis relacionadas ao recurso na emissão das vocalizações e a correlação linear entre as vocalizações e as variáveis relacionadas ao recurso.

Tabela 2. Média (\pm DP) da duração, em segundos, das vocalizações associadas à forrageio emitidas pelos indivíduos do grupo de macacos-prego (*S. libidinosus*) que habita o Parque Nacional de Brasília. “N”: número de arquivos usados para o cálculo da média.

Vocalização	Duração (seg)	N
<i>Chihui</i>	0,39 \pm 0,23	33
<i>Contact note</i>	0,02 \pm 0,01	67
<i>Food associated whistle series</i>	2,02 \pm 0,69	30
<i>Grgr</i>	0,10 \pm 0,08	43

Para verificar se existem diferenças nas taxas de emissão dos CAA durante a alimentação dos diferentes tipos de recurso, foi realizado o teste não paramétrico *Kruskal-Wallis*, seguido por um teste de *Mann-Whitney*. A taxa de emissão dos chamados consistiu no número de vocalizações emitidas por minuto, sendo calculada pelo número de *chihui*, *contact notes*, FAWS ou *grgr* dividido pela duração do evento de alimentação. Para garantir a independência dos dados, foi selecionado apenas o primeiro evento de alimentação do focal, já que um mesmo indivíduo só era gravado mais de uma vez em um dia caso todos os outros já tivessem sido gravados, o que garantia um intervalo de pelo menos algumas horas antes do mesmo indivíduo ser gravado novamente. Além disso, como a quantidade de recurso exerceu uma influência na emissão de todos os tipos de CAA (ver resultados da RDA), apenas os eventos de forrageio que envolveram recursos abundantes foram usados. Seguindo esses critérios, apenas quatro eventos de forrageio envolvendo a categoria “proteína” poderiam ser usados. Devido a esse baixo número essas amostras foram descartadas na análise. As taxas de emissão de *chihui*, *contact note*, FAWS e *grgr* durante os eventos de alimentação nas categorias antrópico, fruto e caule, totalizando a análise de 158 eventos, foram comparadas. Todas as análises foram realizadas no *software* R e os sete indivíduos que foram gravados contribuíram com amostras para realização dos testes.

RESULTADOS

O forrageio e o uso de CAA

No total, foram gravados 410 focais válidos. As quatro vocalizações associadas à forrageio estão entre as seis mais comumente emitidas durante a amostragem do grupo de *S. libidinosus*. A vocalização *contact note* foi a mais frequente, com 1979 arquivos de vocalizações emitidas pelos animais focais durante a gravação dos focais válidos. A segunda mais frequente foi a *chihui* (n = 576), seguida por *grgr* (n = 236) e por fim FAWS (n = 219). Essas vocalizações foram emitidas por todos os indivíduos que foram gravados.

O forrageio por recursos antrópicos consistiu em se aproximar, manipular, carregar e/ou se alimentar de recursos antrópicos que, em geral, não estavam sendo vigiados por humanos ou pelo aprovisionamento dos humanos, que entregavam recursos diretamente aos macacos. Dos 410 focais gravados, em 202 houve pelo menos um evento de forrageio antrópico e em 57% desses houve a emissão de algum CAA durante o forrageio (**Figura 2**). Um fato que não pode deixar de ser mencionando são os diversos conflitos entre os humanos e os macacos na área pública do PNB em decorrência dessa busca pelos alimentos antrópicos. Muitas vezes os humanos arremessaram líquidos ou objetos contra os macacos, se aproximaram bruscamente e/ou gritaram na tentativa de “proteger” seus pertences, o que em geral despertava comportamentos de defesa por parte dos macacos, que em alguns casos resultou em mordidas ou arranhões nos humanos.

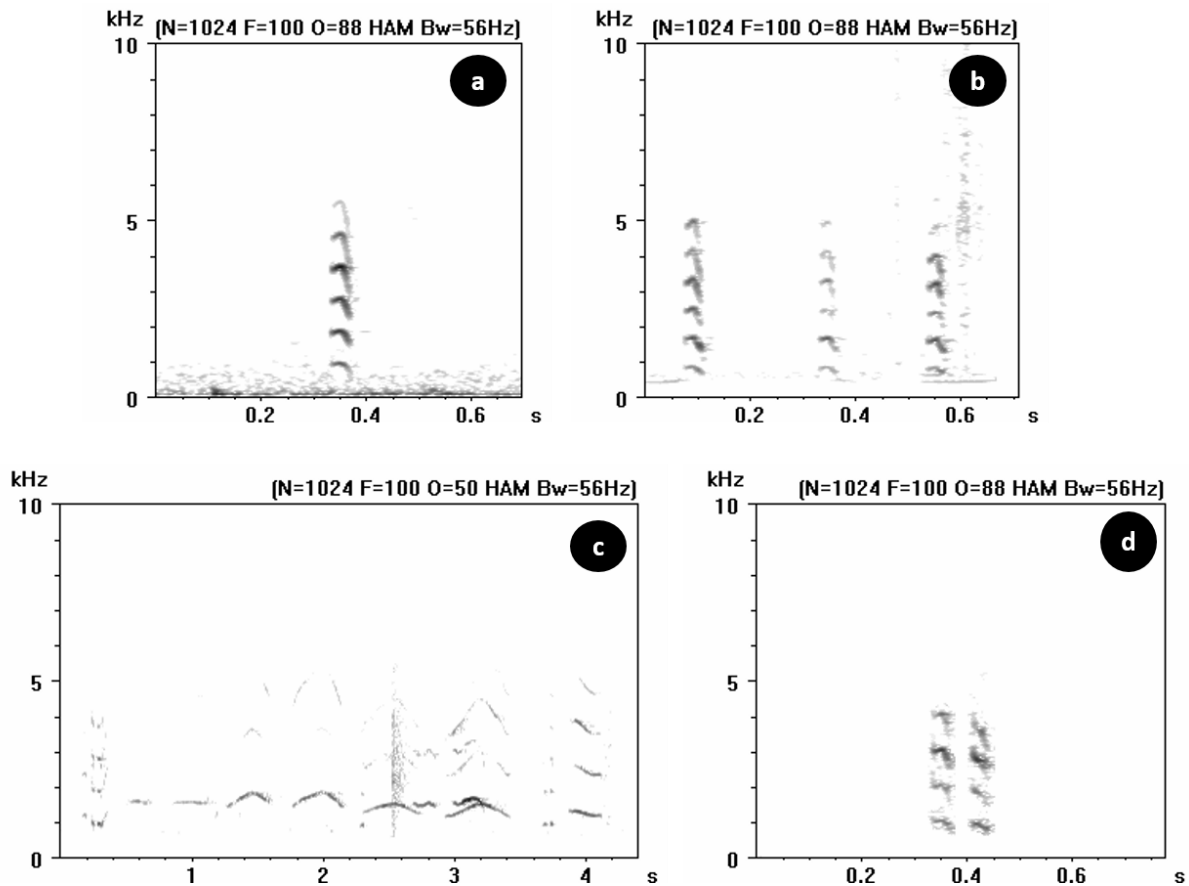


Figura 1. Espectrogramas das vocalizações associadas ao alimento emitidas por macacos-prego (*S. libidinosus*). (a) *contact note*; (b) *chihui*; (c) *food associated whistle series*; e (d) *grgr*.

O forrageio por artrópodes consistiu em procurar em superfícies de folhas e troncos, dentro de orifícios nos troncos, além de quebrar e manipular galhos finos e levantar pedras ou troncos no chão (menos comum). Esses comportamentos foram muito comuns e ocorreram em 73,2% (n = 300) de todos os focais gravados. Esse número inclui os focais em que houve forrageio pelos recursos que não são artrópodes, mas foram incluídos na categoria “proteína” (**Tabela 3**). Em 45% desses focais houve a emissão de algum CAA (**Figura 2**).

O forrageio por frutos envolveu tanto árvores frutíferas quanto frutos caídos no chão, muitas vezes longe da planta mãe. A maioria das ocorrências de uso de ferramenta se deu durante o forrageio por esses frutos no chão. Alguns frutos estiveram disponíveis

durante todo o período de coleta e eram fontes de recurso visitadas quase diariamente pelos indivíduos do grupo, como a pimenta-de-macaco (*Piper* sp.). O forrageio por frutos ocorreu em 141 dos focais gravados e em 51% desses focais houve a emissão de algum CAA durante o forrageio (**Figura 2**). Já o forrageio envolvendo recursos da categoria “caule” foi o menos comum, ocorrendo em 98 dos focais gravados e em 35% desses houve a emissão de algum CAA.

Foi possível observar um padrão de utilização dos CAA durante o forrageio, de acordo com o tipo de recurso. As vocalizações *chihui* e *contact note* foram menos específicas, usadas durante o forrageio de todos os tipos de recurso, e as mais comuns em todos os casos. Já a emissão de FAWS e *grgr* foi mais específica, sendo mais frequente durante o forrageio por recursos antrópicos, mas também em alguns focais durante o forrageio por frutos. Sua emissão no forrageio por proteína e caule foi muito rara. (**Figura 3**).

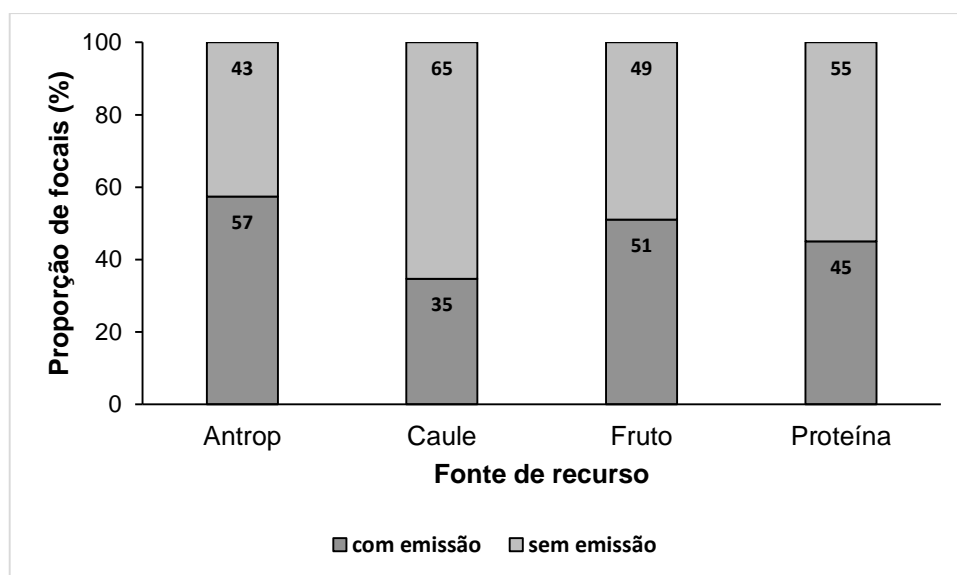


Figura 2. Proporção de focais em que houve a emissão de algum chamado associado ao alimento (CAA) por *S. libidinosus* (com emissão) durante o forrageio das quatro categorias de fontes de recurso e a proporção de focais em que não houve a emissão de nenhum CAA durante o forrageio (sem emissão).

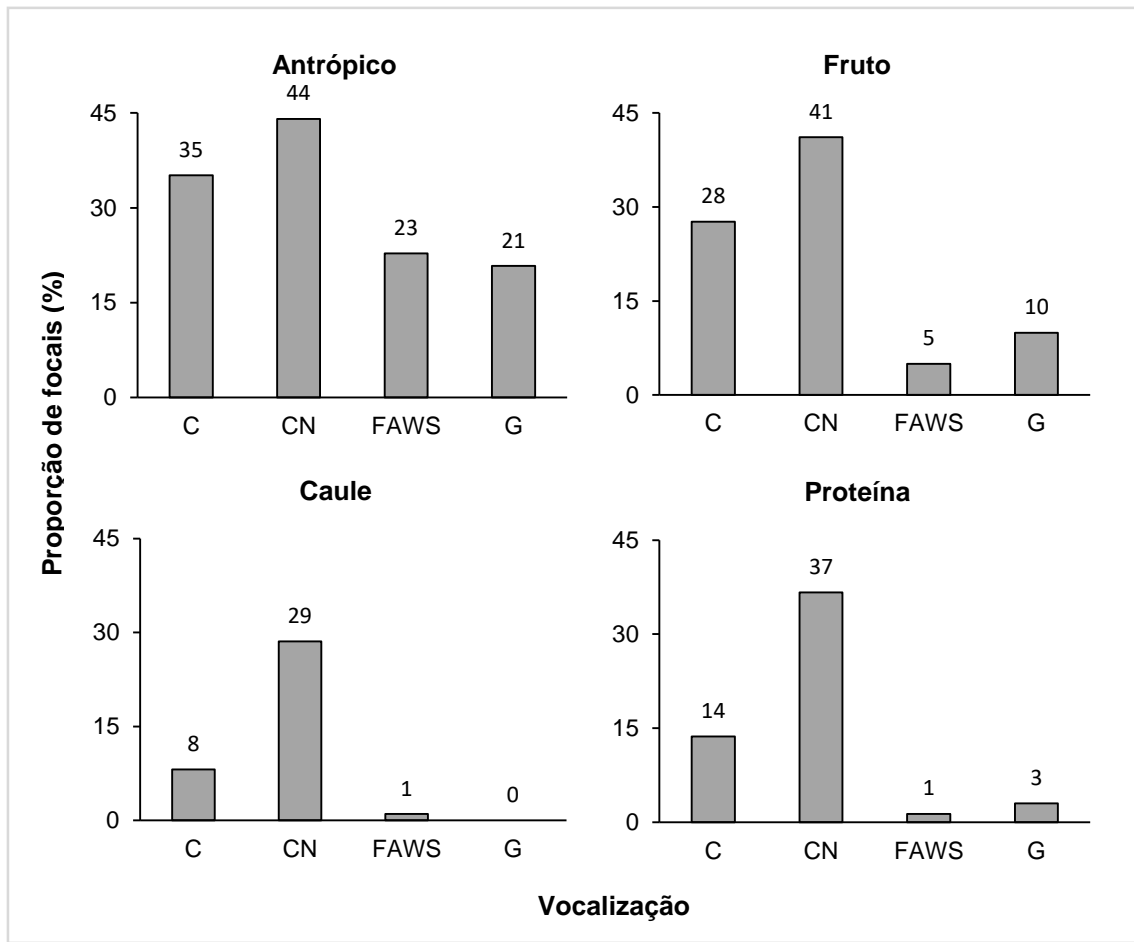


Figura 3. Proporção de focais em que houve a emissão dos chamados associados ao alimento (C, CN, FAWS e G) por *S. libidinosus* para cada tipo de fonte de recurso (antrópico, fruto, caule e proteína). As proporções foram calculadas com base no número total de focais em que houve forrageio de cada tipo de recurso. As vocalizações podem ter sido emitidas em um mesmo focal, mas foram contabilizadas separadamente. C: *chihui*; CN: *contact note*; FAWS: *food associated whistle series*; G: *grgr*.

Fontes de recurso

Foram gravados 410 focais válidos dos quais 356 apresentaram pelo menos um evento de alimentação. No total, foram registrados 880 desses eventos, nos quais os indivíduos exploraram uma grande variedade de recursos, tanto naturais quanto antrópicos (**Tabela 3**).

Tabela 3. Categorização das fontes de recurso usadas por *S. libidinosus* no Parque Nacional de Brasília.

Categoria	Fonte de recurso
Antrópico	<p>Alvo antrópico: mochilas, bolsas, recipientes térmicos, saco de lixo, latas de lixo;</p> <p>Industrializados: refrigerante, suco, bebidas lácteas, amendoim, pipoca, salgadinho de milho, biscoitos de sal ou doce recheados ou não, balinhas, pirulitos, paçocas, margarina, sachês de maionese e ketchup;</p> <p>Pães: pães, sanduiches com queijo, mortadela e/ou presunto, torradas, restos de pão (migalhas);</p> <p>Lanches: coxinha, empadinha, pão de queijo, salgados fritos ou assados;</p> <p>Comida: arroz, mandioca cozida e galinhada;</p> <p>Frutas exóticas: ameixa, abacaxi, banana, carambola, coco, laranja, maçã, melancia, melão, pera, pêsego, uva, tangerina, salada de fruta e cascas de banana, coco, laranja, manga, melão e pêsego;</p> <p>Itens não comestíveis: embalagens, vasilhas, sacolas, saleiro, chiclete e comprimidos.</p>
Caule	Partes menos “atrativas” das plantas: caule, folhas, flores e capim;
Fruto	<p>Árvores frutificadas com frutos carnosos: abacate (<i>Persea americana</i>), goiaba (<i>Psidium guajava</i>), manga (<i>Mangifera indica</i>), ingá (<i>Inga</i> sp), jaca (<i>Artocarpus heterophyllus</i>), bromélia (<i>Bromelia balansae</i>), jamelão (<i>Syzygium cumini</i>), gameleira (<i>Ficus</i> sp.);</p> <p>Árvores frutificadas com frutos secos: pimenta-de-macaco (<i>Piper</i> sp.), aroeira (<i>Schinus</i> sp.), jequitibá (<i>Cariniana</i> sp.), pinha-do-brejo (<i>Magnolia ovate</i>), pata-de-vaca (<i>Bauhinia</i> sp.) e outros não identificados;</p> <p>Frutos caídos no chão: coquinhos de palmeiras não identificados e outros não identificados.</p>
Proteína	Fontes naturais de proteínas: lepidópteros (lagartas e indivíduos adultos), hemípteros, formicídeos, ortópteros, e outros artrópodes não identificados, ninho de himenópteros (vespeiro ou colmeias), pequenos vertebrados (anfíbio e lagarto), cogumelos e líquens.

A maioria dos eventos de alimentação registrados envolveram recursos antrópicos (**Figura 4**). Já com relação à abundância da fonte, a maioria dos registros ocorreu em fontes com quantidade abundante de recurso (**Figura 5**).

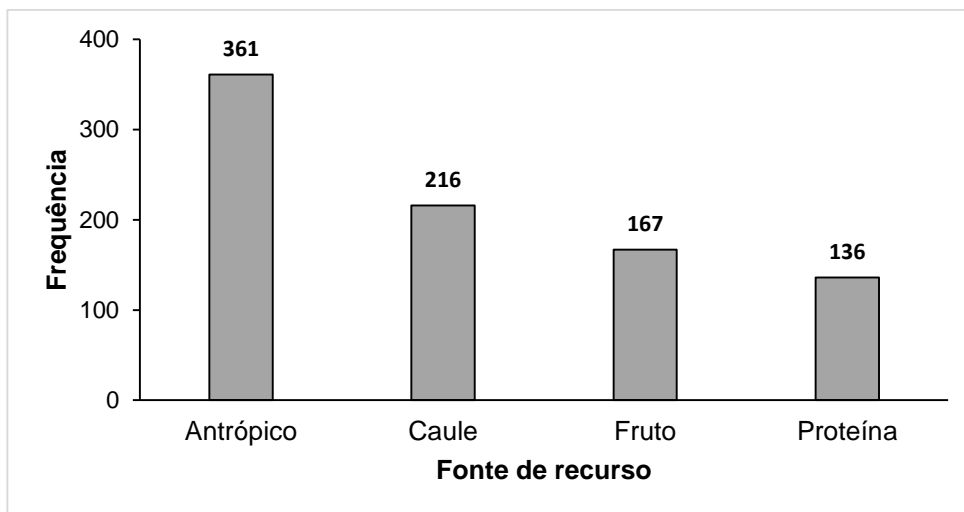


Figura 4. Frequência de registros de eventos de alimentação em cada tipo de fonte de recurso exploradas por *S. libidinosus* no Parque Nacional de Brasília.

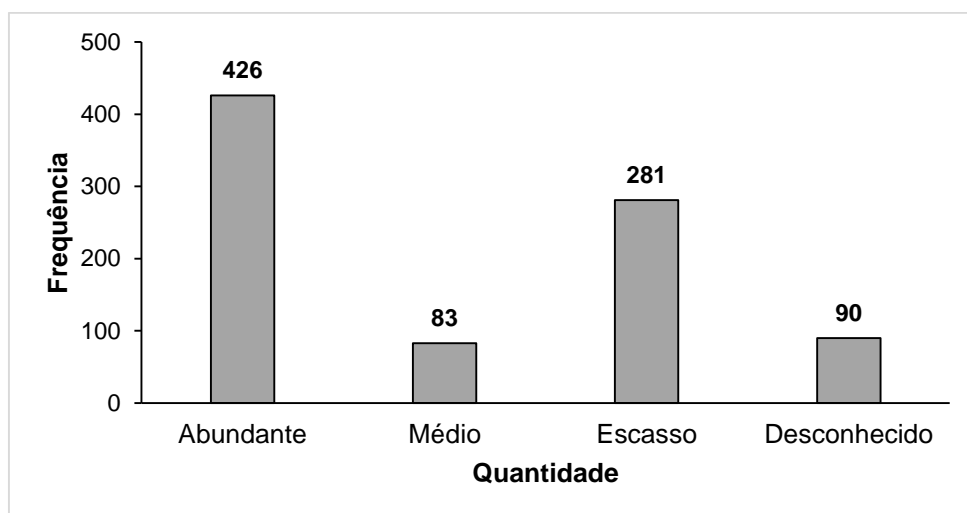


Figura 5. Frequência de registros de eventos de alimentação em cada categoria de quantidade de recurso exploradas por *S. libidinosus* no Parque Nacional de Brasília.

Influência das características do recurso na emissão de CAA

A primeira análise de redundância mostrou que as variáveis relacionadas ao tipo de recurso explicaram 11% da variação da emissão das diferentes vocalizações (coeficiente ajustado $R^2 = 0,11$). Essa RDA foi significativa ($F = 17,425$; $p < 0,001$), ou seja, o tipo de recurso influencia de maneira significativa a emissão das vocalizações

associadas ao alimento durante os eventos de alimentação. Com relação à variação dos eixos dentro do modelo, o primeiro eixo sozinho explicou 85% da variação (**Tabela 4**). Os tipos de recursos influenciam o chamado emitido como demonstra o diagrama de ordenação (**Figura 6**). É possível observar que os recursos antrópicos desencadeiam a emissão das vocalizações *chihui*, *FAWS* e *grgr*, e os frutos a emissão de *contact note*. Já as categorias proteína e caule não estão relacionadas à emissão de vocalizações específicas.

A segunda RDA mostrou que as variáveis relacionadas à abundância do recurso explicaram 5% da variação da emissão das diferentes vocalizações (coeficiente ajustado $R^2 = 0,05$) (**Tabela 4**). Essa RDA foi significativa ($F = 11,72$; $p < 0,001$), indicando que a quantidade de recurso exerce influência significativa no tipo de chamado emitido pelos indivíduos. Para esse modelo, o primeiro eixo explica 97% da variação dos dados (**Tabela 4**). O diagrama dessa RDA mostra que a emissão dos quatro tipos de vocalização está relacionada aos recursos abundantes, enquanto os recursos de quantidade média, escassa e desconhecida não são claramente associados à emissão de nenhum dos chamados (**Figura 7**).

Tabela 4. Resultados da análise de redundância (RDA) dos dois modelos que verificam a influência de características da fonte de recurso na emissão das vocalizações de forrageio de *S. libidinosus*, o primeiro é relativo à influência do tipo de recurso e o segundo à quantidade do recurso.

Modelo	Tipo		Quantidade	
	RDA1	RDA2	RDA1	RDA2
<i>Eigenvalue</i>	0,553	0,095	0,485	0,007
Proporção explicada	0,848	0,146	0,979	0,014
Proporção acumulada	0,848	0,994	0,979	0,992

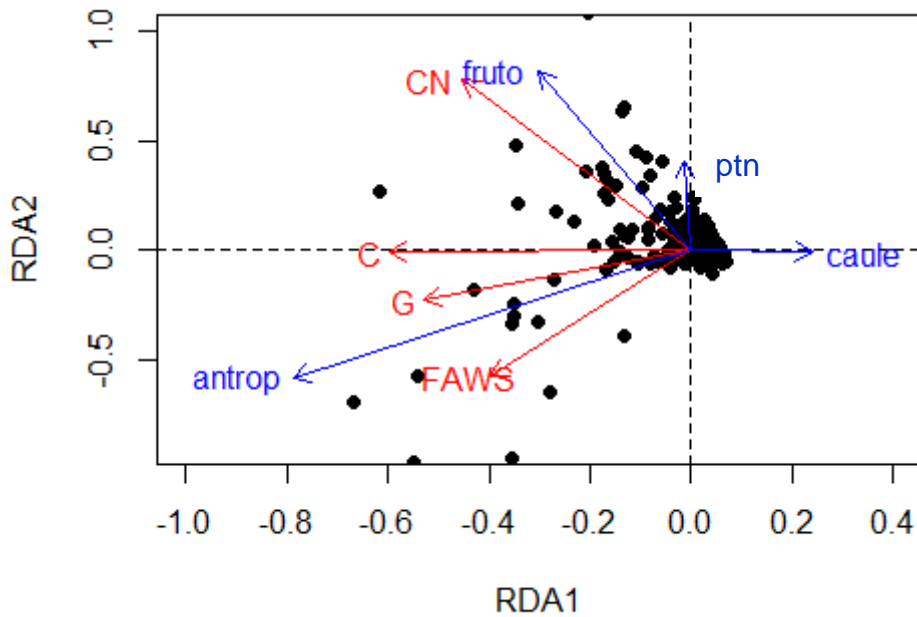


Figura 6. Diagrama de ordenação da análise de redundância relacionando as categorias de tipo de recurso (setas azuis) com o tipo de vocalização (setas vermelhas) emitidas por *S. libidinosus* durante a alimentação. C: *chihui*; CN: *contact note*; FAWS: *food associated whistle series*; G: *grgr*; antrop: antrópico; e ptn: proteína.

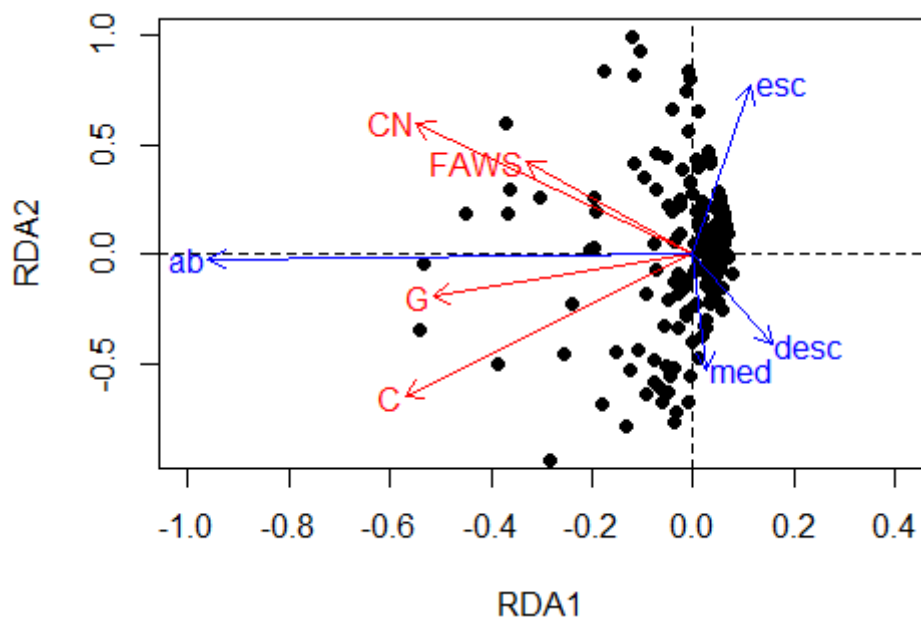


Figura 7. Diagrama de ordenação da análise de redundância relacionando as categorias de quantidade de recurso (setas azuis) com o tipo de vocalização (setas vermelhas) emitidas por *S. libidinosus* durante a alimentação. C: *chihui*; CN: *contact note*; FAWS: *food associated whistle series*; G: *grgr*; Ab: abundante; med: médio; esc: escasso; e desc: desconhecido.

Taxa de emissão

Não houve emissão de FAWS ou *grgr* durante a alimentação de recursos da categoria caule em nenhum dos eventos selecionados para essa análise (**Tabela 5** e **Figura 8**). Para todas as vocalizações associadas ao forrageio, as taxas de emissão diferiram significativamente entre as fontes de recurso. A taxa de emissão de *chihui*, FAWS e *grgr* foi significativamente maior durante a alimentação de recursos antrópicos, em comparação com os recursos das categorias fruto e caule. A taxa de emissão de *contact note* não foi diferente quando comparada com recursos antrópicos e frutos (**Tabela 6**).

Tabela 5. Médias (+DP) das taxas de emissão das vocalizações associadas ao alimento, *chihui* (C), *contact note* (CN), *grgr* (G) e *food associated whistle series* (FAWS) por *S. libidinosus*, durante a alimentação em fontes de recurso das categorias antrópica, frutos e caule.

Vocalização	Antrópico	Fruto	Caule
C	0,46 (+0,62)	0,14 (+0,26)	0,05 (+0,19)
CN	0,63 (+0,78)	0,51 (+0,82)	0,33 (+0,56)
FAWS	0,45 (+0,66)	0,04 (+0,16)	0
G	0,30 (+0,41)	0,09 (+0,24)	0

Tabela 6. Resultado dos quatro testes de *Kruskal-Wallis*, que compararam a taxa de emissão das vocalizações associadas ao alimento, *chihui* (C), *contact note* (CN), *grgr* (G) e *food associated whistle series* (FAWS) por *S. libidinosus*, durante a alimentação em fontes de recurso das categorias antrópica (A), frutos (F) e caule (C). Além da comparação entre pares gerada pelo teste de *Mann-Whitney*.

Vocalização	χ^2	df	p	Comparação entre pares
C	37,2	2	< 0,001	A > F > C
CN	9,9	2	< 0,01	A > C, A = F, F = C
FAWS	68,5	2	< 0,001	A > F > C
G	48,9	2	< 0,001	A > F > C

“>”: significativamente maior que; “=”: sem diferença significativa.

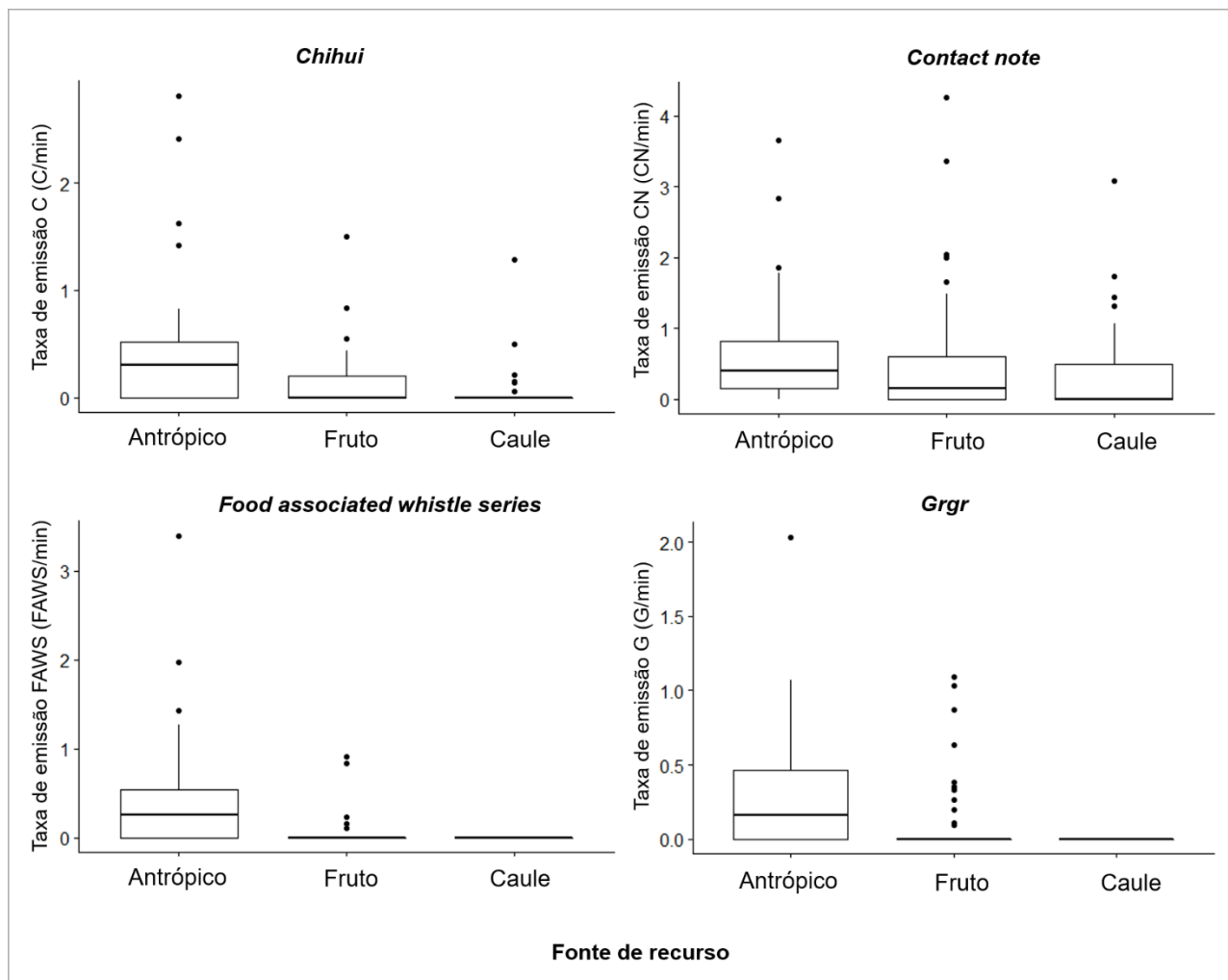


Figura 8. Médias (+ DP) das taxas de emissão de *chihui*, *contact note*, *food associated whistle series* e *grgg* por *S. libidinosus* durante a alimentação envolvendo diferentes categorias de recursos, antrópico (n = 41), fruto (n = 61) e caule (n = 56), no Parque Nacional de Brasília.

DISCUSSÃO

A qualidade e a quantidade da fonte de recurso foram aspectos que influenciaram a emissão de chamados associados ao alimento pela espécie de macaco-prego *S. libidinosus*. A influência de características do recurso na emissão de CAA já foi demonstrada para diversas espécies de primatas (Hauser and Wrangham, 1987; Benz, 1993; Hauser and Marler, 1993a; Di Bitetti, 2003; Gros-Louis, 2004). Essa influência suscita a possibilidade de que esses chamados tem o potencial de transmitir alguma

informação aos receptores, pois quando uma vocalização é contexto-específica, ela cumpre o primeiro critério para que seja considerada um sinal funcionalmente referencial (Macedonia and Evans, 1993).

Os chamados *chihui*, CN, FAWS e G foram primeiramente descritos para a espécie *S. nigritus* (Di Bitetti, 2001; Di Bitetti and Wheeler, 2017). Mesmo que todos sejam associados ao alimento, são usados em contextos distintos e apresentam diferentes funções para a espécie. FAWS e G são emitidos na alimentação de fontes agregadas de frutos. Já *chihui* e CN são menos específicos, sendo emitidos durante a alimentação e forrageamento (Di Bitetti, 2001).

Ferreira (2016) descreveu uso semelhante dos CAA por *S. libidinosus*, em que as vocalizações FAWS e G são associadas à alimentação em fontes de recurso agregadas e abundantes, enquanto *chihui* e CN são associadas ao forrageamento de recursos dispersos e alimentação com pouca quantidade de alimento. Esse padrão de especificidade foi o mesmo encontrado em *S. libidinosus* do PNB. As vocalizações *chihui* e CN foram menos específicas, emitidas durante o forrageio de todos os tipos de recurso, enquanto FAWS e G foram mais específicas, emitidas quase exclusivamente durante o forrageio por frutos e recursos antrópicos, que são fontes agregadas. Para os *S. libidinosus* do PNB foi constatado que a emissão dessas vocalizações está associada à alimentação em fontes de recurso abundantes, tanto para as vocalizações mais contexto-específicas (FAWS e G) quanto para as menos específicas (*chihui* e CN). O fato de que a emissão de *chihui* e CN não foi associada a recursos médios ou escassos pode ter influência da forma como quantidade foi categorizada. Talvez uma subclassificação dos recursos abundantes poderia ter evidenciado uma relação entre as vocalizações *chihui* e CN com fontes de recurso menos abundantes, enquanto FAWS e G estariam relacionadas com fontes mais abundantes. Mas de qualquer forma, esse resultado mostra a existência de influência da

quantidade de recurso na emissão de CAA, com baixa associação entre recursos escassos e médios e a emissão desses chamados.

As vocalizações *chihui* e CN apresentam estrutura semelhantes aos *huh* descritos para espécies do gênero *Cebus* (Robinson, 1982; Boinski and Campbell, 1996; Gros-Louis, 2006). Os *huh* são considerados CAA e sua emissão está relacionada à manutenção do espaçamento entre os indivíduos durante o forrageio, de forma a diminuir a probabilidade de que o emissor seja aproximado, evitando a competição (Robinson, 1982; Boinski and Campbell, 1996). Um chamado equivalente ao *huh* emitido em contexto de forrageio (Bastos et al., 2015) foi recentemente descrito para *S. flavius*. Devido a semelhança na estrutura e contexto de emissão de *chihui* e CN com *huh*, e a proximidade entre *Cebus* e *Sapajus*, especula-se que essas vocalizações apresentem uma origem comum e tem função similar para as diferentes espécies (Di Bitetti, 2003; Ferreira, 2016; Di Bitetti and Wheeler, 2017). Para os *S. libidinosus* do PNB, a emissão de *chihui* e CN ocorreu durante o forrageamento por todos os tipos de recurso. Apesar dessas vocalizações serem comuns nesse contexto, elas também foram emitidas em contexto de alimentação, sendo que o tipo de recurso influenciou na taxa de emissão desses chamados. O uso de *chihui* se mostrou um pouco mais específico, pois sua taxa de emissão foi maior durante a alimentação de recursos antrópicos. A análise de redundância mostrou uma associação entre a emissão de *chihui* com a alimentação em recursos antrópicos, que são recursos agregados, corroborando resultados encontrados por Di Bitetti (2001, 2017) e Ferreira (2016). Já a taxa de emissão de CN foi semelhante para todos os recursos, com diferença somente entre recursos antrópicos e caule. A RDA mostrou uma forte associação entre a emissão de CN e a alimentação de frutos.

Se *chihui* e CN tem a função de regular o espaçamento entre os indivíduos, faz sentido que eles sejam emitidos durante o forrageio por todos os tipos de recurso. A

associação da emissão de CN e a alimentação de frutos pode estar relacionada à forma como ocorre a alimentação nas fontes de frutos. Em pelo menos 29% dos focais em que os indivíduos se alimentaram de frutos, mais de um indivíduo estava se alimentando na mesma fonte no mesmo momento em que o animal focal. Quando a fonte se trata de uma árvore frutífera, os indivíduos que estão se alimentando ao mesmo tempo precisam se organizar pra ocupar os espaços disponíveis, então a associação de CN a esse tipo de recurso pode ter relação com a manutenção do espaçamento entre os indivíduos durante a alimentação. Estudos mais específicos que levem em consideração o contexto social (identidade, número e distância dos vizinhos) devem ser realizados para consolidar se CN exerce essa função no momento da alimentação por frutos.

As vocalizações FAWS e G foram mais específicas ao contexto de alimentação e, além da quantidade e da forma como o alimento está distribuído no ambiente, a qualidade da fonte de recurso exerceu grande influência na emissão desses CAA. A emissão de FAWS e G durante o forrageio por frutos foi pouco frequente, mas quando ocorreu foi quando houve a descoberta de espécies frutíferas específicas, sendo elas jaca, manga, ingá, bromélia e aroeira (nomes científicos encontram-se na **Tabela 3**). Todas essas espécies iniciaram a frutificação em uma época específica durante o período de amostragem e, com exceção da aroeira, todos são frutos carnosos com grande quantidade de polpa. Frutos como a gameleira, a pimenta-de-macaco e a pinha do brejo estiveram disponíveis durante praticamente todo o período de coleta e foram fontes visitadas pelos indivíduos quase diariamente. Apesar de serem fontes agregadas, não houve nenhum registro de emissão de FAWS ou G durante a alimentação desses frutos. Esse é mais um indício da especificidade desses chamados, que apresentam emissão influenciada pela qualidade do recurso.

A emissão de FAWS e G durante a alimentação dos frutos mencionados anteriormente ocorreram somente nos primeiros dias de frutificação desses frutos. Mesmo que os indivíduos continuassem visitando as fontes diariamente, eles paravam de emitir FAWS e G e passavam a emitir apenas *chihui* e/ou CN enquanto comiam. Isso ocorreu para todas as espécies de frutos que foram citadas. Di Bitetti (2003) observou que a probabilidade de *S. nigritus* emitir FAWS e G durante a alimentação em uma fonte de recurso diminui com o passar dos dias, desde a data em que os indivíduos visitaram a fonte pela primeira vez. Isso indica que a emissão dessas vocalizações pode ser influenciada pelo fato de o recurso representar uma novidade para os indivíduos.

Os recursos antrópicos são fontes imprevisíveis, e quase sempre eram uma novidade, além de, em geral, serem mais calóricos que os recursos naturais. As vocalizações FAWS e G foram mais associadas à alimentação de recursos antrópicos em comparação aos outros tipos de recurso. Essas vocalizações foram muito mais frequentes durante o forrageio antrópico, e apresentaram maiores taxas de emissão durante a alimentação por esses recursos. Excetuando-se CN, as taxas de emissão de todos os CAA foram significativamente maiores durante a alimentação por recursos antrópicos, e menores durante a alimentação de recursos da categoria caule, indicando que a taxa de emissão é uma variável que sofre influência da qualidade do recurso. Di Bitetti (2003) encontrou um resultado semelhante para *S. nigritus*, em que a taxa de emissão de FAWS e de G foi maior durante a alimentação de bananas colocadas em plataformas, do que durante a alimentação em fontes naturais de frutos. Sendo assim, FAWS e G são vocalizações de forrageio específicas e seu uso é influenciado pela combinação de diferentes características de uma fonte de recurso, como a quantidade, a qualidade, a distribuição no ambiente e possivelmente a preferência dos indivíduos.

Para *S. nigritus*, foi demonstrado por meio de experimentos com *playback* que a emissão de FAWS e G ocorre em contextos específicos, funcionando como sinais funcionalmente referenciais, que atraem indivíduos para uma fonte de recurso recém-descoberta (Di Bitetti, 2003). Di Bitetti (2005) também demonstrou que existe um efeito de audiência na latência em emitir FAWS e G por *S. nigritus* pois os indivíduos que descobrem uma fonte de recurso demoram mais a emitir a primeira vocalização quando a distância dos vizinhos é maior e quando a densidade de indivíduos próximos é menor, para obter maior quantidade do alimento antes que os outros indivíduos se aproximem. Esse efeito foi observado também em macacos-prego de cativeiro (não é possível saber qual a espécie do estudo, pois os pesquisadores utilizaram a classificação antiga na qual todos as espécies do gênero *Sapajus* eram denominadas de “*Cebus apela*”) (Pollick et al., 2005). O efeito de audiência é mais uma evidência de que a emissão de CAA não é um simples reflexo da excitação dos indivíduos em resposta à presença de alimento, pois mostra que os indivíduos escolhem quando emitir ou não o sinal, o que indica intencionalidade (Hauser and Wrangham, 1987; Hauser and Nelson, 1991).

Para *S. libidinosus* do PNB a emissão de FAWS ou G nos eventos de alimentação de recursos da categoria proteína e caule foi muito rara. Enquanto os indivíduos procuravam, ou se alimentavam desses recursos, eles o faziam de maneira isolada. Em alguns casos o descobridor da fonte era aproximado por outros, que acabavam conseguindo se alimentar do recurso também, como na descoberta de uma árvore com muitas flores ou quando descobriram ninhos de himenópteros (colmeias). Mas esses casos foram exceções. Em geral, quando os indivíduos procuravam ou se alimentavam de artrópodes e de partes menos atrativas das plantas, eles não eram aproximados por outros indivíduos. O oposto ocorreu durante o forrageio e alimentação por recursos antrópicos, que foram mais associados a emissão de FAWS e G. Mota (2018) explorou as estratégias

usadas pelos macacos-prego para obtenção de recursos antrópicos no PNB e mostrou que geralmente quando um indivíduo é bem sucedido em conseguir um recurso, vários acabam se alimentando também, aproveitando os restos deixados pra trás, solicitando partilha ao indivíduo que conseguiu o recurso, ou mesmo tentando obter mais recurso na mesma fonte em que o primeiro indivíduo conseguiu. Isso mostra que os indivíduos tendem a se aproximar durante o forrageio por recursos antrópicos, o que pode estar associado à emissão de FAWS e G durante a alimentação desses recursos.

Macacos-prego da espécie *S. libidinosus* apresentam quatro tipos distintos de chamados associados ao alimento, *chihui* (C), *contact note* (CN), *food associated whistle series* (FAWS) e *grgr* (G). As vocalizações *chihui* e CN foram menos específicas e emitidas durante o forrageamento e a alimentação independentemente do tipo de recurso. Essas vocalizações estão provavelmente associadas à manutenção das relações de espaçamento entre os indivíduos durante o forrageio. Já FAWS e G foram vocalizações mais específicas, emitidas preferencialmente no contexto de alimentação, com emissão associada à qualidade da fonte de recurso. Recursos mais calóricos, abundantes e que representam uma novidade para os indivíduos desencadearam a emissão de FAWS e G, enquanto recursos mais comuns e menos calóricos não

Os resultados aqui apresentados mostram que existe uma especificidade e que a emissão de FAWS e G é fortemente influenciada pela qualidade da fonte de recurso. Isso implica que essas vocalizações têm potencial de indicar para outros indivíduos a presença e/ou as características de uma fonte de recurso. Dada a proximidade entre as espécies *S. libidinosus* e *S. nigritus*, e a equivalência entre o repertório vocal de ambas as espécies, tanto na estrutura acústica quanto no contexto de emissão dos chamados (ver Capítulo 1), é possível que FAWS e G sejam sinais funcionalmente referenciais para *S. libidinosus*, como já descrito para *S. nigritus* (Di Bitetti, 2003).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altmann, J. 1974. Observational Study of Behavior : Sampling Methods. *Behaviour* 49: 227–267.
- Barrett, B.J., Monteza-Moreno, C.M., Dogandžić, T., Zwyns, N., Ibáñez, A., and Crofoot, M.C. 2018. Habitual stone-tool-aided extractive foraging in white-faced capuchins, *Cebus capucinus*. *R. Soc. Open Sci.* 5:.
- Bastos, M., Souto, A., Jones, G., Eason, P., Bione, C., Schiel, N., and Bezerra, B. 2015. Vocal repertoire of wild blonde capuchins (*Sapajus flavius*) and contextual use of calls. *Am. J. Primatol.* 77: 605–617.
- Benz, J.J. 1993. Food-elicited vocalizations in golden lion tamarins: Design features for representational communication. *Anim. Behav.* 45: 443–455.
- Benz, J.J., French, J.A., and Leger, D.W. 1990. Sex differences in vocal structure in a callitrichid primate, *Leontopithecus rosalia*. *Am. J. Primatol.* 21: 257–264.
- Bezerra, B.M., and Souto, A. 2008. Structure and usage of the vocal repertoire of *Callithrix jacchus*.
- Di Bitetti, M.S. 2001. Food-associated calls in the tufted capuchin monkey (*Cebus apella*). State University of New York.
- Di Bitetti, M.S. 2003. Food-associated calls of tufted capuchin monkeys (*Cebus apella nigrinus*) are functionally referential signals. *Behaviour* 140: 565–592.
- Di Bitetti, M.S. 2005. Food-associated calls and audience effects in tufted capuchin monkeys, *Cebus apella nigrinus*. *Anim. Behav.* 69: 911–919.
- Di Bitetti, M.S., and Wheeler, B.C. 2017. The vocal repertoire of the black-horned capuchin (*Cebus* [*Sapajus*] *nigrinus*): an acoustic and contextual analysis.
- Boinski, S. 1993. Vocal coordination of troop movement among white-faced capuchin monkeys, *Cebus capucinus*. *Am. J. Primatol.* 30: 85–100.
- Boinski, S., and Campbell, A.F. 1996. The Huh Vocalization of White-faced Capuchins: a Spacing Call Disguised as a Food Call? *Ethology* 102: 826–840.
- Bouchet, H., Blois-Heulin, C., and Lemasson, A. 2013. Social complexity parallels vocal complexity: A comparison of three non-human primate species. *Front. Psychol.* 4: 1–15.
- Brosnan, S.F., and De Waal, F.B.M. 2003. Monkeys reject unequal pay. *Nature* 425: 297–299.
- Bugnyar, T., Kijne, M., and Kotrschal, K. 2001. Food calling in ravens: Are yells referential signals? *Anim. Behav.* 61: 949–958.

- Camargo, M.. 2018. Comportamento de forrageio de um grupo de macacosprego (*Sapajus libidinosus*) em área de visitação humana. Universidade de Brasília.
- Canale, G.R., Guidorizzi, C.E., Kierulff, M.C.M., and Gatto, C.A.F.R. 2009. First record of tool use by wild populations of the yellow-breasted capuchin monkey (*Cebus xanthosternos*) and new records for the bearded capuchin (*cebus libidinosus*). *Am. J. Primatol.* 71: 366–372.
- Chapman, C.A., and Lefebvre, L. 1990. Manipulating foraging group size: spider monkey food calls at fruiting trees. *Anim. Behav.* 39: 891–896.
- Clark, A.P., and Wrangham, R.W. 1994. Chimpanzee Arrival Pant-Hoots : Do They Signify Food or Status ? *Int. J. Primatol.* 15: 185–205.
- Clay, Z., and Zuberbühler, K. 2009. Food-associated calling sequences in bonobos. *Anim. Behav.* 77: 1387–1396.
- Coutinho, P.D.F. 2016. Respostas antipredatórias posturais e vocais de macaco-prego (*Sapajus libidinosus*) em cativeiro. Universidade Federal de Pernambuco.
- Digweed, S.M., Fedigan, L.M., and Rendall, D. 2007. Who Cares Who Calls? Selective Responses to the Lost Calls of Socially Dominant Group Members in the White-Faced Capuchin (*Cebus Capucinus*). *Am. J. Primatol.* 69: 829–835.
- Dittus, W.P.J. 1984. Toque macaque food calls: Semantic communication concerning food distribution in the environment. *Anim. Behav.* 32: 470–477.
- Dixson, A. 2010. Homosexual behaviour in primates. In *Animal Homosexuality - a Biosocial Perspective*, A. Poiani, ed. (Cambridge: Cambridge University Press), pp. 381–400.
- Elowson, A.M., Tannenbaum, P.L., and Snowdon, C.T. 1991. Food-associated calls correlate with food preferences in cotton-top tamarins. *Anal. Biochem.* 42: 931–937.
- Evans, C.S., and Evans, L. 1999. Chicken food calls are functionally referential. *Anim. Behav.* 58: 307–319.
- Falótico, T., Coutinho, P.H.M., Bueno, C.Q., Rufo, H.P., and Ottoni, E.B. 2018. Stone tool use by wild capuchin monkeys (*Sapajus libidinosus*) at Serra das Confusões National Park, Brazil. *Primates* 59: 385–394.
- Falótico, T., and Ottoni, E.B. 2013. Stone throwing as a sexual display in wild female bearded capuchin monkeys, *Sapajus libidinosus*. *PLoS One* 8: 1–6.
- Falótico, T., Proffitt, T., Ottoni, E.B., Staff, R.A., and Haslam, M. 2019. Three thousand years of wild capuchin stone tool use. *Nat. Ecol. Evol.* 3: 1034–1038.
- Fedurek, P., and Slocombe, K.E. 2011. Primate vocal communication: A useful tool for understanding human speech and language evolution? *Hum. Biol.* 83: 153–173.

- Ferreira, L.G. 2016. Vocalizações de alimentação de macaco-prego (*Sapajus libidinosus*): investigação sobre fatores causais e função.
- Ferreira, R.G., Izar, P., and Lee, P.C. 2006. Exchange, affiliation, and protective interventions in semifree-ranging brown capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Am. J. Primatol.* 68: 765–776.
- Ferreira, R.G., Jerusalinsky, L., Silva, T.C.F., de Souza Fialho, M., de Araújo Roque, A., Fernandes, A., and Arruda, F. 2009. On the occurrence of *Cebus flavius* (Schreber 1774) in the Caatinga, and the use of semi-arid environments by *Cebus* species in the Brazilian state of Rio Grande do Norte. *Primates* 50: 357–362.
- Fichtel, C., Perry, S., and Gros-Louis, J. 2005. Alarm calls of white-faced capuchin monkeys: An acoustic analysis. *Anim. Behav.* 70: 165–176.
- Fragaszy, D., Izar, P., Visalberghi, E., Ottoni, E.B., and De Oliveira, M.G. 2004a. Wild capuchin monkeys (*Cebus libidinosus*) use anvils and stone pounding tools. *Am. J. Primatol.* 64: 359–366.
- Fragaszy, D.M., Visalberghi, E., and Fedigan, L.M. 2004b. The complete capuchin: the biology of the genus *Cebus* (Cambridge University Press).
- FUNATURA/IBAMA. 1998. Plano de Manejo do Parque Nacional de Brasília/Revisão. Fundação Pró-Natureza e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília. v.1.
- Gouzoules, S., Gouzoules, H., and Marler, P. 1984. Rhesus monkey (*Macaca mulatta*) screams: Representational signalling in the recruitment of agonistic aid. *Anim. Behav.* 32: 182–193.
- Green, S.M. 1981. Sex differences and age gradations in vocalizations of Japanese and lion-tailed monkeys (*Macaca fuscata* and *Macaca silenus*). *Am. Zool.* 21: 165–183.
- Gros-Louis, J. 2002. Contexts and behavioral correlates of trill vocalizations in wild white-faced capuchin monkeys (*Cebus capucinus*). *Am. J. Primatol.* 57: 189–202.
- Gros-Louis, J. 2004. The function of food-associated calls in white-faced capuchin monkeys, *Cebus capucinus*, from the perspective of the signaller. *Anim. Behav.* 67: 431–440.
- Gros-Louis, J. 2006. Acoustic analysis and contextual description of food-associated calls in white-faced capuchin monkeys (*Cebus capucinus*). *Int. J. Primatol.* 27: 273–294.
- Gros-Louis, J., Perry, S., and Manson, J.H. 2003. Violent coalitionary attacks and intraspecific killing in wild white-faced capuchin monkeys (*Cebus capucinus*). *Primates* 44: 341–346.
- Gros-Louis, J.J., Perry, S.E., Fichtel, C., Wikberg, E., Gilkenson, H., Wofsy, S., and

- Fuentes, A. 2008. Vocal repertoire of *Cebus capucinus*: Acoustic structure, context, and usage. *Int. J. Primatol.* 29: 641–670.
- Hauser, M.D. 1998. Functional referents and acoustic similarity: Field playback experiments with rhesus monkeys. *Anim. Behav.* 55: 1647–1658.
- Hauser, M.D., and Marler, P. 1993a. Food-associated calls in rhesus macaques (*Macaca mulatta*): I. Socioecological factors. *Behav. Ecol.* 4: 194–205.
- Hauser, M.D., and Marler, P. 1993b. Food-associated calls in rhesus macaques (*Macaca mulatta*): II. Costs and benefits of call production and suppression. *Behav. Ecol.* 4: 206–212.
- Hauser, M.D., and Nelson, D.A. 1991. “Intentional” signaling in Animal communication. *Trends Ecol. Evol.* 6: 186–189.
- Hauser, M.D., and Wrangham, R.W. 1987. Manipulation of food calls in captive chimpanzees: A preliminary report. *Folia Primatol.* 48: 207–210.
- Izar, P., Verderane, M.P., Peternelli-dos-Santos, L., Mendonça-Furtado, O., Presotto, A., Tokuda, M., Visalberghi, E., and Fragaszy, D. 2011. Flexible and conservative features of social systems in tufted capuchin monkeys: Comparing the socioecology of *Sapajus libidinosus* and *Sapajus nigritus*. *Am. J. Primatol.* 73: 1–17.
- Izawa, K. 1978. Frog-eating Behavior of Wild Black-capped Capuchin (*Cebus apella*). *Primates* 19: 633–642.
- Izawa, K. 1979. Foods and feeding behavior of wild black-capped capuchin (*Cebus apella*). *Primates* 20: 57–76.
- Janik, V.M. 2000. Food-related bray calls in wild bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Proc. R. Soc. London. Ser. B Biol. Sci.* 267: 923–927.
- Jorgensen, D.D., and French, J.A. 1998. Individuality but not Stability in Marmoset Long Calls. *Ethology* 104: 729–742.
- Kean, D., Tiddi, B., Fahy, M., Heistermann, M., Schino, G., and Wheeler, B.C. 2017. Feeling anxious? The mechanisms of vocal deception in tufted capuchin monkeys. *Anim. Behav.* 130: 37–46.
- Kondo, N., and Watanabe, S. 2009. Contact calls: Information and social function. *Jpn. Psychol. Res.* 51: 197–208.
- Lemasson, A., Ouattara, K., Petit, E.J., and Zuberbühler, K. 2011. Social learning of vocal structure in a nonhuman primate? *BMC Evol. Biol.* 11:.
- Liebal, K., Waller, B.M., Burrows, A.M., and Slocombe, K.E. 2013. Primate communication: A multimodal approach (New York, NY: Cambridge University Press).

- Lousa, T.C. 2013. Influências dos alimentos antrópicos no comportamento e ecologia de macacos-prego. Universidade de Brasília.
- Luef, E.M., Breuer, T., and Pika, S. 2016. Food-associated calling in gorillas (*Gorilla g. gorilla*) in the wild. *PLoS One* 11: 1–16.
- Lynch-Alfaro, J. 2008. Scream-embrace displays in wild black-horned capuchin monkeys. *Am. J. Primatol.* 70: 551–559.
- Lynch-Alfaro, J.W., Silva, J. de S.E., and Rylands, A.B. 2012. How Different Are Robust and Gracile Capuchin Monkeys? An Argument for the Use of *Sapajus* and *Cebus*. *Am. J. Primatol.* 74: 273–286.
- Lynch Alfaro, J.W., Boubli, J.P., Olson, L.E., Di Fiore, A., Wilson, B., Gutiérrez-Espeleta, G.A., Chiou, K.L., Schulte, M., Neitzel, S., Ross, V., et al. 2012. Explosive Pleistocene range expansion leads to widespread Amazonian sympatry between robust and gracile capuchin monkeys. *J. Biogeogr.* 39: 272–288.
- Macedonia, J.M., and Evans, C.S. 1993. Variation among Mammalian Alarm Call Systems and the Problem of Meaning in Animal Signals. *Ethology* 93: 177–197.
- Milligan, L.A. 2010. Milk composition of captive tufted capuchins (*Cebus apella*). *Am. J. Primatol.* 72: 81–86.
- Mota, R.V. 2018. Análise etológica do forrageio social de alimentos antrópicos por *Sapajus libidinosus* (Spix, 1823)(Primates: Cebidae). Universidade de Brasília.
- Moura, A.C.D.A., and Lee, P.C. 2004. Capuchin stone tool use in Caatinga dry forest. *Science (80-.)*. 306: 1909.
- Mucury Filho, R.M. 2017. Arremesso direcionado em macacos-prego cativos do Zoológico de Brasília Arremesso direcionado em macacos-prego cativos do Zoológico de Brasília. Universidade de Brasília.
- Otoni, E.B., and Mannu, M. 2001. Semifree-ranging Tufted Capuchins (*Cebus apella*) Spontaneously Use Tools to Crack Open Nuts. *Int. J. OfPrimateology* 22: 347–358.
- Owren, M.J., and Rendall, D. 2001. Sound on the rebound: bringing form and function back to the forefront in understanding nonhuman primate vocal signaling. *Evol. Anthropol.* 10: 58–71.
- Perry, S. 2011. Social traditions and social learning in capuchin monkeys (*Cebus*). *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 366: 988–996.
- Perry, S., Baker, M., Fedigan, L., Gros-Louis, J., Jack, K., MacKinnon, K.C., Manson, J.H., Panger, M., Pyle, K., and Rose, L. 2003. Social conventions in wild white-faced capuchin monkeys: Evidence for traditions in a neotropical primate. *Curr. Anthropol.* 44: 241–268.
- Pollick, A.S., Gouzoules, H., and De Waal, F.B.M. 2005. Audience effects on food calls

- in captive brown capuchin monkeys, *Cebus apella*. *Anim. Behav.* 70: 1273–1281.
- Resende, B.D., Oliveira, D.A.G., da Silva, E.D.R., and Ottoni, E.B. 2007. Capuchin Monkey (*Cebus apella*) Vocalizations in Response to Loud Explosive Noises. *Neotrop. Primates* 14: 25–28.
- Rilling, J.K., and Insel, T.R. 1999. The primate neocortex in comparative perspective using magnetic resonance imaging. *J. Hum. Evol.* 37: 191–223.
- Robinson, J.G. 1981. Vocal regulation of inter- and intragroup spacing during boundary encounters in the titi monkey, *Callicebus moloch*. *Primates* 22: 161–172.
- Robinson, J.G. 1982. Vocal systems regulating within-group spacing. In *Primate Communication*, C.T. Snowdon, G.H. Brown, and M.R. Petersen, eds. (Cambridge: Cambridge University Press), pp. 94–116.
- Robinson, J.G. 1984. Syntactic Structures in the Vocalizations of Wedge-Capped Capuchin Monkeys, *Cebus Olivaceus*. *Behaviour* 90: 46–78.
- Sacramento, T.S. 2014. Influência da disponibilidade de alimentos sobre os comportamentos de um grupo de *Sapajus libidinosus* e análise das interações e conflitos entre humanos e macacos-prego no Parque Nacional de Brasília, DF. Universidade de Brasília.
- la Salles, A.Y.F. de, Carreiro, A. da N., Medeiros, G.X., Muniz, J.A.P.C., and Menezes, D.J.A. de 2018. Aspectos biológicos e comportamentais de *Sapajus libidinosus*: Revisão. *Pubvet* 12: 1–13.
- Scarry, C.J. 2013. Between-group contest competition among tufted capuchin monkeys, *Sapajus nigritus*, and the role of male resource defence. *Anim. Behav.* 85: 931–939.
- Slocombe, K.E., and Zuberbühler, K. 2006. Food-associated calls in chimpanzees: responses to food types or food preferences? *Anim. Behav.* 72: 989–999.
- Slocombe, K.E., and Zuberbühler, K. 2007. Chimpanzees modify recruitment screams. *Pnas* 104: 17228–17233.
- Snowdon, C.T. 1997. Is speech special? Lessons from New World primates. In *New World Primates: Ecology, Evolution, and Behavior*, W. Kinzey, ed. (New York, NY: Aldine de Gruyter), pp. 75–93.
- Snowdon, C.T., Elowson, A.M., and Roush, R.S. 1997. Social Influences on Vocal Development in New World Primates. In *Social Influences on Vocal Development*, C.T. Snowdon, and M. Hausberger, eds. (Cambridge: Cambridge University Press), pp. 234–248.
- Strier, K.B. 2017. *Primate Behavioral Ecology* (New York, NY: Routledge).
- Valone, T.J.. 1996. Food-Associated Calls as Public Information about Patch Quality.

Oikos 77: 153–157.

- Verderane, M.P., Izar, P., Visalberghi, E., and Fragaszy, D.M. 2013. Socioecology of wild bearded capuchin monkeys (*Sapajus libidinosus*): An analysis of social relationships among female primates that use tools in feeding. *Behaviour* 150: 659–689.
- Vieira, P.A. 2011. Interação entre humanos e macacos-prego *Cebus libidinosus* Spix, 1823 sob a influência de ambientes antropizados. Universidade Federal de Goiás.
- Visalberghi, E., Fragaszy, D., Ottoni, E., Izar, P., Oliveira, M.G. De, and Andrade, F.R.D. 2007. Characteristics of Hammer Stones and Anvils Used by Wild Bearded Capuchin Monkeys (*Cebus libidinosus*) to Crack Open Palm Nuts. *Am. J. Phys. Anthropol.* 132: 426–444.
- De Waal, F.B.M. 2000. Attitudinal reciprocity in food sharing among brown capuchin monkeys. *Anim. Behav.* 60: 253–261.
- Ward, P., and Zahavi, A. 1973. the Importance of Certain Assemblages of Birds As “Information-Centres” for Food-Finding. *Ibis (Lond. 1859)*. 115: 517–534.
- Wheeler, B.C. 2009. Monkeys crying wolf? Tufted capuchin monkeys use anti-predator calls to usurp resources from conspecifics. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 276: 3013–3018.
- Wheeler, B.C. 2010. Production and perception of situationally variable alarm calls in wild tufted capuchin monkeys (*Cebus apella nigrinus*). *Behav. Ecol. Sociobiol.* 64: 989–1000.
- Wilkinson, G.S. 1992. Information transfer at evening bat colonies. *Anim. Behav.* 44: 501–518.
- Wrangham, R.W. 1980. An ecological model of female-bonded primate groups. *Behaviour* 75: 262–300.

ANEXO 1 – Guia de identificação de campo dos indivíduos do Grupo Rambo



Universidade de Brasília
UnB

**Álbum de reconhecimento de um grupo de
estudo de macacos-prego (*Sapajus libidinosus*)
do Parque Nacional de Brasília
2018**

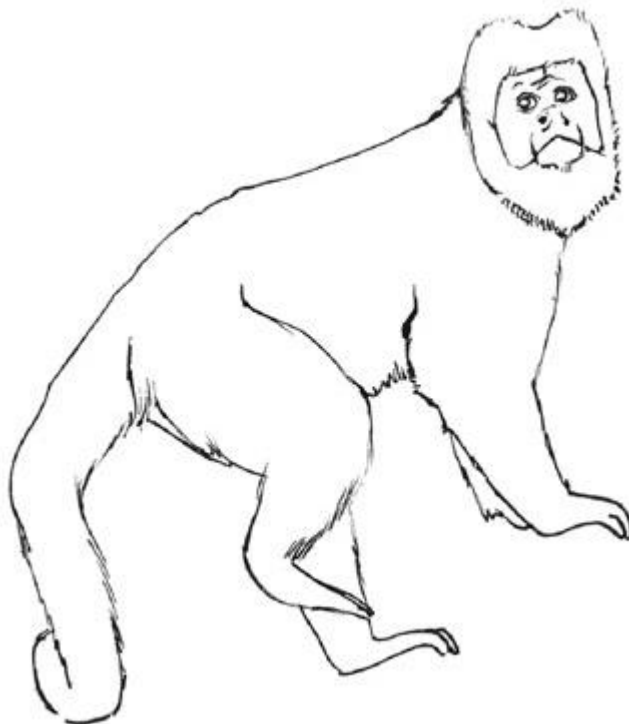


Ilustração: Amisha Gadani

Carolina A. Lisboa

Índice

Informações gerais da espécie.....	1
Hierarquia.....	2
Dimorfismo sexual.....	2
Dieta.....	2
Uso de ferramenta.....	2
História de vida.....	3
Composição do grupo de estudo.....	4
Identificando os indivíduos em campo.....	5
Indivíduos	
Rambo.....	6
Rihana.....	7
Cotoca.....	8
Mini Dida.....	9
Amarelo.....	10
Richard.....	11
Frida.....	12
Spike.....	13
Goku.....	14
Romã.....	15
Caju.....	16
Referências.....	17

Informações

Sapajus libidinosus (Spix, 1823) é uma das oito espécies recentemente reconhecidas do gênero *Sapajus*, comumente conhecidos como macacos-prego (Lynch-Alfaro *et al.*, 2012a). Essa é uma espécie de primata do novo mundo, que ocorre somente no Brasil, apresentando ampla distribuição, desde o nordeste do país, em florestas decíduas da Caatinga até o oeste do estado de Minas Gerais, ocupando quase toda a região centro-oeste, onde ocorre em matas de galeria do Cerrado (Lynch Alfaro *et al.*, 2012b). Apresenta hábito arborícola, mas frequentemente também utiliza ambientes terrestres.



IUCN (International Union for Conservation of Nature) . *Sapajus libidinosus*. The IUCN Red List of Threatened Species. IUCN 2015.1

Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/species/136346/70613080>>

Hierarquia

Em geral, o tamanho dos grupos varia de seis a 20 indivíduos, mas pode atingir até 45. Ambos os sexos assumem hierarquias lineares, mas o macho alfa é dominante sobre a fêmea alfa. Os machos dispersam do grupo quando atingem maturidade sexual (Fragaszy *et al.*, 2004a).

Dimorfismo sexual

A espécie apresenta dimorfismo sexual pouco pronunciado. Os machos adultos são maiores e mais robustos que as fêmeas adultas.

Dieta

Os indivíduos são caracterizados por serem forrageadores manipulativos, apresentando uma dieta onívora, consumindo itens como frutos, folhas, flores e caule de plantas, além de animais invertebrados, como formigas, besouros e grilos, e pequenos vertebrados, como anfíbios, répteis e aves e também ovos de aves (Izawa, 1978; Izawa, 1979).

Uso de ferramenta

O uso de ferramenta para obtenção de alimento, como castanhas de frutos de palmeiras, é difundido na espécie e foi primeiramente descrito em uma população selvagem por Fragaszy *et al.*, (2004b). Essa característica confere à espécie uma habilidade rara dentre os primatas neotropicais e demonstra a ampla flexibilidade comportamental e ecológica da espécie, além de uma grande capacidade de solucionar problemas.

História de vida

Maturidade sexual (anos)

Fêmea	4 a 5 (para o gênero) (Fragaszy et al. 2004)
Macho	7 (para o gênero) (Fragaszy et al. 2004)

Peso Adulto (g)

Fêmea	1500-4000 (Kinzey 1997) 2046,82 ± 362,60 (Silva et al. 2009)
Macho	1500-4000 (Kinzey 1997) 3165,09 ± 404,94 (Silva et al. 2009)

Comprimento Adulto (mm)

Fêmea	Cabeça-corpo: 465 (Kinzey 1997); 340-440 (Groves 2001); 350,30 ± 35,19 (Silva et al. 2009)
Macho	Cabeça-corpo: 465 (Kinzey 1997); 340-440 (Groves 2001); 377,95 ± 43,19 (Silva et al. 2009)

Tempo geracional (anos) 8 (IUCN/SSC 2007)

Sistema de acasalamento Poligâmico (Di Bitetti & Janson 2001)

Intervalo entre nascimentos 19 a 24 meses (para o gênero) (Fragaszy et al. 2004; Di Bitetti & Janson 2001).

Tempo de gestação (meses) 149-158 dias (para o gênero) (Robinson & Janson 1987)

Tamanho da prole 1 (para o gênero) (Fragaszy et al. 1990; Di Bitetti & Janson 2001)

Longevidade 40-50 anos (para o gênero em cativeiro) (Fragaszy et al. 2004)

Características genéticas

Cariótipo: 2n=54 e NF=73 (Silva et al. 2010)

ICMBio - Avaliação do Risco de Extinção de *Sapajus libidinosus* (Spix, 1823) no Brasil.

Disponível em:

<<http://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/estado-de-conservacao/7274-mamiferos-sapajus-libidinosus-macaco-prego>>

Composição do grupo de estudo

O grupo de estudo é composto por 11 indivíduos de vida livre, sendo cinco adultos (três machos e duas fêmeas), três jovens (um macho e duas fêmeas) e três filhotes.

Esses indivíduos residem no Parque Nacional de Brasília (PNB), uma Unidade de Conservação localizada no Distrito Federal, na região do Brasil Central, em uma área do bioma Cerrado. O PNB possui 46230 hectares e contém diversos tipos fisionômicos do Cerrado, porém os indivíduos ocupam uma macha de mata de galeria pantanosa, que é uma formação florestal caracterizada por permanecer úmida durante todo o ano, apresentar árvores com altura de 9 – 16 m e algumas espécies de palmeira, como o palmito, *Euterpe edulis* Mart., e o pinho-do-brejo, *Talauma ovata* A.St.-Hil. (FUNATURA / IBAMA, 1998).

A área de uso do grupo inclui as duas piscinas artificiais que são abertas à visitação do público. Os indivíduos do grupo utilizam tanto a área natural da mata quanto a área antropizada das piscinas para forragear, sendo que nessa última eles interagem com os humanos em busca de recursos alimentares antrópicos.

Identificando os indivíduos em campo

Mesmo conseguindo distinguir características únicas de cada indivíduo, identificá-los em campo pode ser um desafio, já que a iluminação, posição e movimento dos macacos são dinâmicos e mudam todo o tempo. Sendo assim, alguns pontos que devemos levar em consideração são:

- Tamanho é relativo. Um indivíduo quando visto de perto parece ser maior do que quando é visto de longe;
- A cor também pode ser relativa, pois dependendo da iluminação ela pode se modificar;
- Sempre basear a identificação em uma característica física e NUNCA em um comportamento realizado pelo indivíduo, já que qualquer indivíduo pode se comportar de uma maneira inusitada e imprevisível.

Ou seja, tente se apegar a mais de uma característica física para identificar cada indivíduo e só use tamanho ou cor para identificar quando tiver outro indivíduo próximo e nas mesmas condições de luz, para compará-los.

Rambo

Sexo: macho

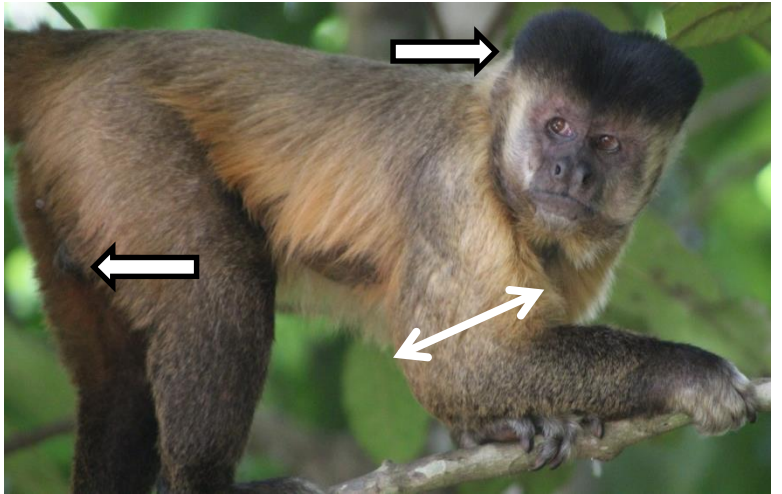
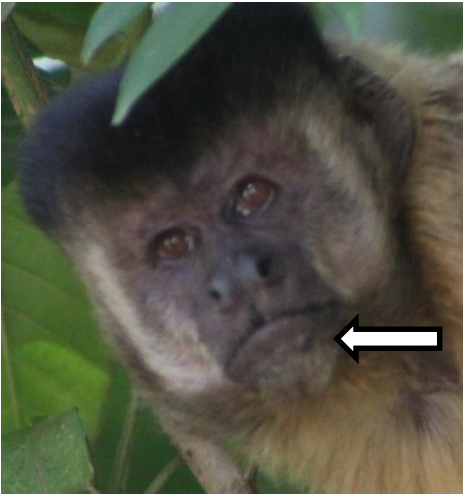
Faixa etária: adulto

Marcas naturais: verruga abaixo do lábio no lado esquerdo

Observações: macho alfa

Características físicas: Maior indivíduo, robusto, rosto quadrado, testículo muito aparente, topete bipartido se destaca.

Comportamentais: costuma ficar na retaguarda do grupo, resolução de conflitos tanto com humanos quanto com outros indivíduos do grupo (displays de agressividade).



Rihana

Sexo: fêmea

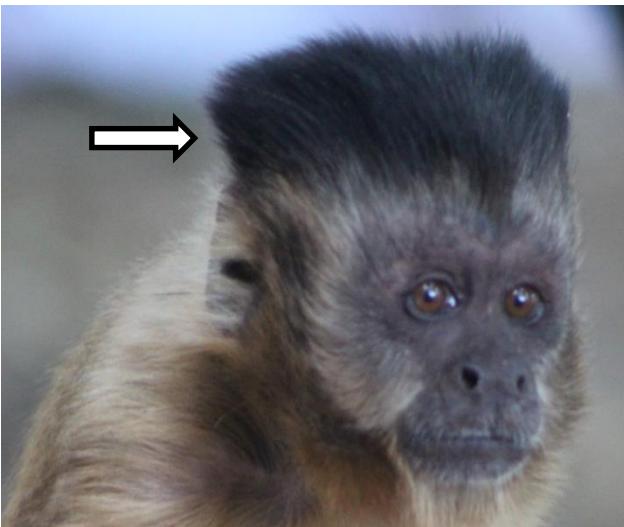
Faixa etária: adulta

Marcas naturais: dedo indicador da mão direita torto

Observações: fêmea alfa

Características físicas: topete grande.

Comportamentais: geralmente anda a frente do grupo, principal batedora.



Cotoca

Sexo: fêmea

Faixa etária: adulta

Marcas naturais: não possui cauda

Observações:

Características físicas: topete grande , olhos castanhos muito claros.

Comportamentais: pouca interação com os outros indivíduos, se desloca mais na periferia do grupo.



Mini Dida

Sexo: macho

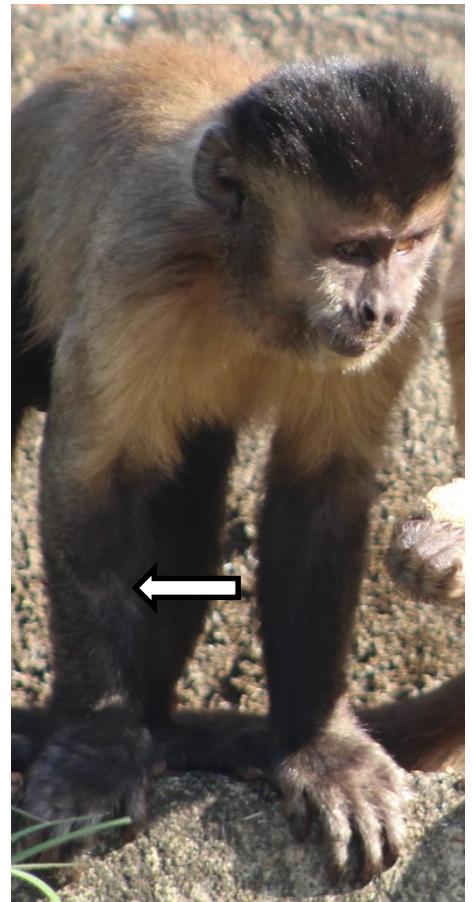
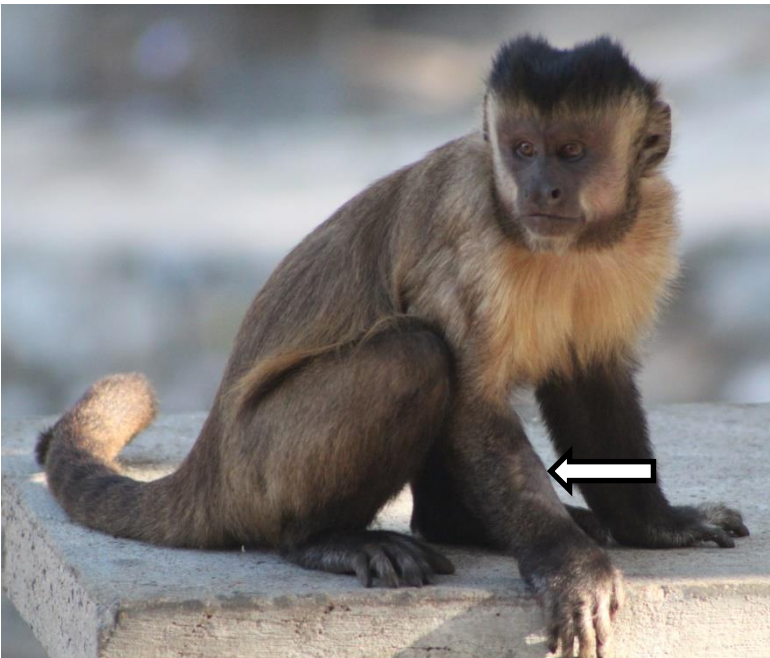
Faixa etária: adulto

Marcas naturais: cicatriz no antebraço direito

Observações:

Características físicas: extremidades muito escuras (braços e pernas), testículo aparente, rosto quadrado, topete bipartido.

Comportamentais: interage com os jovens (brincadeira), uso de ferramenta.



Amarelo

Sexo: macho

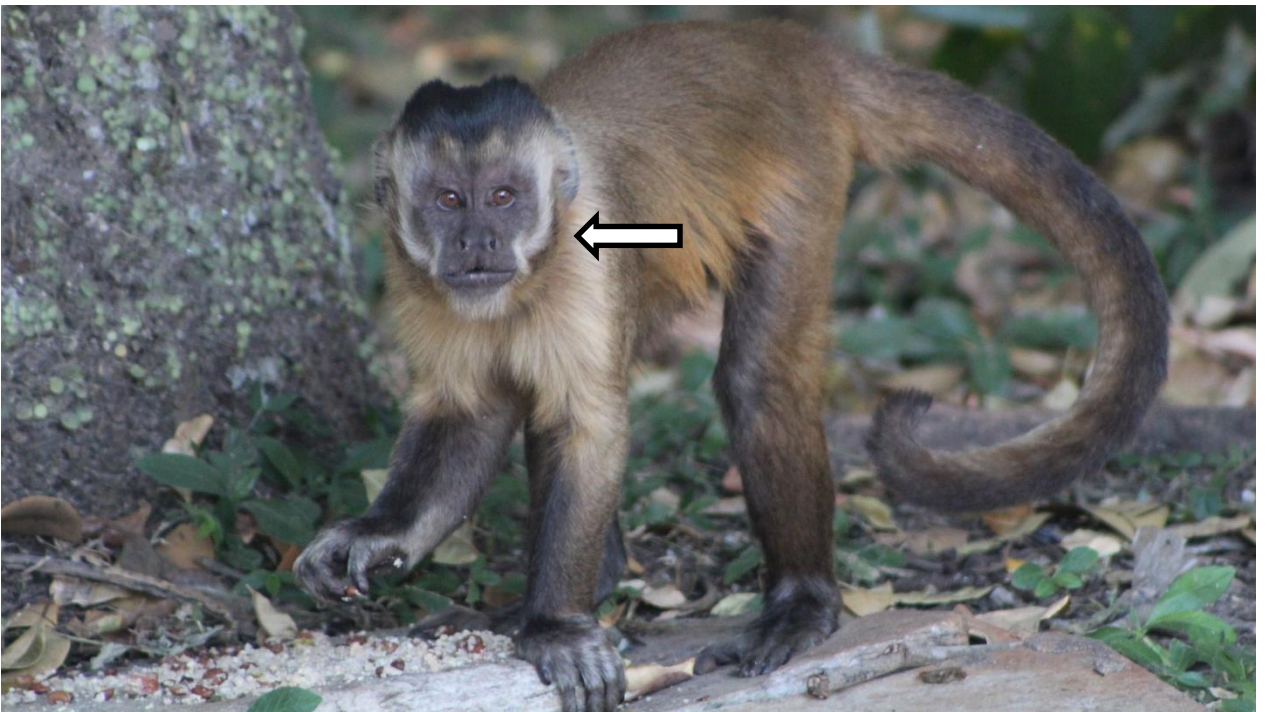
Faixa etária: adulto

Marcas naturais: ausentes

Observações: parece muito com o Mini, só que é bem mais claro, mais amarelo

Características físicas: topete bipartido, testículo aparente, extremidades mais claras que as do mini, rosto fino.

Comportamentais: interage com os jovens (brincadeira).



Richard

Sexo: macho

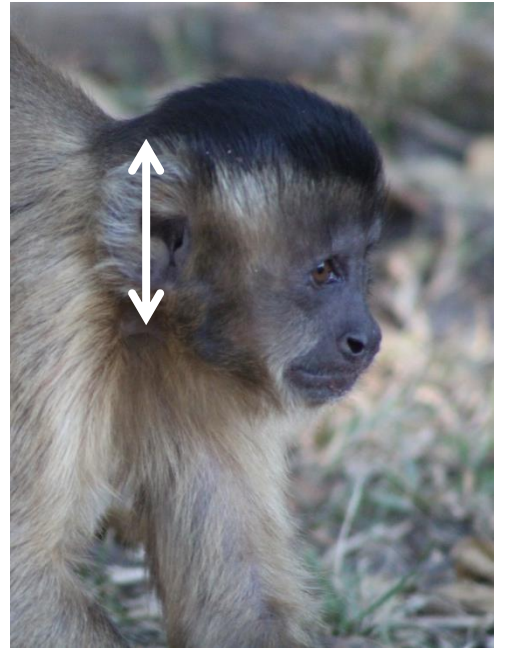
Faixa etária: jovem

Marcas naturais: cicatriz no lábio inferior, do lado esquerdo

Observações: filho da Rihana

Características físicas: orelha grande e peluda, testículo aparente, não tem topete bipartido, corpo esguio.

Comportamentais: uso de ferramenta.



Frida

Sexo: fêmea (?)

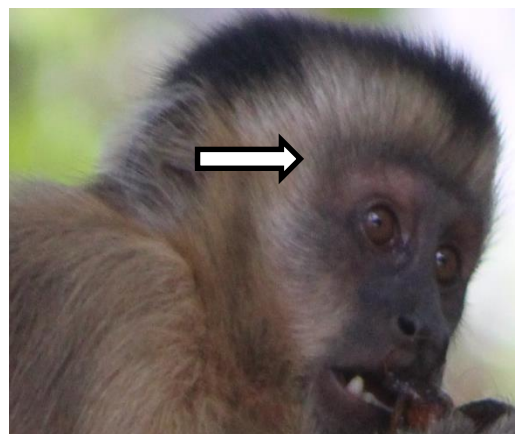
Faixa etária: jovem

Marcas naturais: ausente

Observações:

Características físicas: “monocelha”, coloração do peito amarela clara, corpo esguio, impressão que é corcunda.

Comportamentais:



Spike

Sexo: fêmea (?)

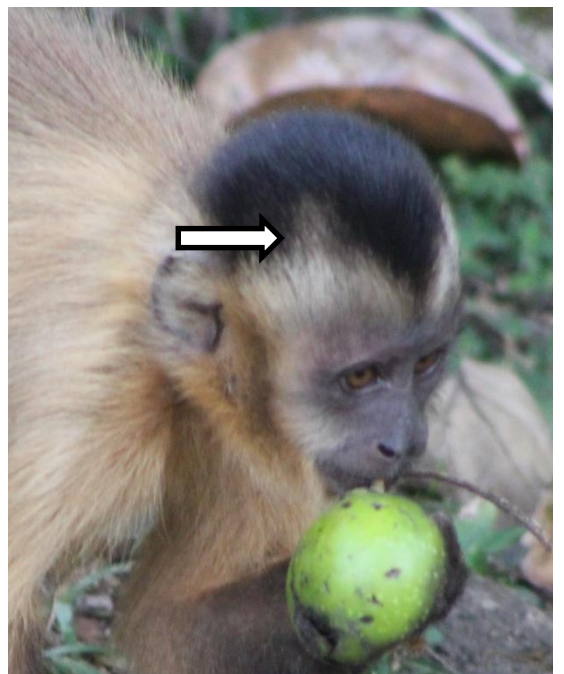
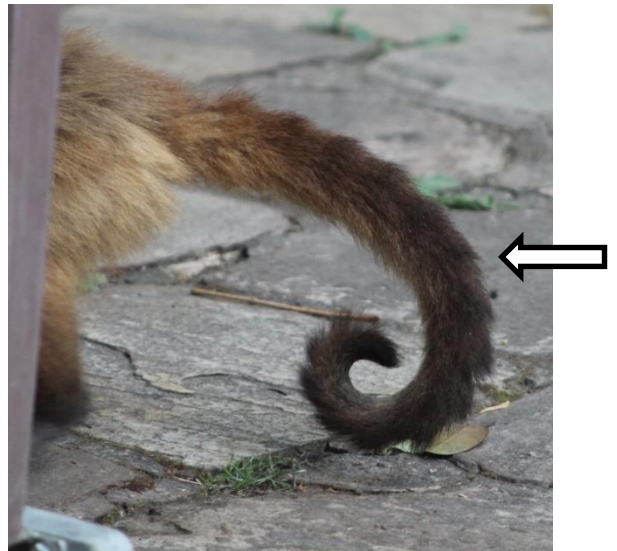
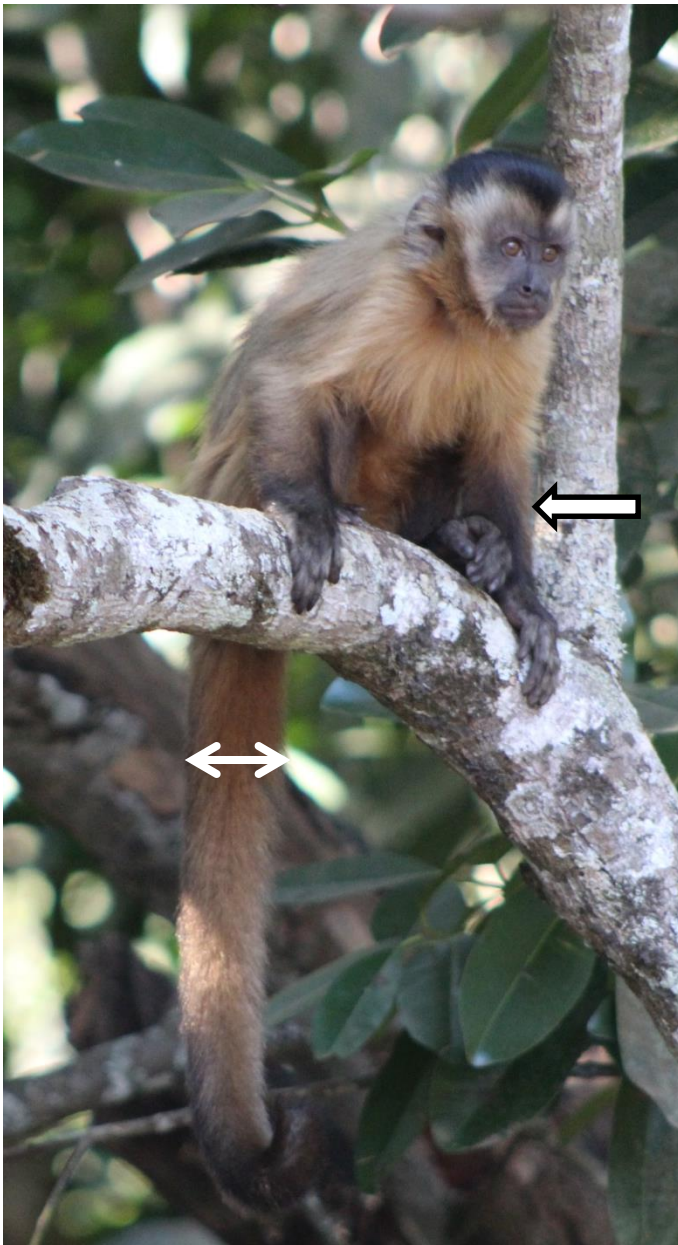
Faixa etária: jovem

Marcas naturais: ausente

Observações: parecida com goku

Características físicas: cauda espessa, listrada e “espetada”, coloração amarela queimada (quase laranja) e extremidades escuras, “entrada” no topo da cabeça.

Comportamentais:



Goku

Sexo: macho (?)

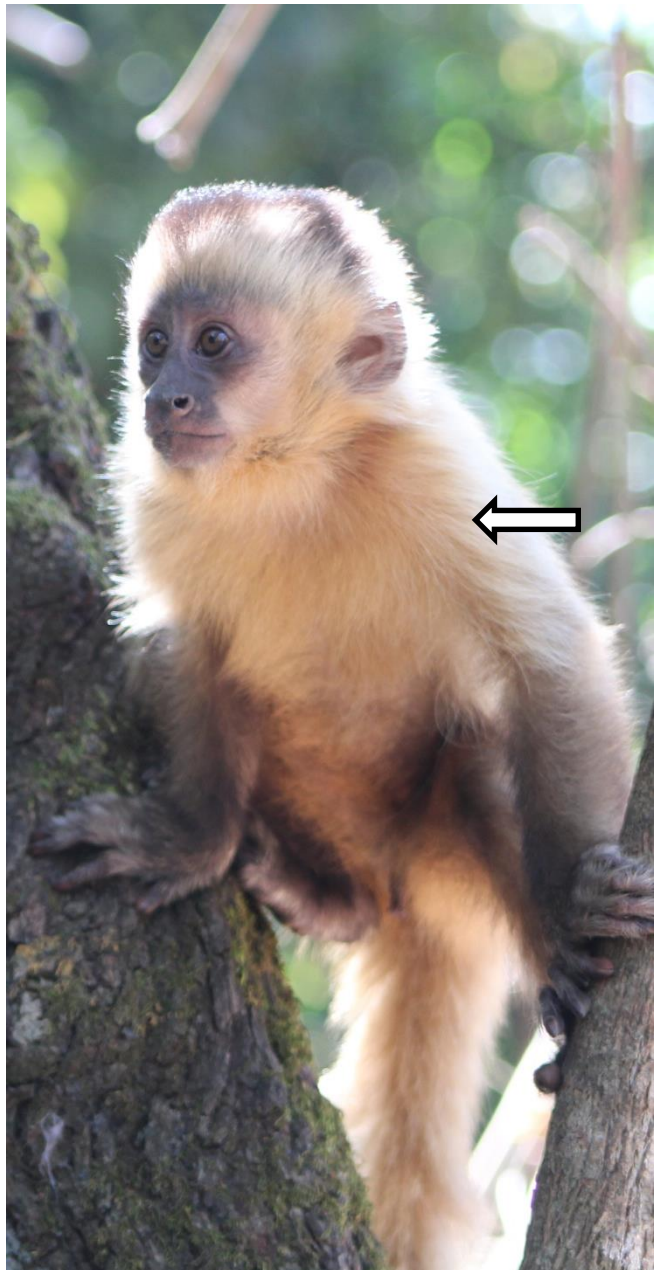
Faixa etária: infante

Marcas naturais: ausente

Observações: filho da Cotoca

Características físicas: coloração amarela bem clara, “entrada” muito grande na cabeça, parece a spike, mas é menor, mais claro e tem a cauda mais fina.

Comportamentais: vocalizações de filhote (piripipi).



Romã

Sexo: macho (?)

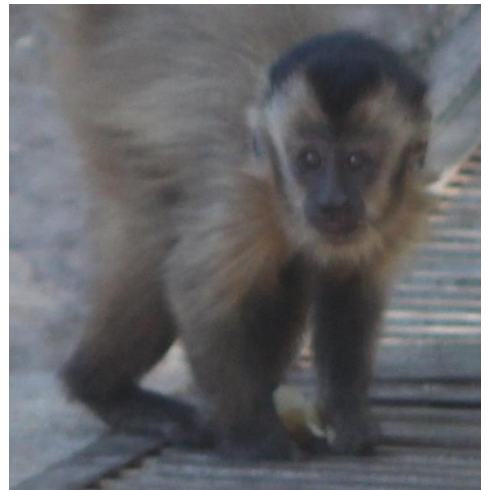
Faixa etária: infante

Marcas naturais: ausente

Observações: filho da Rihana

Características físicas: coloração escura, faixa mais escura nas costas, pelagem de filhote.

Comportamentais: vocalização de filhote (piripipi).



Caju

Sexo: ?

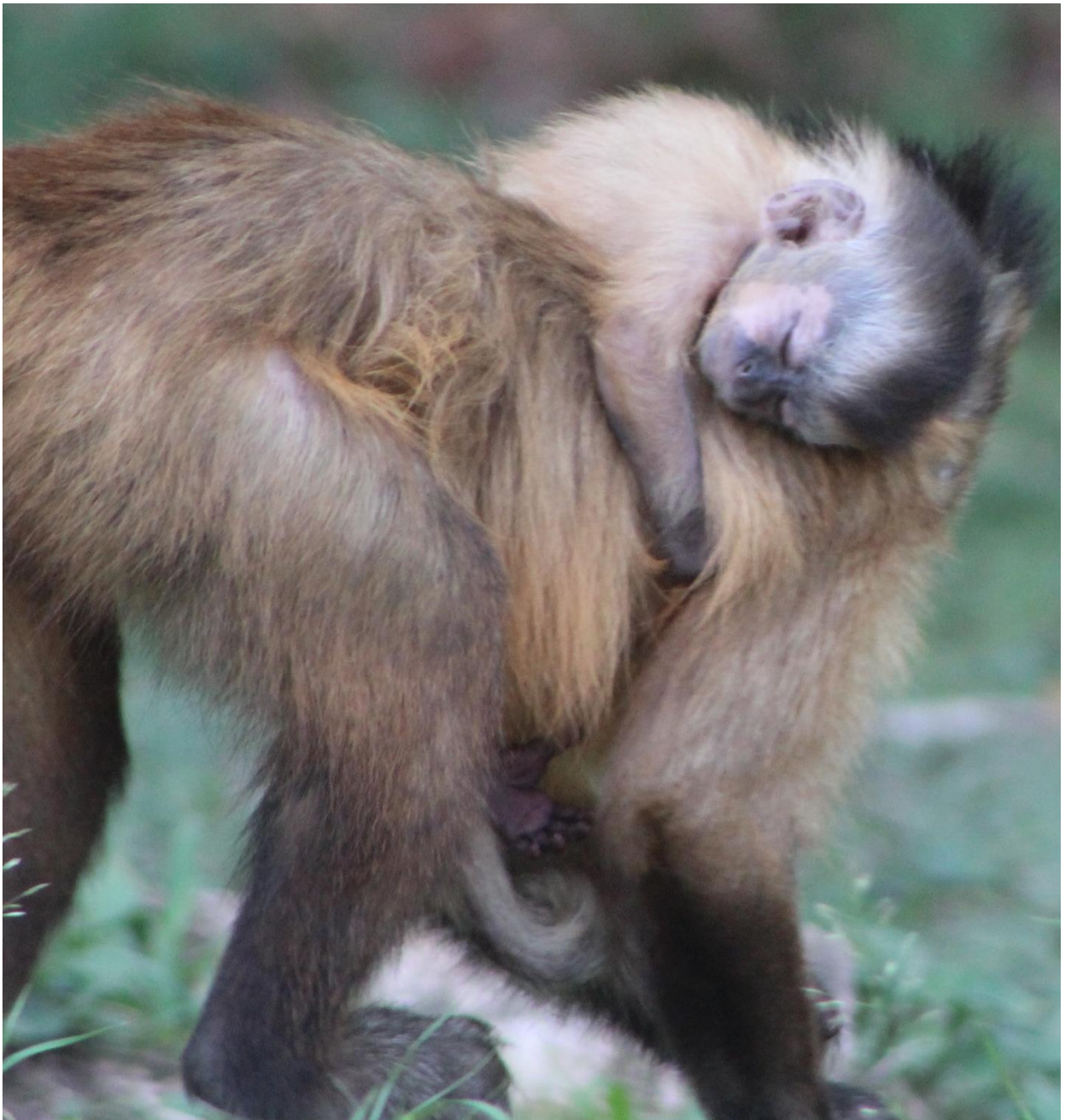
Faixa etária: infante

Marcas naturais: ausente

Observações: filho da Cotoca, nasceu dia 24/09/2018

Características físicas: neném

Comportamentais:



Referências

Fragaszy, D. M., Visalberghi, E. and Fedigan, L.. 2004a. The Complete Capuchin: The Biology of the Genus *Cebus*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Fragaszy, D., Izar, P., Visalberghi, E., Ottoni, E. B., & de Oliveira, M. G. 2004b. Wild capuchin monkeys (*Cebus libidinosus*) use anvils and stone pounding tools. *American Journal of Primatology: Official Journal of the American Society of Primatologists*, 64(4):359-366.

FUNATURA/IBAMA. 1998. Plano de Manejo do Parque Nacional de Brasília/Revisão. Fundação Pró-Natureza e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília. v.1.

ICMBio - Avaliação do Risco de Extinção de *Sapajus libidinosus* (Spix, 1823) no Brasil. Acesso em 20/10/2018, Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/estado-de-conservacao/7274-mamiferos-sapajus-libidinosus-macaco-prego>>

Izawa, K. 1978. Frog-eating Behavior of Wild Black-capped Capuchin (*Cebus apella*). *Primates* 19(4):633–642.

Izawa, K. 1979. Foods and feeding behavior of wild black-capped capuchin (*Cebus apella*). *Primates* 20(1):57–76.

Lynch-Alfaro, J. W., Silva, J. de S. E., & Rylands, A. B. 2012a. How Different Are Robust and Gracile Capuchin Monkeys? An Argument for the Use of *Sapajus* and *Cebus*. *American Journal of Primatology* 74(4):273–286.

Lynch Alfaro, J. W., Boubli, J. P., Olson, L. E., Di Fiore, A., Wilson, B., Gutiérrez-Espeleta, G. A., Alfaro, M. E. 2012b. Explosive Pleistocene range expansion leads to widespread Amazonian sympatry between robust and gracile capuchin monkeys. *Journal of Biogeography* 39(2):272–288.

Rylands A.B. & Kierulff M.C.M. 2013. *Cebus libidinosus*. Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN de 2013. Versão 1. Acesso em 20/10/2018. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/species/136346/70613080>>

Todas as fotografias são de autoria de Carolina Lisboa .