



Universidade Federal do Pará

Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento

Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento

Expressões vocais e interação social em macacos-prego (*Sapajus* sp.)

Bruno Diego Lima Ribeiro

BELÉM

2017



Universidade Federal do Pará

Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento

Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento

Expressões vocais e interação social em macacos-prego (*Sapajus* sp.)

Bruno Diego Lima Ribeiro

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Neurociências e Comportamento.

Orientador: Prof. Dr. Olavo de Faria Galvão

Co-Orientadora: Profa. Dra. Maria Luisa da Silva

BELÉM

2017

**Dados Internacionais de catalogação-na-publicação (CIP)**

R484e

Ribeiro, Bruno Diego Lima

Expressões vocais e interação social em macacos-prego (*Sapajus* sp.) / Bruno Diego Lima Ribeiro; Orientador: Olavo de Faria Galvão. Co-orientadora: Maria Luisa da Silva. Belém: 2017.

70f.; il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará – UFPA, Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento, Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento, Belém, 2017.

1. Ecologia animal – Comunicação e produção de som. 2. Comunicação animal 3. Macaco-prego - Comunicação. 4. Galvão, Olavo de Faria I. Título.

CDD 591.59

Bruno Diego Lima Ribeiro

Expressões vocais e interação social em macacos-prego (*Sapajus* sp.)

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Neurociências e Comportamento.

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Resultado: \_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Olavo de Faria Galvão (PPGNC – UFPA), Orientador.

---

Profa. Dra. Maria Luisa da Silva (PPGNC – UFPA, Co-orientadora.

---

Prof. Dr. Raphael Moura Cardoso (PPGP – PUC Goiás), Membro.

---

Prof. Dr. José Augusto Pereira Carneiro Muniz (MS, SVS, IEC, Centro Nacional de Primatas), Membro.

---

Prof. Dr. Paulo Roney Kilpp Goulart (PPGNC – UFPA), Suplente.

Ao meu pai Francisco Ribeiro (*in memoriam*), pela compreensão e apoio. Por ter sido quem sempre confiou no meu potencial, transmitindo-me a fé, a honestidade e a determinação, valores incontestáveis que carrego sempre comigo.

## Agradecimentos

Agradeço a esta Universidade e ao Programa de Pós-Graduação em Neurociência e Comportamento, seu corpo docente, coordenação e demais funcionários pelo apoio durante todo o curso.

A todos da Escola Experimental de Primatas, professores Paulo Goulart e Ana Leda Brino, tratador Edilson Pastana, “Didi”, e estudantes de pós e iniciação científica pela ajuda e contribuição durante toda a minha pesquisa. Em especial, agradeço, aos alunos que participaram desta pesquisa: Abu, Cotoh, Drácula, Eusébio, Jujuba, Louis, Michael, Raul, Rissa e Tadinho.

Agradeço imensamente ao meu Orientador, Prof. Olavo de Faria Galvão, por ter aceito o desafio de orientar este comunicólogo, por um caminho nunca antes explorado por mim. Mas que com toda a paciência e sabedoria soube conduzir, com brincadeiras, broncas e conselhos, essa pesquisa da melhor maneira possível.

Um muito obrigado à Profa. Maria Luisa da Silva pela parceria em co-orientar-me neste desafio, sua ajuda e orientação foram de suma importância nesta jornada.

Agradeço a todos os meus professores que no decorrer das disciplinas (não foram poucas) deram grandes contribuições com suas observações ensinamento; e aos colegas de mestrado por todo o apoio e parceria construídos nesses anos.

Em especial quero agradecer aos amigos que ganhei no PPGNC, Luana Gomes e Patricia Seixas (Grupo “Resenhas”), Flávia Brandão, Alessandra Formento, Jessica Gama, Maelly Larissa, Priscila Louzada, Carla Favacho e demais participantes do Grupo “Forms”, pela amizade.

Um obrigado especial ao Gabriel Xavier Serrão, que no pouco tempo de amizade, se tornou parte indispensável nesta pesquisa, com sua ajuda no uso do R-Project.

Agradeço aos meus familiares, mãe, mãe-vó, irmão e tia-irmã, pelo amor incondicional, apoio e dedicação, fatores responsáveis pelo que hoje sou. Juntos somos mais fortes!

Quero agradecer a todos os meus amigos, sem exceção, pelo carinho e apoio.

Finalmente, e não menos importante, agradeço a Deus e aos irmãos do Caminho Neocatecumenal que sempre farão parte de minha vida.

O meu muito obrigado,  
Bruno Diego Lima Ribeiro.

“Tudo quanto vive, vive porque muda; muda porque passa; e, porque passa, morre. Tudo quanto vive perpetuamente se torna outra coisa, constantemente se nega, se furta à vida.”

Fernando Pessoa

Ribeiro, B.D.L. (2017). Expressões vocais e interação social em macacos-prego (*Sapajus* sp.). Dissertação de Mestrado. Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento, Universidade Federal do Pará. Belém, PA.

## RESUMO

A comunicação é uma característica intrínseca dos seres vivos. Cada animal comunica-se com outros de sua ou de outra espécie nas formas características de seus respectivos grupos. Nas interações sociais os indivíduos produzem sinais comunicativos que especificam ou predizem prováveis mudanças de comportamento em outros indivíduos, cujas respostas, por sua vez, geram também prováveis mudanças de comportamento nos primeiros. A vocalização é um elemento importante na comunicação animal e a investigação de suas funções pode se constituir em um modelo comparativo para entendermos a evolução da comunicação humana. Este estudo teve por objetivo identificar fenômenos simbólicos de comunicação entre macacos-prego (*Sapajus* sp.) nas interações sociais. Para tanto registramos e analisamos atividades e interações sociais em períodos determinados ao longo do dia, por meio dos métodos de *scan sample* e *ad libitum*. Registramos e descrevemos vocalizações emitidas em ocorrências espontâneas (agonístico, alarme e alimentação) e em experimentos planejados (produção de alarme). Gravações das vocalizações foram apresentadas aos indivíduos, e registradas e descritas as respostas comportamentais. O comportamento verificado em cativeiro, comparado com registros na natureza, apresenta alterações como restrita diversidade de interações sociais. No repertório vocal identificou-se diferentes vocalizações relacionadas a comportamentos específicos, adequados ao contexto. Nossos resultados estão de acordo com indicações de plasticidade cerebral e complexidade social do gênero *Sapajus*.

Palavras-chave: Vocalização animal, Comunicação animal, Comportamento animal, Animais selvagens em cativeiro, *Sapajus*.

Ribeiro, B.D.L. (2017). Vocal expressions and social interactions of capuchin monkeys (*Sapajus* sp.). Master Thesis. Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento, Universidade Federal do Pará. Belém, PA.

#### ABSTRACT

Communication is an intrinsic characteristic of living beings. Each animal communicates with others of its own or of other species in the characteristic forms of their respective groups. In social interactions individuals produce communicative signals that specify or predict likely behavioral changes in other individuals, whose responses, in turn, also generate likely behavioral changes in the former. Vocalization is an important element in animal communication and the investigation of its functions can constitute a comparative model for understanding the evolution of human communication. This study aimed to identify symbolic phenomena of communication between capuchin-monkeys (*Sapajus* sp.) in social interactions. Activities and social interactions in defined periods throughout the day were observed through the methods of scan *sample and ad libitum*. Vocalizations emitted in spontaneous occurrences (agonistic, alarm and feeding) and in planned experiments (alarm production) were recorded and described. Recordings of the vocalizations were presented to the individuals, and the behavioral responses were recorded and described. The behavior observed in captivity, compared to records in nature, presents alterations as a restricted diversity of social interactions, for example. In the vocal repertoire we identified different vocalizations related to specific behaviors, appropriate to the context. Our results are in agreement with indications of brain plasticity and social complexity of the *Sapajus* genus.

Key words: Animal vocalization, Animal communication, Animal Behavior, Animals of wild in captivity, *Sapajus*.

## Lista de Figuras

Figura 1. Diagrama da tríade de Peirce .....	24
Figura 2. Gaiolas da EEP .....	26
Figura 3. Viveiro recinto (vista parcial) .....	27
Figura 4. Jovem macho do gênero <i>Sapajus</i> , em sua habilitação, onde convive com outros indivíduos .....	28
Figura 5. Aves de Rapina .....	34
Figura 6. Orçamento geral das atividades de comportamento padrão realizado em quatro períodos do dia .....	35
Figura 7. Local de realização das atividades dentro da gaiola ao longo do dia ...	36
Figura 8. Dinâmica de comportamento de indivíduos pertencentes à G1 .....	40
Figura 9. Dinâmica do comportamento de indivíduos pertencentes à G4 .....	40
Figura 10. Dinâmica do comportamento de indivíduos pertencentes à G2 .....	41
Figura 11. Dinâmica dos comportamentos agonísticos do tipo ameaça .....	42
Figura 12. Dinâmica dos comportamentos agonísticos do tipo medo .....	42
Figura 13. Dinâmica dos comportamentos afiliativos do tipo brincadeira social .	43
Figura 14. Dinâmica dos comportamentos afiliativos do tipo catação .....	44
Figura 15. Sonogramas das vocalizações durante o período de alimentação .....	45
Figura 16. Sonograma da vocalização de chamado de alarme .....	49
Figura 17. Sonograma de vocalizações agonísticas .....	50

## Lista de Tabelas

Tabela 1. Dados dos indivíduos participantes da pesquisa .....	27
Tabela 2. Definições de comportamento do padrão de atividades adotados neste trabalho .....	31
Tabela 3. Definições dos comportamentos sociais adotados neste trabalho .....	32
Tabela 4. Participação dos comportamentos entre indivíduos de uma mesma gaiola ou entre gaiolas durante todo o período de observação .....	39

## Sumário

Resumo .....	VIII
Abstract .....	IX
Lista de Figuras .....	X
Lista de Tabelas .....	XI
Introdução .....	14
Objetivos .....	24
Método .....	25
Ambiente de estudo .....	25
Sujeitos .....	27
Registro das vocalizações, comportamentos, edição e análise de gráficos e sonogramas .....	29
Coleta de dados .....	30
Registros comportamentais e interação social .....	30
Simulação de encontro com o predador .....	33
<i>Playback</i> das vocalizações .....	34
Resultados e discussão .....	35
Padrão de atividades diárias .....	35
Interação social .....	38
Vocalização durante a alimentação .....	45
Vocalização de alarme .....	47
Vocalização agonística .....	49
Ausência de vocalização .....	51
Contribuições evolutivas .....	52

Considerações finais .....	54
Referências .....	57
Anexos .....	68

A comunicação é uma característica intrínseca dos seres vivos. Cada animal comunica-se com outros de sua ou de outra espécie nas formas características de seus respectivos grupos. A vocalização é um elemento importante na comunicação animal e a investigação de suas funções pode, por equivalência, nos dar um paralelo para entendermos um determinado momento da evolução da comunicação humana. Os mecanismos comportamentais pelo os quais o homem interage com o ambiente, segundo alguns autores, não seriam exclusivos dos humanos, mas teriam sido diferenciados ao longo do processo de seleção natural, a partir de estruturas com funções similares presentes em organismos de espécies das quais a nossa se diferenciou (Darwin, 1965; Dawkins, 1989; Dunbar, 1998).

Admite-se que haja comunicação quando o comportamento de um animal altera a probabilidade de emissão de comportamentos de outro da mesma ou de outra espécie. Assim, a comunicação entre animais ocorre quando um indivíduo usa sinais ou exibições posturais, elaborados evolutivamente ao longo da filogênese da espécie, que modificam o comportamento do outro (Palermo-Neto, 2010; Lima, 2016).

Segundo Vieira, *et al.* (2012), vem crescendo o número de cientistas sociais que recorrem ao comportamento animal com o objetivo de encontrar elementos que auxiliem a entender e interpretar a sociedade humana e as possíveis origens dos problemas sociais. O estudo da comunicação em primatas, em especial, tem levantado evidências da existência de um diversificado leque de sinais comunicativos visuais, táteis, sonoros e químicos, (Gosling, Atkinson, Collins, Roberts & Walters, 1996; Krebs & Davies, 1996; Mendes, 1997; Mendes & Ades, 2000), e de sua participação nas relações sociais desses animais (Strum, Forster & Hutchins, 1997).

Com a disponibilidade de macacos-prego cativos, em consequência de terem sido retirados da natureza para serem vendidos com animais de estimação, que não teriam chances de sobreviver se viessem a ser devolvidos, e que são, portanto, abrigados em

criatórios autorizados, surge uma oportunidade de fazer estudos comparativos do comportamento desses animais em cativeiro e em ambiente natural e obter-se resultados valiosos sobre fatores que afetam o comportamento animal. Este estudo descreveu expressões vocais em contextos de interação social em macacos-prego (*Sapajus* sp<sup>1</sup>) vivendo em condições de cativeiro.

Animais como o macaco-prego usam diversas formas de comunicação para sua própria identificação, na interação de corte entre machos e fêmeas, na resolução de disputas entre rivais sem o confronto direto e, frequentemente, para que os filhotes consigam a atenção de seus pais. Primatas não humanos utilizam comunicação como forma de chamados para sinalizar a presença de predador, para fugir ou afugentar predadores, para manter a coesão do grupo, para indicar fontes de alimento, e até mesmo, para estabelecer hierarquias sociais ou demarcar territórios (Dawkins, 1989; Dunbar, 1998). São capazes de reconhecer gestos, odores ou sons e de diferenciá-los uns dos outros, conhecendo os seus significados. A comunicação entre animais pode ser multimodal, sendo que na interação social de numerosas espécies a emissão de sons é parte integrante dos seus repertórios comunicativos (Darwin, 1965).

---

<sup>1</sup> Até recentemente os especialistas classificavam macacos-prego e caiararas no mesmo gênero, *Cebus*, boa parte deles com o nome de *Cebus apella* nos registros científicos. A classificação desses primatas vem passando por mudanças cujo início foi sugerido por José de Souza e Silva Junior, em sua tese de doutorado, (Silva Junior, 2001), na qual propunha dois subgêneros: *Cebus* para os caiararas, mais esguios, distribuídos da Amazônia para o norte, e *Sapajus* para os macacos-prego, mais robustos e muitas vezes caracterizados por um topete na cabeça, distribuídos da Amazônia para o sul (Guimarães, 2012). A subdivisão foi confirmada em trabalho de Lynch, Alfaro e cols. (2012). Por meio de amplas análises genéticas ficou demonstrado que *Cebus* e *Sapajus* de fato são diferentes ao ponto de serem considerados gêneros distintos. O estudo mostrou que as duas linhagens se separaram há mais de 6 milhões de anos. Estudos (Garber, 2012; Izar, 2012; Lynch & Alfaro, 2012) mostram que os dois gêneros possuem comportamentos distintos. Nos registros científicos, aqui apresentados, ainda pode-se encontrar a nomenclatura *Cebus*, aplicada aos macacos-prego, que hoje se considera pertencerem ao gênero *Sapajus*.

Segundo Scott-Phillips (2008) sinal é algum ato ou estrutura, de um emissor, que afeta o comportamento de um receptor, em uma relação comunicacional de mão dupla. O sinal se torna efetivo quando ocasiona uma resposta, ato ou mudança de uma estrutura, em quem o recebe. Por exemplo, através de uma emissão vocal (ato que pode ser chamado de sinal), um primata (A - emissor) pode estimular uma resposta em outro primata específico (B - receptor). Esse estímulo pode estar associado a comportamentos de interação social presentes no dia-a-dia dos primatas. (Marques, 2008).

A comunicação em primatas é composta de um diversificado leque de sinais comunicativos, em decorrência da grande diversidade de sistemas sociais e à variabilidade de fatores ecológicos em que estão inseridos. O sistema social dos primatas é caracterizado por todo o seu comportamento de acasalamento e pela organização e estrutura social (Isbell & Young, 2002; Kepeller & van Schaik, 2002).

Bariani (2007) identificou e analisou o comportamento de macacos-prego em cativeiro e comparou os dados obtidos com os da literatura sobre os hábitos dos indivíduos que vivem em liberdade. Foram constatados comportamentos comuns em ambos ambientes. Recentemente, um estudo do comportamento de macacos-prego livres em um parque ecológico indicou que a presença humana afeta a dieta e as atividades dos macacos-prego (de Oliveira *et al.*, 2014).

Os sinais comunicativos são transmitidos por quatro canais. O canal visual, pelo qual se transmite posturas e movimentos, tais como a piloereção, as expressões faciais e os gestos em geral (Krebs & Davies, 1996); o canal tátil, pelo qual se transmite padrões de pressão, textura, frequência e calor pelo contato, composto por abraços, alocação ou “grooming” (hábito presente em diversos mamíferos, especialmente nos primatas, de afagar a pele ou revolver a pelagem e catar ectoparasitas, de si ou de outros), toques, e contato corpóreo (Mendes & Ades, 2000); o canal auditivo, pelo qual se transmite

vibrações sonoras, das quais a maioria são sinais produzidos pelo aparato vocal (Mendes, 1997), mas também ruídos produzidos por percussão do próprio corpo ou de partes do ambiente; e o canal químico, pelo qual são transmitidas emanações que atingem as mucosas, caracterizado por secreções glandulares e urinárias (Gosling, Atkinson, Collins, Roberts & Walters, 1996), e também emanações de materiais com substâncias voláteis.

Os sinais utilizados por uma espécie na comunicação são derivados de estruturas ancestrais, moldados por processos evolutivos e inseridos no comportamento e no ambiente de cada espécie (Kroodsma & Miller, 1996). Portanto, a comunicação sonora apresenta características que foram resultados da história evolutiva da espécie, por meio de vantagens individuais que as interações sociais puderam proporcionar (Alexander, 1974). Pressupõe-se que a evolução do repertório vocal ocorra a partir de condições ancestrais, e que os sons utilizados por uma espécie são derivados dos produzidos por sua espécie ancestral. Portanto duas espécies atuais, que evoluíram a partir da mesma espécie ancestral, devem manter algumas características acústicas em comum, sendo que as diferenças devem ser coerentes com as divergências ambientais que sofreram durante o processo de especiação (Vielliard & Silva, 2010).

A comparação das emissões sonoras durante o desenvolvimento do indivíduo mostra como os sinais comunicativos adquirem, de maneira mais ou menos progressiva, sua estrutura funcional, e como as funções biológicas de cada categoria de sinal sonoro se estabelecem à medida que suas estruturas se fixam (Vielliard & Silva, 2010).

A contribuição da Bioacústica para o entendimento dos processos evolutivos da comunicação sonora envolve a descrição das vocalizações, o que permite refinar a análise filogenética dos parâmetros bioacústicos em aves, além de permitir a solução de controvérsias taxonômicas (Vielliard, 1997). Quando as vocalizações passaram a ser interpretadas como comportamento, padrões bioacústicos contribuíram para descrições

precisas dos sinais de comunicação sonora e repertório vocal das espécies (Vielliard & Silva, 2010), como no caso de pesquisas envolvendo chamados de longo alcance em primatas neotropicais (Oliveira & Ades, 2004).

Cada espécie possui uma estrutura sonora determinada geneticamente, podendo ser utilizada para o reconhecimento de espécie. No caso dos pássaros, a vocalização que carrega esse sinal de reconhecimento é denominada de “canto” (Vielliard, 1989), mas os mamíferos também possuem sinais que podem ser associados ao reconhecimento. Nas espécies de primatas é grande a variação na estrutura espectro-temporal dos diferentes tipos de chamados e nas propriedades acústicas particulares dos chamados (Balestra, Bastos & Mendes, 2003), bem como na adequação ao contexto (Seyfarth, Cheney, & Marler, 1980a, b), mas, como nos pássaros, os parâmetros acústicos podem contribuir para compreensão das relações taxonômicas ao nível de espécies.

A vocalização possui importante função para a comunicação em primatas não humanos, especialmente em espécies arborícolas, pois a comunicação visual na floresta, em geral, é difícil a grande distância (Altman, 1997). As vocalizações emitidas apresentam a capacidade de ultrapassar barreiras e eventos interpostos no meio ambiente, atingindo o seu objetivo de levar informações aos receptores (Egnor & Houser, 2004).

As emissões vocais estão muito presentes nas interações sociais dos primatas. É comum que comportamentos em grupo sejam precedidos ou seguidos por sons, que caracterizam determinado evento. De acordo com as regras de estrutura motivacional propostas por Morton (1977), sons agudos e tonais tendem a expressar motivações de apaziguamento ou amistosidade, enquanto sons de baixa frequência (graves), em especial os que apresentam ruídos (roucos ou estridentes) são mais frequentemente emitidos por indivíduos com motivações de ameaça e/ou agressão explícita. Segundo o autor, a

complexidade de formas acústicas intermediárias entre estes dois extremos estaria diretamente relacionada com a complexidade de interações sociais de cada espécie.

O gênero *Sapajus* parece seguir um padrão de comunicação similar à de outros gêneros. Como resultado de pesquisas bioacústicas, alguns trabalhos, como o de Balestra *et al.* (2003), caracterizaram as emissões vocais sonoras de primatas não humanos em:

A) Chamados de alimentação

Esses chamados estão relacionados ao comportamento forrageador (Roush & Snowdon, 1999), ao encontro de uma fonte alimentar (Caine *et al.*, 1995), à qualidade e quantidade do alimento (Hauser *et al.*, 1993) e ao ato da alimentação em si (Gros-Louis, 2006).

B) Chamados de contato

Possuem a finalidade de manter a coesão e coordenar as atividades do grupo, permitindo que animais distantes visualmente possam acompanhar o bando através da comunicação vocal (Boinski & Campbell, 1996). Em algumas espécies, como *Cebus capucinus* (Roush & Snowdon, 1999) e *Brachyteles arachnoides hypoxanthus* (Mendes & Ades, 2004), o chamado de contato pode ser semelhante ou igual ao chamado utilizado no forrageio (chamado de alimentação), o que faria com que, além de manter o grupo coeso, pudesse reuni-lo onde houvesse uma fonte alimentar a ser dividida.

C) Chamados agonísticos

Refere-se ao complexo de agressão-apaziguamento. Comportamento agonístico é um termo muito mais amplo do que "agressão", que se refere a padrões de comportamento que servem para intimidar ou prejudicar outros indivíduos, como ameaças. Os chamados agonísticos em *Sapajus* sp. cativos foram abordados por Marques (2006, 2008), que registrou diferenças nas emissões vocais da espécie na presença de humanos conhecidos e desconhecidos.

#### D) Chamados de alarme

Os chamados de alarme parecem estar relacionados a predadores e também podem ser emitidos em eventos aversivos, assim como os chamados agonísticos. Dois critérios devem ser atendidos para podermos considerar uma vocalização como sendo de alarme (Marques, 2008):

1. A vocalização deve ser emitida na presença de um predador específico e não para qualquer outro estímulo;
2. Playbacks dessa vocalização devem ser suficientes para produzir resposta da mesma classe que em presença do predador.

Algumas espécies emitem diferentes tipos de chamados de alarme para predadores específicos, como serpentes e felinos. Segundo Cheney & Seyfarth (1990); Seyfarth *et al.*, 1980; Seyfarth & Cheney, 1992, o *Cercopithecus aethiops* possui um sofisticado e bem documentado repertório de vocalizações para indicar a presença de predação iminente. A espécie *Cebus capucinus* possui três chamados distintos, um para predadores terrestres, um para aéreos e outros para serpentes (Digweed, Fedingan & Rendall, 2005; Fitchel, Perry & Grouis-Louis, 2005). Observou-se que, dependendo da vocalização emitida por um indivíduo (supostamente o primeiro a avistar o predador), as respostas do restante do grupo variavam. No caso de predadores aéreos, por exemplo, fugir do topo das árvores é o comportamento seguido. Estudos de campo revelaram três tipos de alarmes usados, por *Cercopithecus aethiops*, para indicar presença de predadores mamíferos terrestres, aves de rapina e cobras. O comportamento da audiência à produção do alarme, é um indicador de interpretação discriminada do alarme. Os macacos adultos produzem as vocalizações em referência à presença de predadores específicos, gerando reações particulares no grupo (Smith, 1977).

A emissão de chamados de alarme já foi observada em outras espécies de primatas como: *Macaca sylvanus* (Fischer & Hammerschmidt, 2001), *Eulemur fulvus rufus* (Fitchel, 2004) e *Propithecus verreauxi verreauxi* (Fitchel, 2004). Primatas *Hylobates lar* apresentam uma vocalização para um predador terrestre, e/ou para participar de um duelo (Clark et al., 2006). Os *Colobus polykomos* e *Colobus guereza* produzem dois modos básicos de chamados de alarme para tipos específicos de predador (Schel, et al. 2009).

Vitale, Visalberghi & Lillo (1991), estudaram chamados de alarme de indivíduos da espécie *Cebus apella* e *Macaca fascicularis* em laboratório. O estudo consistia na apresentação de uma serpente de borracha, medindo 65 cm de comprimento e pintado com padrões de cores naturais. Esses autores relataram presença de vocalizações de alarme nas duas espécies na presença do predador.

Marques (2008) descreveu três experimentos envolvendo estímulos audiovisuais. O primeiro foi baseado na pesquisa descrita no parágrafo anterior, consistindo em habituação (pelo período de 5 minutos), de um animal por vez, em uma sala escura, após a habituação era apresentada a imagem de um predador na tela de um computador. O segundo teste consistia na apresentação, a um animal por vez, de Playbacks de uma espécie de gavião (*Buteo magnirostris*), predador aéreo natural do *Sapajus* sp. A sala era totalmente iluminada e a fonte do estímulo sonoro ficava fora do alcance de visão do animal. Em um terceiro teste, similar ao segundo, o estímulo auditivo (*Playbacks* do *Buteo magnirostris*) foi apresentado a dois indivíduos em gaiolas separadas e o período de habituação foi de 3 minutos. Comportamentos corporais e vocais foram registrados. Os resultados obtidos, no experimento com *playback*, mostraram comportamento de rastreamento de predadores aéreos. Quando o estímulo visual foi predador mamífero (*Panthera onca*), os participantes do experimento, não demonstraram respostas comportamentais consistentes, carecendo de estudos adicionais.

A capacidade de criação de sons e gestos com algum significado caracteriza algum processo simbólico. A maneira como esses símbolos são utilizados, fazem parte do processo de interação com o ambiente por meio dos sentidos (Gray & Tall, 1994; Matsumoto, 2007).

Segundo Peirce (1995), um signo pode ser definido como um meio para a comunicação. É tudo aquilo que, sob certo aspecto pode indicar qualquer coisa particular quando associada à “disposição natural ou hábito”.

Há três possíveis modalidades de relação entre um signo e seu objeto, corretamente chamados de “relações de referência” – ícone, índice e símbolo. Em uma relação icônica os signos se relacionam aos eventos por similaridades ou semelhança, dependendo da natureza do signo. Em uma relação indéxica os signos estabelecem uma relação espaço-temporal (contiguidade física) com seus objetos. Por último, em uma relação simbólica o signo se destaca do seu objeto através de uma regra ou convenção (Sidarta, 2007).

As linguagens são sistemas consistentes de relações icônicas, indéxicas e simbólicas entre os signos e os eventos. A comunicação evoluiu possivelmente a partir da apropriação das relações icônicas e indéxicas, para gradualmente formar as linguagens propriamente ditas, como sistemas de relações mediadas pela experiência dos interpretantes. As relações mediadas se baseiam nas relações icônicas e indéxicas, mas se tornam independentes, à medida que os interpretantes concordam com uma interpretação prioritária e perene que não decorre de similaridade ou co-ocorrência natural, mas de relações convencionadas pelo grupo que usa os eventos comunicativos de determinada maneira. Eventos que não guardam similaridade entre si podem sinalizar a mesma contingência, e, nesse contexto, são equivalentes, pertencem a uma mesma classe, a dos eventos que sinalizam uma dada contingência (Deacon, 1997).

Nas relações simbólicas há certa autonomia em relação à realidade física, os signos podem ocupar o lugar dos objetos de acordo com o contexto, na medida em que permitem operações com coisas ausentes (de Rose & Bortoloti, 2007).

O critério para identificar relações simbólicas pode ser semelhante ao fornecido pela teoria dos conjuntos para identificar relações de equivalência, caracterizando-se como simbólico um responder relacional emergente que apresenta as propriedades de reflexividade, simetria e transitividade. Em um modelo experimental de escolha condicional ao modelo (Sidman e Tailby, 1982), a propriedade de reflexividade é observada quando há a escolha do estímulo de comparação fisicamente idêntico ao estímulo-modelo apresentado (por exemplo, se A1 então A1; se B2 então B2; etc.). A simetria é caracterizada por uma reversibilidade de funções de modelo e de comparação (por exemplo, tendo aprendido que se A1 a escolha correta é B1, em um teste, dado B1 como modelo, o indivíduo escolhe A1). A transitividade é observada em respostas que demonstrem a emergência de uma relação entre estímulos que não foram diretamente relacionados anteriormente, mas que foram relacionados a, pelo menos, um estímulo em comum. Por exemplo, tendo aprendido que se A1 então B1, e se B1 então C1, em um teste, dado A1 como modelo o sujeito escolhe C1 (transitividade A-C, tendo B como elemento comum) e dado C1 como modelo o sujeito escolhe A1 (simetria da transitividade).

A significação envolve uma irreduzível relação composta por três elementos: um sinal, um objeto (representado pelo signo) e um interpretante. Com relação a esta tríade Peirce discorre, “...three things are concerned in the functioning of a Sign: the Sign itself, its Object, and its Interpretant.” (Peirce, 1994, pp. 3540). O signo (símbolo) é a face do signo imediatamente perceptível, o objeto faz parte da experiência ontogênica do indivíduo – coisa ou evento, e o interpretante (referência) é o signo mediador do pensamento, que permite relacionar o signo apresentado ao objeto que ele representa.

Em relação ao comportamento de alarme dos macacos poderemos ter o seguinte diagrama (figura 1):

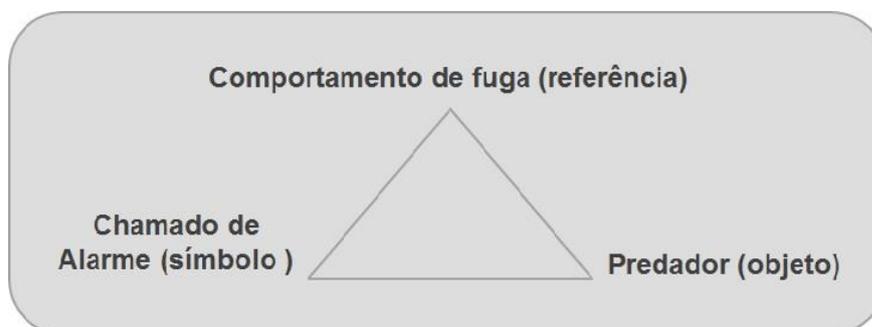


Figura 1. Diagrama da tríade de Peirce - sinal (símbolo), objeto e interpretante (referência).

Guardada a distância entre a situação experimental de escolha no caso do modelo de equivalência de Sidman , em comparação com a tríade de Peirce, que a propriedade de reflexividade é observada na escolha do estímulo correspondente ao contexto (por exemplo, se chamado de alarme então chamado de alarme; se chamado de contato então chamado de contato; etc.). A simetria pode ser observada pela substituição de funções entre símbolo e objeto (por exemplo, se chamado de alarme então predador). A transitividade pode ser observada em respostas que demonstrem a emergência de uma relação objeto-interpretante que não foram diretamente relacionados anteriormente, mas que foram relacionados a um estímulo (símbolo) comum (por exemplo, se predador então fuga, para transitividade e se fuga então predador, para simetria da transitividade).

### Objetivos

O estudo teve por objetivo descrever fenômenos simbólicos de comunicação animal, em macacos-prego (*Sapajus* sp.), no contexto de produção e resposta comportamental durante interações sociais. Para alcançar este objetivo registramos as vocalizações e comportamentos dos indivíduos em contexto de interação social;

descrevemos os padrões acústicos das vocalizações obtidas; descrevemos a correlação entre emissão sonora e interação social; comparamos os dados obtidos neste estudo com os da literatura sobre o uso de vocalizações na comunicação por macacos-prego que vivem em liberdade.

## Método

### Ambiente de estudo

O estudo foi realizado no Biotério da Escola Experimental de Primatas<sup>2</sup>. O biotério é formado por diversos recintos. Quatro recintos feitos em estrutura de tubos de ferro galvanizado, com tela de arame galvanizado (de 50 mm de vão) e chão de cimento, com medidas 2,5 x 2,5 x 2,5 m, distantes 2 metros, em média, entre si, parcialmente cobertos, possibilitando que os animais se protejam das chuvas habituais na região e disponham de incidência solar direta na parte descoberta dos recintos (Figura 2 à esquerda). Cada um desses recintos aloja de três a cinco indivíduos com diferentes faixas etárias. Além da estrutura fixa da gaiola, composta por câmaras de contenção, isolamento e cambiamiento, passarelas e abrigos de madeira.

As passarelas e caixas de madeira suspensas permitem aos animais, proteção nas interações agonísticas e descanso. Um bebedouro disponibiliza água *ad libitum*. Papel, galhos, folhas, objetos de plástico resistente, madeira e metal são disponibilizados esporadicamente para que os indivíduos possam exercer atividades manipulativas.

---

<sup>2</sup>Escola Experimental de Primatas – EEP, Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento – NTPC, Universidade Federal do Pará – UFPA, Programa de pesquisas vinculado ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia: Estudos sobre Comportamento, Cognição e Ensino – INCT–ECCE (2010-2016).

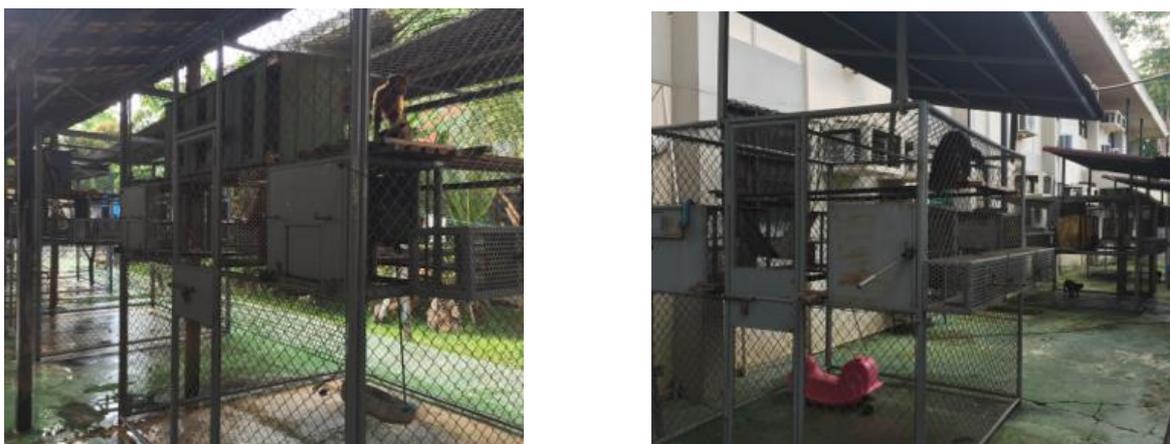


Figura 2. Gaiolas da EEP. À esquerda, recintos de 2,5 x 2,5 x 2,5 m em estrutura de tubos de ferro galvanizado, com tela de arame galvanizado de 50 mm de vão e chão de cimento, parcialmente cobertos. À direita, recintos de 2 x 2 x 2 m em estrutura de tubos de ferro galvanizado, com tela de arame galvanizado (de 50 mm de vão) e chão de cimento, parcialmente cobertos.

A alimentação é dividida em duas refeições. Durante a semana pela manhã uma pasta de banana com leite em pó e suplemento alimentar sob prescrição, e às 15 horas uma refeição de 250 a 300 gramas de itens picados (frutas, verduras, raízes, ovos, etc.) e ração extrusada para primatas (Nuvilab Primatas Neo Tropicais). Nos sábados e domingos a alimentação é fornecida somente pela manhã.

Três recintos menores, de 2 metros de aresta, seguem em linhas gerais a mesma estruturação que os quatro acima descritos, e abrigam até dois indivíduos (Figura 2 à direita).

No biotério há também dois viveiros recinto, ainda em fase de testes (Figura 3) de 45,09 m<sup>2</sup> cada, cercados com painéis de vidro temperado, liso, incolor, espessura de 10 mm, estruturado com perfis de alumínio. Piso cimentado, cor natural, com conjuntos de dilatação plásticos, com espaçamento de 1m.



Figura 3. Viveiro recinto (vista parcial). Composto por duas áreas, de 45,09 m<sup>2</sup> cada, cercadas com painéis de vidro temperado, liso, incolor, espessura de 10 mm, estruturado com perfis de alumínio. Piso cimentado, cor natural, com conjuntos de dilatação plásticos, com espaçamento de 1m.

### Sujeitos

Serão sujeitos deste estudo foram indivíduos cativos do gênero *Sapajus* sp. (Tabela 1). Esse gênero de primatas neotropicais foi descrito por Linnaeus em 1758, sendo, que na nova classificação, há distinção entre os gêneros *Sapajus* e *Cebus* (Guimarães, 2012). Os *Sapajus* são popularmente conhecidos como macacos-prego. Seu tamanho não ultrapassa 60 cm de comprimento fora a cauda, que é semi-prênsil; o corpo robusto, com ossos duros e musculatura forte pode pesar até 5 quilos (Fragaszy *et al.*, 2004). A Figura 4 mostra um indivíduo jovem.

Tabela 1. Dados dos indivíduos participantes da pesquisa. Todos pertencem ao gênero *Sapajus* sp.

Indivíduo	Recinto	Sexo	Ano de Nascimento	Posição hierárquica
Cotoh	G1	M	1997	Dominante
Jujuba	G1	M	2005	Agregado

Drácula	G1	M	1993	Agregado
Eusébio	G2	M	2004	Dominante
Abu	G2	M	2015	Agregado
Tadinho	G2	M	2011	Agregado
Raul	G4	M	1997	Dominante
Rissa	G4	F	2011	Agregada
Michael	G4	M	2011	Agregado
Louis	G4	M	1997	Agregado

---



Figura 4. Jovem macho do gênero *Sapajus*, em sua habitação, onde convive com outros indivíduos.

Na natureza, apresentam comportamento diurno, locomovem-se bastante em árvores, vivem principalmente no dossel e descendo ocasionalmente ao chão para forragem. A composição de grupos nas espécies *Sapajus libidinosus* e *Sapajus apella*, apresentam um macho alfa, que é o dominante do grupo e o mais solicitado pelas fêmeas para interações sexuais; outros machos, que são sempre subordinados e periféricos, mais jovens ou menores que o macho alfa; fêmeas e infantes ou filhotes. A hierarquia numa sociedade de primatas garante uma cooperação pacífico. Durante as interações e brincadeiras entre macacos infantes e macacos adultos que as habilidades motoras são

desenvolvidas, ao mesmo tempo em que se familiarizam com o uso de ferramentas para conseguirem alimento, forrageamento, proteção e cuidados individuais e do grupo (Fragaszy *et al.*, 2004; Verderane *et al.*, 2005).

A origem dos indivíduos do criatório da Escola Experimental de Primatas é incerta, pois proveem de entrega voluntária, apreensão ou captura de indivíduos, a maioria com evidências de terem sido criados por humanos. O animal adulto é caçado pela carne, e o filhote é comercializado como animal de estimação. Ao atingir a idade adulta o macaco-prego se torna perigoso e precisa ser preso em corrente ou gaiola, oportunidade em que são abandonados, entregues ao IBAMA, ou apreendidos por denúncia de cidadãos.

#### Registro das vocalizações, comportamentos, edição e análise de gráficos e sonogramas.

Para o registro das vocalizações e comportamentos emitidos durante as coletas de dados foram utilizados o gravador digital Marantz Professional PMD660, microfone ultradirecional Sennheiser Me-66/K6, caixa de som JBL GO (resposta de saída de 180 Hz a 20 kHz) e câmera Canon PowerShot SD960 IS. Todas as etapas de coleta foram gravadas e filmadas.

Digitalização e análise do material coletado foi feita na Escola Experimental de Primatas e no Laboratório de Ornitologia e Bioacústica da Universidade Federal do Pará. Na edição dos sons foi utilizado o programa *Sound Forge* (versão 11.0.299, desenvolvido por *Sony Creative Software*) e para produção e descrição de gráficos e sonogramas o programa *R-Project* (versão 3.3.2, pacotes *Circlize* – por Zuguang Gu, *TuneR* – por Uwe Ligges e colaboradores, *Seewave* – por Jerome Sueur e colaboradores e *Warble* – por Marcelo Araya-Salas & Grace Smith Vidaurre).

## Coleta de dados

### Registros comportamentais e interação social

Nesta etapa foram observados os comportamentos padrões de atividades e interações sociais dos macacos em períodos selecionados, desde o despertar até o adormecer. Os registros das atividades foram obtidos pelo método de amostragem de “varredura instantânea” ou *scan sample*, com varredura de 3 minutos e descanso de 5 minutos (Altmann, 1974; Martin & Bateson, 1993). Comportamentos relevantes que ocorreram fora do período amostral foram registrados *ad libitum* (Altmann, 1974). Foram realizadas quatro horas de observação durante quatro dias, em quatro períodos do dia: no início do dia, entre 5h30min e 6h30min, durante a manhã, entre 11h30min e 12h30min, durante a alimentação, entre 14h30min e 15h30min, e no fim do dia, entre 17h30min e 18h30min, totalizando 16 horas de registro vocal e comportamental.

Para a coleta de registros das interações sociais foi utilizado o método de “todas as ocorrências” (Altmann, 1974), sendo consideradas as interações entre os membros de uma mesma gaiola e com indivíduos da gaiola ao lado. A interação social registrada foi caracterizada pela comunicação de um par de indivíduos (Whitehead, 2008), desconsiderando-se a movimentação de outros indivíduos presentes nos recintos.

Segue nome e definição das categorias comportamentais observadas. Interações afiliativas: comportamentos que promovem o desenvolvimento e a manutenção dos laços sociais entre os membros do grupo (Stoesz, *et al.*, 2013); comportamentos agonísticos: aqueles que envolvem ameaças, investidas, perseguições, mordidas e golpes com as patas em situações de conflito em regime competitivo (Bernstein, 1976; Janson, 1985); comportamentos sexuais: os pré-copulatórios (demonstrações) e cópulas (Fragastly *et al.*, 2004; Lynch-Alfaro, 2005); comportamentos cooperativos: aqueles resultantes de ações individuais, com custos iniciais para o emissor, mas que resultam em benefício para ambas

as partes da interação (via seleção de parentesco ou reciprocidade) (Clutton-Brock, 2002; Davies *et al.*, 2012).

As definições de comportamentos do padrão de atividade e comportamentos sociais utilizados neste trabalho estão descritas nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

Tabela 2. Definições dos comportamentos do padrão de atividades adotadas neste trabalho, adaptado de Rose (2000).

<b>CATEGORIA</b>	<b>DEFINIÇÃO</b>
<b>ALIMENTAÇÃO</b>	Mastigar ou ingerir qualquer recurso alimentar.
<b>FORRAGEAMENTO</b>	Buscar e explorar visualmente e/ou com as mãos, capturar e/ou manipular qualquer item alimentar;
<b>DESLOCAMENTO</b>	Andar, correr, saltar, subir de forma quadrúpede ou bípede no solo e/ou nos distintos estratos da floresta;
<b>DESCANSO</b>	Inativo, ou não realizando qualquer atividade aparente, podendo estar sentado, deitado de lado, de costa ou de bruços;
<b>INTERAÇÃO SOCIAL</b>	Incluía um conjunto de comportamentos que envolvem comunicação de dois ou mais indivíduos, tais como as interações afiliativas, cooperativas, agonísticas e sexuais;

Tabela 3. Definições dos comportamentos sociais adotadas neste trabalho.

<b>CATEGORIA / SUBCATEGORIA</b>	<b>DEFINIÇÃO</b>
<b>AFILIATIVO / CATAÇÃO</b>	Inspeção manual e/ ou com a boca e análise atenta do pelo de qualquer região do corpo de outro indivíduo (Di Bitetti 1997; Strier 2011);
<b>BRINCADEIRA SOCIAL</b>	Lutas, mordidas, tapas, empurrões, perseguições e batidas com as mãos na cabeça e no corpo de outro indivíduo, quando realizadas em situações pacíficas (Fragaszy et al. 2004; Resende & Ottoni 2002);
<b>AGONÍSTICO / AMEAÇA</b>	Investida, em situações não pacíficas ou de regime competitivo, de um indivíduo contra o outro sem resultar em contato físico (e.g., mostrar os dentes e perseguição) (Bernstein 1976; Janson 1985);
<b>AGRESSÃO</b>	Investida, em situações não pacíficas ou de regime competitivo, de um indivíduo contra o outro resultando em contato físico (e.g., tapa e mordida) (Bernstein 1976; Janson 1985);
<b>COOPERATIVO / CUIDADO ALOPARENTAL</b>	Carregamento de jovens por outro indivíduo, exceto a mãe (Strier 2011);
<b>PARTILHA DE ALIMENTO</b>	Estender a mão ou tolerar a aquisição do alimento em consumo, ou parte deste alimento pelo indivíduo que se encontrava próximo a ele (Brosnan 2010; De Waal 2000);

TABELA 3 (CONT.)

CATEGORIA / SUBCATEGORIA	DEFINIÇÃO
SEXUAL /	
CÓPULA	Monta do macho sobre a fêmea seguida de movimentos pélvicos que duravam alguns segundos (Carosi & Visalberghi 2002);
DEMONSTRAÇÕES	Indivíduo coloca a mão na região do peito e move o corpo de um lado para o outro (balanço) “exibindo-se” para outro indivíduo. Geralmente é acompanhado dos comportamentos de elevar as sobrancelhas, “sorriso submisso” e vocalização rouca (Carosi & Visalberghi 2002; Fragszy et al. 2004).

#### Simulação de encontro com predador

Nesta segunda etapa registramos a produção de chamado de alarme em simulações experimentais de encontros com um predador – ave de rapina. Para a obtenção dos chamados de alarme por macaco-prego, foi desenvolvido e aplicado um protocolo, com base nos experimentos descritos por Vitale, Visalberghi & Lillo (1991) e Marques (2008), descrevendo encontro com possível predador (estímulos visuais e auditivos).

Primeiramente, foram utilizadas gravações em *Playback* de duas aves de rapina conhecidas como predadoras de pequenos mamíferos. Um canto do *Buteo magnirostris* e dois cantos do *Spizaetus Tyrannus*, usados um de cada vez em dias alternados. O teste foi realizado no quintal, área onde se encontram as gaiolas da EEP, com o objetivo de observar como se daria o comportamento do grupo em cada gaiola. Na sessão experimental, a fonte de reprodução do *Playback*, estava oculta para os sujeitos e o som

emitido do alto. Cada canto foi emitido quatro vezes, com intervalo médio de 30 segundos entre cada emissão. Assim foi possível observar e registrar os comportamentos, padrões de atividade e vocalização dos animais, que antecediam e se sucediam às apresentações do *Playback*.

Em um segundo momento mostramos a imagem de uma ave de rapina, impressa em papel sulfite, tamanho A4 (Figura 5). Na frente da gaiola era posicionado um papel em branco sem imagem, após 15 segundos, o papel era retirado revelando a imagem da ave, após 15 segundos essa imagem era trocada por outra de uma ave de mesma espécie, cada foto era repetida 2 vezes.



Figura 5. Aves de rapina. No alto o *Buteo magnirostris* e abaixo o *Spizaetus tyrannus*.

### Playback das vocalizações

Nessa etapa utilizamos o *Playback* das vocalizações dos macacos, adquiridas nas etapas anteriores. Na sessão experimental, a fonte de reprodução do *Playback*, estava oculta para os sujeitos e o som emitido do alto. Cada vocalização foi emitida quatro vezes, com intervalo médio de 30 segundos entre cada emissão. Os chamados de alimentação

foram apresentados entre 11h e 11h30min. – período anterior ao horário de alimentação. Já os chamados de alarme e agonístico foram apresentados entre 16h e 16h30min. O objetivo desta etapa foi observar o comportamento em resposta aos *Playbacks*.

## Resultados e Discussão

### Padrão de atividades diárias

Como pode ser observado na Figura 6, os macacos ocuparam, nos quatro turnos de observação, a maior parte do tempo (período de observação) em deslocamento, sendo o horário de início do dia o período de maior deslocamento e o fim do dia o de menor deslocamento. Como relação ao local de permanência na gaiola, não há diferença significativa entre solo e alto (Figura 7).

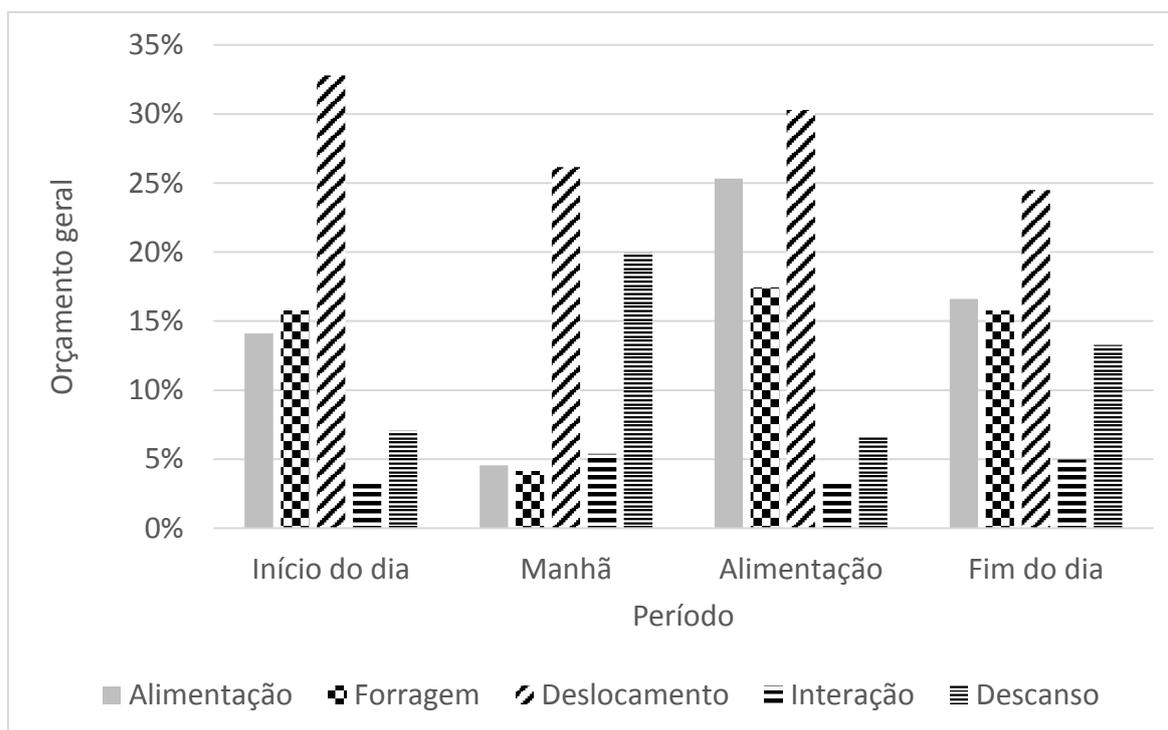


Figura 6. Orçamento geral das atividades de comportamento padrão realizado em quatro períodos do dia.

A segunda atividade mais realizada, na soma geral, é a alimentação (início da manhã 14,11%, manhã 4,56%, alimentação 25,31% e fim do dia 16,60%), seguida de

forrageamento (início da manhã 15,77%, manhã 4,15%, alimentação 17,43% e fim do dia 15,77%), descanso (início da manhã 7,05%, manhã 19,92%, alimentação 6,64% e fim do dia 13,28%) e interação (início da manhã 3,32%, manhã 5,39%, alimentação 3,32% e fim do dia 4,98%).

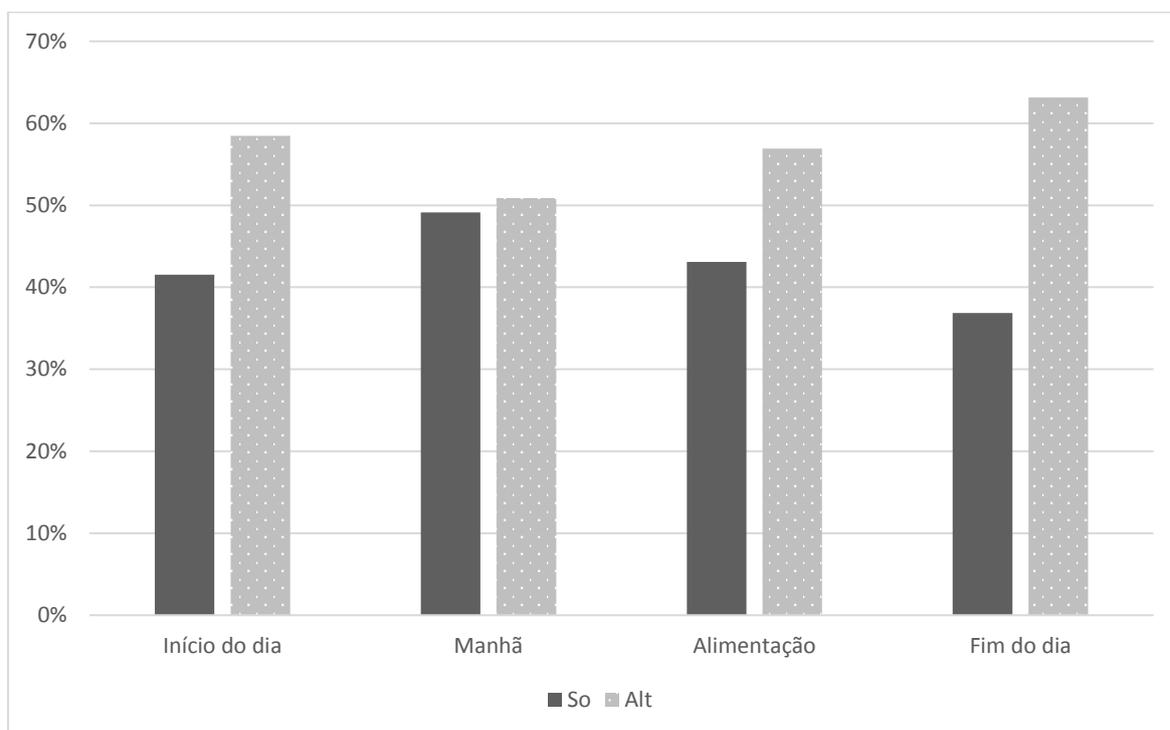


Figura 7. Local de realização das atividades dentro da gaiola ao longo do dia.

Comportamentos apresentados por animais em cativeiro comumente são diferentes daqueles em condições naturais (Pereira & Marques, 2010). Os macacos-prego apresentaram um padrão de atividade com alto gasto de tempo em deslocamento, porém reduzido em repouso, diferente do que apresentam as populações em habitats naturais conservados (Cutrim, 2013; Izar *et al.*, 2012; Verderane, 2010). Rímoli (2001) observou, em *Sapajus nigritus* da Mata Atlântica de Minas Gerais, que a atividade de maior ocorrência era o consumo de itens alimentares (37,99%).

O tempo excessivamente dedicado ao deslocamento pode ser um indicativo de estresse, relacionado aos seguintes fatores: estimulação devido à presença humana e espaço reduzido do recinto (Pereira & Oliveira, 2010). Análise dos níveis de cortisol nas fezes e

urina podem nos fornecer parâmetros de estresse destes animais. Estudo realizado com macacos-aranha no Zoológico de Chester na Inglaterra apresentou relação direta entre a presença de visitantes e níveis de cortisol urinário (Davis, Schaffner & Smith, 2005). Vaz & Carvalho (2010) também demonstraram que a presença de visitantes altera comportamentos padrões de macacos-prego.

O baixo tempo gasto em interações sociais pode ser reflexo de o grupo ser cativo formado por intervenção humana, diferente de grupos silvestres, formado a partir de relações de parentesco (Santos & Reis, 2009). Na EEP, nos horários em que o fluxo de humanos aumenta, comportamentos como curiosidade e vocalização, como chamados de alarme e agonísticos aparecem como forma de interação com humanos. Estudos como os acima citados, que possam demonstrar os impactos da relação entre humanos e os macacos cativos no comportamento destes animais ainda estão por serem executados no biotério da EEP.

Com relação à variação diurna das atividades, foi observado que os macacos-prego se deslocaram majoritariamente nas horas iniciais do dia, possivelmente minimizando a perda de água e os custos da termorregulação (Robinson 1984), assim como um nível significativo de forrageamento e alimentação, justificado por um longo período de jejum noturno (Stevenson *et al.* 1994).

No turno da manhã a ocorrência de forrageamento e alimentação caem em 10% e descanso sobe na mesma proporção, que podem estar relacionados ao fato de as gaiolas terem sido limpas, estando nesse período sem restos de alimentos ou fezes, resultando no aumento de interação social. Durante o período de alimentação a taxa de deslocamento continua alta e há aumento em alimentação, devido ao fornecimento de alimento, e forragem. Elevadas taxas de forrageamento pode ter relação com exploração de objetos

naturais e artificiais presentes na gaiola, executada por estes animais em busca de recursos (Silva *et al.*, 2015).

A ocorrência das interações aumentou novamente ao fim do dia. Este padrão parece indicar que os animais, após ficarem saciados e relaxados, tendem a se engajar em catações, e que essas interações podem estar servindo para reduzir a tensão e facilitar os comportamentos de coalisão do grupo (tal como sugerido por Di Bitetti 1997; Ferreira *et al.* 2008; Sussman & Garber 2005).

### Interação social

Das quatro categorias de interações sociais, afiliativas, agonísticas, cooperativas e sexuais, somente registramos a ocorrência de duas categorias, afiliativos e agonísticos (Tabela 4). Observamos as interações entre indivíduos da mesma gaiola e em interação com indivíduos da gaiola ao lado. Comportamentos afiliativos em todas as gaiolas ficaram entre 60% e 68,8%, representando a interação com maior ocorrência. A de medo configura a de menor ocorrência. Na Gaiola 1 – G1, 60% da interação foi afiliativo, do tipo catação e 40% agonístico, do tipo medo. Na Gaiola 2 – G2 e Gaiola 4 – G4 prevaleceram os comportamentos afiliativos, do tipo brincadeira social, 37,5% e 52,9% respectivamente. Em Gaiola 2 - G2, dos 25% representantes à comportamentos de ameaça, 50% ocorreu entre indivíduos de Gaiola 1- G1 e 50%, entre indivíduos de Gaiola 3 – G3.

Mesmo restritos a um ambiente com espaço reduzido para locomoção e sujeitos ao estresse do fluxo de pessoas e dos níveis de ruído do entorno urbano, os animais exibiram, uma taxa relativamente baixa de agonismo, e uma quantidade considerável de interações afiliativas. Não registramos comportamentos sexuais, o que se deve ao pequeno número de fêmeas, assim como de comportamentos cooperativos.

Tabela 4. Participação dos comportamentos entre indivíduos de uma mesma gaiola ou entre gaiolas durante todo o período observação<sup>3</sup>.

Comportamento		G1 (%)	G2 (%) <sup>3</sup>	G4 (%)
Afiliativo	Catação	60,0	31,3	11,8
	Brincadeira social	-	37,5	52,9
	<i>Total Afiliativo</i>	<i>60,0</i>	<i>68,8</i>	<i>64,7</i>
Agonístico	Ameaça	40,0	25,0	11,8
	Medo <sup>4</sup>	-	6,3	23,5
	<i>Total Agonístico</i>	<i>40,0</i>	<i>31,3</i>	<i>35,3</i>
<i>Total geral</i>		<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>

A ocorrência de comportamentos agonísticos observada, menor que a de comportamentos afiliativos, está de acordo com outros estudos de macacos-prego em vida livre, (Ferreira *et al.* 2008; Izar 2004), e em cativeiro (Prates & Bicca-Marques 2007). Adicionalmente, a proporção de comportamentos afiliativos foi condizente com o padrão verificado para os primatas do Novo Mundo (Sussman & Garber 2005). Não encontramos comportamentos cooperativos que possam indicar a alta tolerância e a cooperação entre os indivíduos, característica dos grupos sociais de primatas (Izawa 1980; Perry 1996; Sussman *et al.* 2005). Acreditamos que a ausência de comportamentos sexuais e cooperativos em nossos resultados reflete um viés da metodologia empregada, uma vez que, atualmente na EEP, contamos com uma baixa taxa infante e fêmea. Posteriormente à coleta dos dados foi relatada a ocorrência de brincadeira com movimentos de cópula entre

<sup>3</sup>Houve interação entre indivíduos pertencentes à G1 e G3, cujos comportamentos foram classificados como agonísticos de ameaça (50% para G1 e 50% para G3).

<sup>4</sup> Identificamos um tipo de comportamento fora dos citados por Rose (2000), o medo, que consiste ficar acuado quando se sente ameaçado.

o Raul e Rissa na Gaiola 4, no final da tarde, coincidindo com nossas observações de atividade afiliativa nesse período, como mostrado na Figura 9.

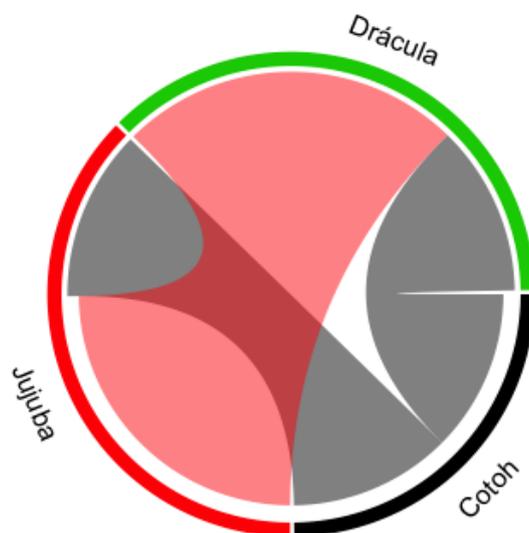


Figura 8. Dinâmica do comportamento de indivíduos pertencentes à G1.

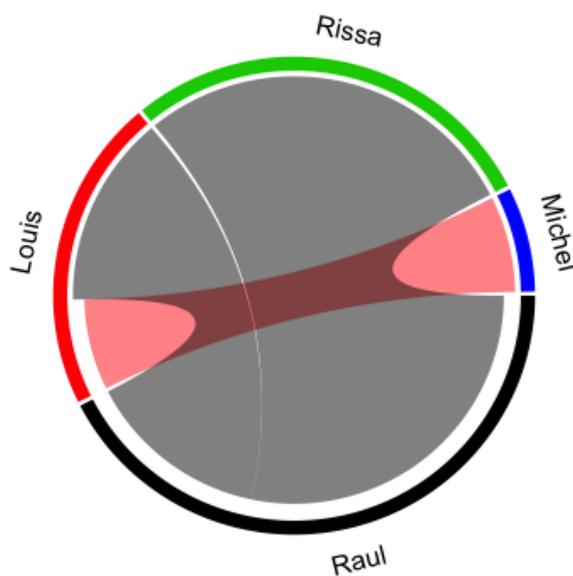


Figura 9. Dinâmica do comportamento de indivíduos pertencentes à G4.

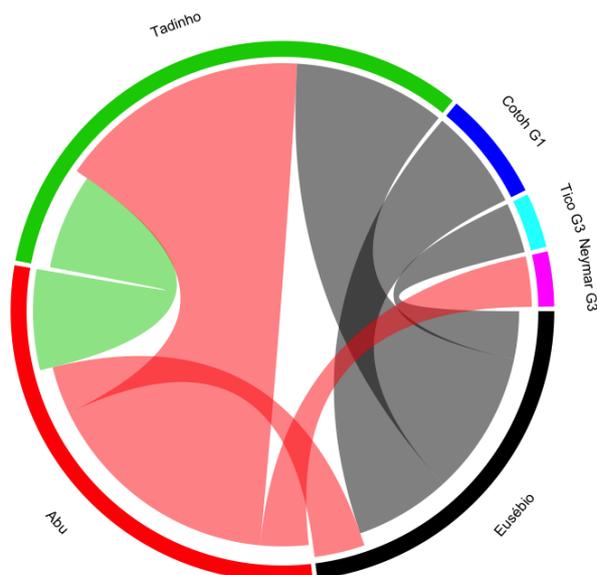


Figura 10. Dinâmica do comportamento de indivíduos pertencentes à G2.

As figuras de dinâmica comportamental, da Figura 8 à Figura 14, representam num espaço circular, na borda do círculo, em cores, cada indivíduo. A ocorrência relativa de interação é representada pela extensão da borda. A cor em transparência no interior do círculo designa de quem partiu a interação.

Os indivíduos da G2, não restringiram seu comportamento aos integrantes de sua gaiola. Interagiram, também, com integrantes das gaiolas G1 e G3. Eusébio, Abu e Tadinho foram os que tiveram participação ativa nas interações sociais.

A Figura 8 apresenta a dinâmica de comportamentos dos indivíduos pertencentes à Gaiola 1 – G1. Pode-se ver que a interação partiu sempre do Jujuba e do Cotoh. Drácula foi sempre passivo nas relações sociais de sua gaiola. Jujuba e Drácula são os apresentam maior interação.

Na Figura 9, que apresenta a dinâmica da Gaiola 4 – G4, Raul possui o maior número de interações com a Rissa. Raul e Louis foram os participantes ativos nas relações de interação social. Michael e Rissa atuaram passivamente.

Na Figura 10, Gaiola 2 – G2, o maior número de interações aconteceu entre Abu e Tadinho, ainda é possível observar a interação de indivíduos da G2 (Abu e Eusébio) com indivíduos da G3 (Tico e Neymar) e G1 (Cotoh).

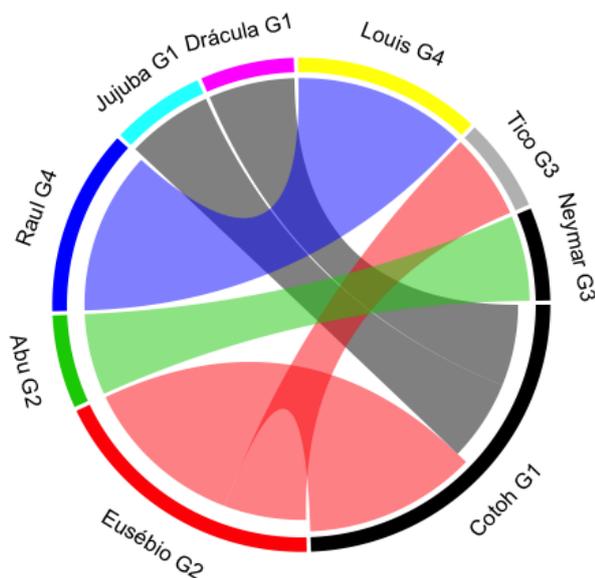


Figura 11. Dinâmica dos comportamentos agonísticos do tipo ameaça.

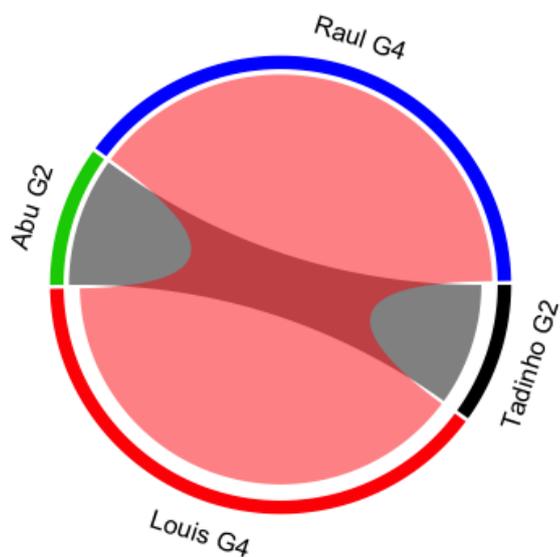


Figura 12. Dinâmica dos comportamentos agonísticos do tipo medo.

Na Figura 11 pode-se observar que Eusébio só ameaça indivíduos de outras gaiolas, e o mesmo acontece com o Abu; ambos mostram os dentes e se balançam na grade. As ameaças partiram sempre do Cotoh, Eusébio, Abu e Raul.

Na Figura 12 é possível observar, também, que há agonismo entre Raul e Louis. O segundo sente-se ameaçado e apresenta dois comportamentos. Fica acuado, encolhendo-se em um canto e vocalizando, e evita ficar próximo de Raul. Nesta relação Louis e Tadinho sentiram-se ameaçados por Raul e Abu respectivamente.

Conforme o esperado perante uma abordagem de decisões econômicas com base nos custos e benefícios comportamentais, as ameaças foram muito mais frequentes do que as agressões, visto que as primeiras funcionam como uma forma econômica de solucionar um conflito, evitando os custos de ferimentos, ou até a morte que o contato direto pode causar (Davies et al., 2012; Manning & Dawkins, 2012; Strier, 2011). Em concordância com a literatura, o macho adulto do grupo foi o agressor mais frequente e receptor menos frequente de agonismos (Janson, 1985; Vogel, 2005; Whitehead, 2008).

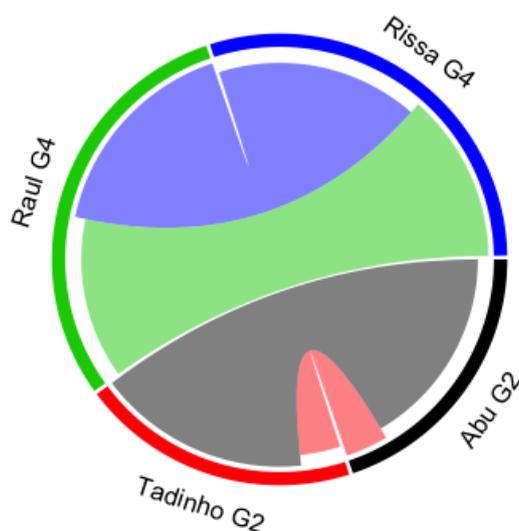


Figura 13. Dinâmica dos comportamentos afiliativos do tipo brincadeira social.

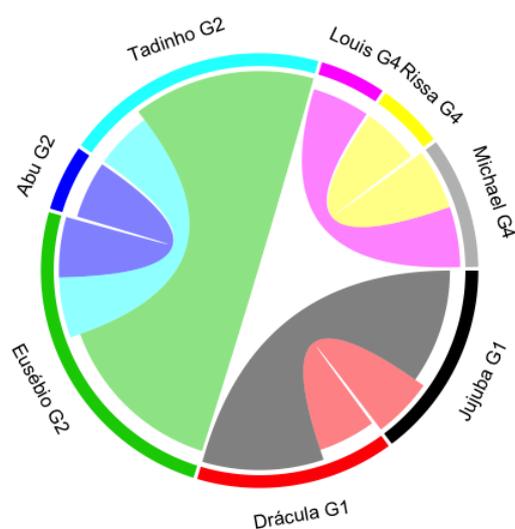


Figura 14. Dinâmica dos comportamentos afiliativos do tipo catação.

Nas Gaiolas G2 e G4 o número maior de afiliações observadas correspondeu às brincadeiras sociais (Figura 13), e tal como o esperado para este tipo de comportamento (Izawa 1980; Resende & Ottoni 2002), as díades aconteceram entre jovens-adultos e entre jovens e adultos. A maior proporção de brincadeiras pode ser explicada pela composição do grupo nas duas gaiolas constituírem-se de jovens e jovens-adultos, que produz um ambiente social propício para o aparecimento dessas atividades fundamentais para o aperfeiçoamento de respostas adaptativas futuras para o meio físico e social desses indivíduos (Resende & Ottoni, 2002; Strier, 2011). Essa hipótese pode ser confirmada quando observamos a dinâmica comportamental da G1, composta basicamente por adultos, na qual não houve brincadeiras sociais.

Houve catação em todas as gaiolas (Figura 14). Não foi possível confirmar diferenças sexuais na ocorrência de catações como sugerido por Fragaszy *et al.* (2004), entretanto Rissa interagiu com pelo menos metade dos indivíduos de sua gaiola. Além disso, o macho dominante não foi o receptor frequente de catações. Segundo Leca *et al.* (2002) e O'Brien (1992), o direcionamento das catações também poderia funcionar como

uma forma de apaziguamento e coesão do grupo, o que não pôde ser inferido ou contrariado com base nos nossos dados.

### Vocalização durante a alimentação

Durante descrição das gravações obtidas no contexto de alimentação, conseguimos identificar, pelo menos, 3 (três) tipos de vocalizações distintas, apresentadas na Figura 15. Onde a 15A aparenta ser uma vocalização agonística emitida durante a entrega de alimentos.

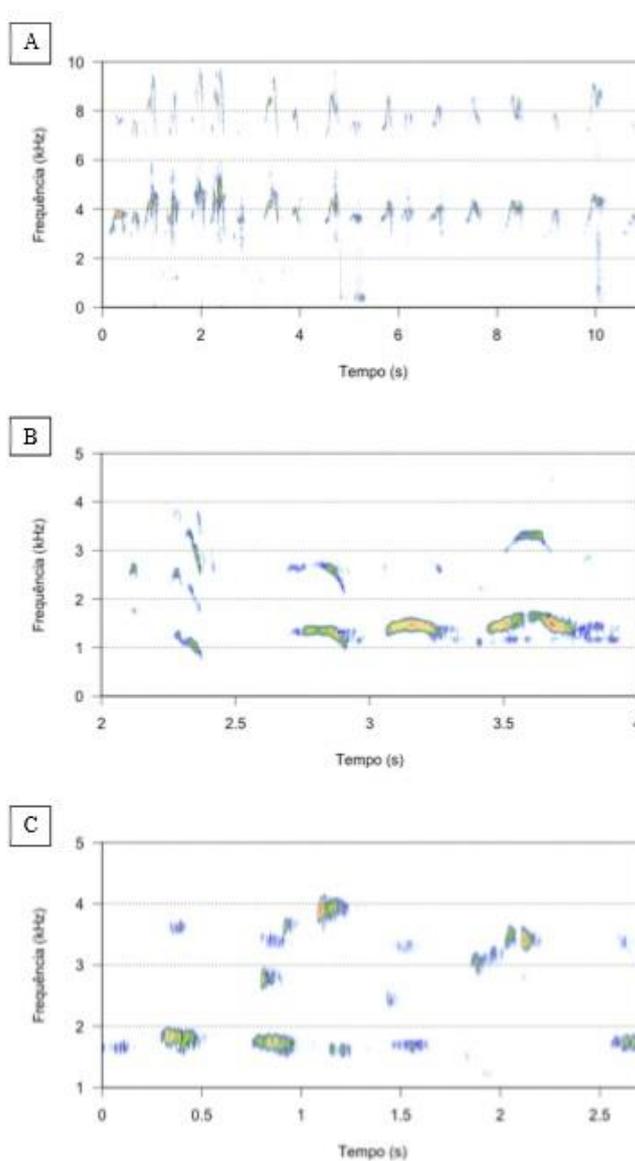


Figura 15. Sonogramas das vocalizações durante período de alimentação.

A duração da vocalização 15A é variável e modular, apresentando frequência fundamental entre 2,0 e 8,0 kHz. A vocalização representada pela figura 15B, apresenta frequência fundamental entre 1,2 e 7,9 kHz, frequência mínima entre 0,9 e 1,2 kHz e máxima entre 2,2 e 3,2 kHz. A figura 15C apresenta consideravelmente notas com duração variável, frequência média de 2,7 kHz, frequência mínima entre 0,9 e 1,5 kHz e máxima entre 1,8 e 3,8 kHz.

No horário destinado a alimentação dos indivíduos, foi possível identificar uma variação comportamental de acordo com o estágio de alimentação. Inicialmente, enquanto o tratador distribuía as bandejas de comida, eles se comportam de forma bem agitada, se locomovendo muito, se balançando na grade da gaiola e vocalizando bastante (Figura 15) à espera de comida (Gros-Louis, 2006).

A alimentação, propriamente dita, iniciava com alguns indivíduos restritos à câmara de isolamento para evitar atrito entre o dominante e agregado, tendo em vista, que os dominantes possuem acesso irrestrito às bandejas de alimentos, enquanto os demais, preferencialmente devem consumir o que está em suas bandejas ou consumir os alimentos que caem ao chão. Após algum tempo de alimentação todos eram liberados e, apesar de possuírem bandejas individualizadas, os indivíduos forrageiam nas outras bandejas, e no chão, em busca de itens alimentares de suas preferências, que frequentemente eram frutas. Durante todo esse tempo de alimentação eram emitidas as vocalizações como as dos sonogramas mostrados nas Figuras 15B e 15C, que pode estar relacionado a quantidade (Caine *et al.*, 1995; Brosnan & de Wall, 2003) ou qualidade do alimento (Elowson *et al.*, 1991). Os formatos das vocalizações 15B e 15C, emitidas pelos macacos-prego participantes de nossos estudos, parecem ser similares com os da literatura (Di Bittetti, 2003; Gros-Louis, 2006; Marques, 2008).

### Vocalização de alarme

Chamado de alarme tem sido consistentemente pesquisado na primatologia, com seu início nos estudos de Seyfarth, Cheney e Marler (1980a e 1980b), com *Cercopithecus aethiops*, onde foi possível constatar diferenças nas emissões vocais provocadas por predadores de natureza diferentes (serpentes, felinos, águias), sendo replicado, entre outros, nos estudos de Digweed, Fedingan & Rendall, 2005 e Fitchel, Perry & Grouis-Louis, 2005, no qual se tentava identificar possíveis diferenças nas emissões de alarme de acordo com o tipo de predador.

Em situação planejada para produção de chamados de alarme não houve vocalizações, quando apresentamos o som do predador em Playback e nem quando apresentamos a imagem do gavião. Entretanto, todos os animais testados, demonstraram algum comportamento característico desta contingência, como grande inquietação, caracterizada por movimentos rápidos cada vez que o canto era repetido. Assim como estado de vigilância, com o olhar fixado na parte superior da gaiola, como se estivessem tentando contato visual com o predador, ou identificar de onde origina-se o som.

Nossos resultados, com os chamados de alarme emitidos no experimento com Playback de *Buteo magnirostris* e, mostraram-se de acordo com os resultados relatados por Digweed *et al.* (2005) e Fitchel *et al.* (2005), ambos com *Cebus capucinus*, e Marques (2008) com *Sapajus* cativos. Todos os estudos relatam que a postura dos indivíduos ao ouvir o canto do predador é olhar atentamente para cima, tentando identificar a localização do predador, o mesmo aconteceu em nossos experimentos.

Quando apresentamos a imagem (fotografia) do predador, não houve vocalização, somente um comportamento de curiosidade, olhando fixo para a fotografia, e esporadicamente um comportamento hostil, quando mostravam os dentes em direção à imagem. O mesmo ocorreu quando apresentamos o Playback da vocalização de um

chamado de alarme (Figura 15), os macacos ficavam atentos ao som, procuravam o ponto de origem, mas não emitiam vocalização. Porém, é necessário um estudo mais aprofundado como nas pesquisas de Le e colaboradores (2013, 2014), nas quais, em estudos com macaco-japonês (*Macaca fuscata*), mostraram evidências crescentes os primatas são capazes de rapidamente discriminar visualmente entre cobras e estímulos inócuos (Le *et al.*, 2013). Além de indicar que a área pulvinar dos macacos é altamente sensível às imagens de serpente, sugeriram que os primatas são também capazes de discriminar o nível de ameaça representado pelas cobras, respondendo intensamente a um modelo de cobra preparado para atacar do que a serpente em modelos posturas sinusoidais (Le *et al.*, 2014). Estes achados podem indicar que as cobras tiveram um papel importante na evolução dos sistemas visuais dos primatas.

Nossa pesquisa limitou-se apenas apresentar o estímulo visual e auditivo de apenas um tipo de predador, deixando uma lacuna para mais pesquisas futuras. Outras pesquisas foram realizadas com demais modelos de predadores de primatas, Vitale *et al.* (1990) desenvolveu uma pesquisa com um modelo de serpente, usando indivíduos das espécies *Cebus apella* e *Macaca fascicularis*, em seus resultados, as vocalizações de alarme foram presentes nas duas espécies e Zuberbuhler *et al.* (2008) utilizou modelos de águia e leopardos, que são predadores naturais de *Cercopithecus nictitans martini*.

Em situações naturais, identificamos 1 (um) tipo de alarme. A vocalização (Figura 16) acontecia quando um dos indivíduos, que vive no recinto de melhor visualização do céu e do espaço fora da EPP, avistava algum tipo de predador, que poderia ser uma ave de rapina, pessoas ou animais. Quando ouviam o som, os indivíduos de outras gaiolas, corriam em direção daquele que vocalizou, mantinham o olhar fixado em direção ao ponto de origem do som, como se quisessem identificar o que estava acontecendo.

A vocalização de alarme, representado pelo sonograma da Figura 16, apresenta três notas, com frequência média de 3,3 kHz, frequência mínima entre 0,1 e 1,2 kHz e máxima entre 8,2 e 8,9 kHz.

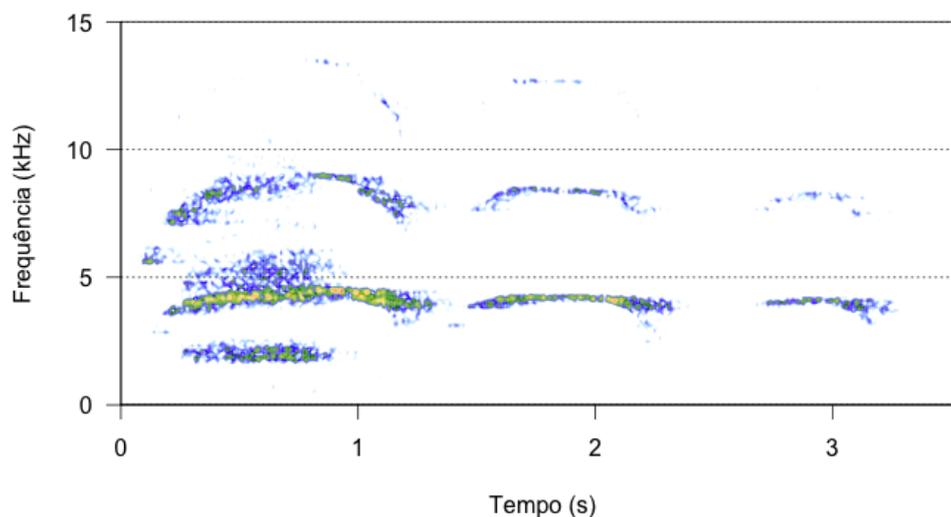


Figura 16. Sonograma da vocalização de chamado de alarme.

### Vocalização agonística

No decorrer de nossa pesquisa, os chamados registrados em situações de agonismo, estão de acordo com os resultados expostos por Blestra *et al.* (2003) e Marques (2008), com espécie do gênero *Sapajus*. Quando analisamos as vocalizações (Figura 17) foi possível observar que os chamados seguem alguns padrões e que as diferenças consistiam apenas em mudanças na representação gráfica da nota e intensidade de emissão.

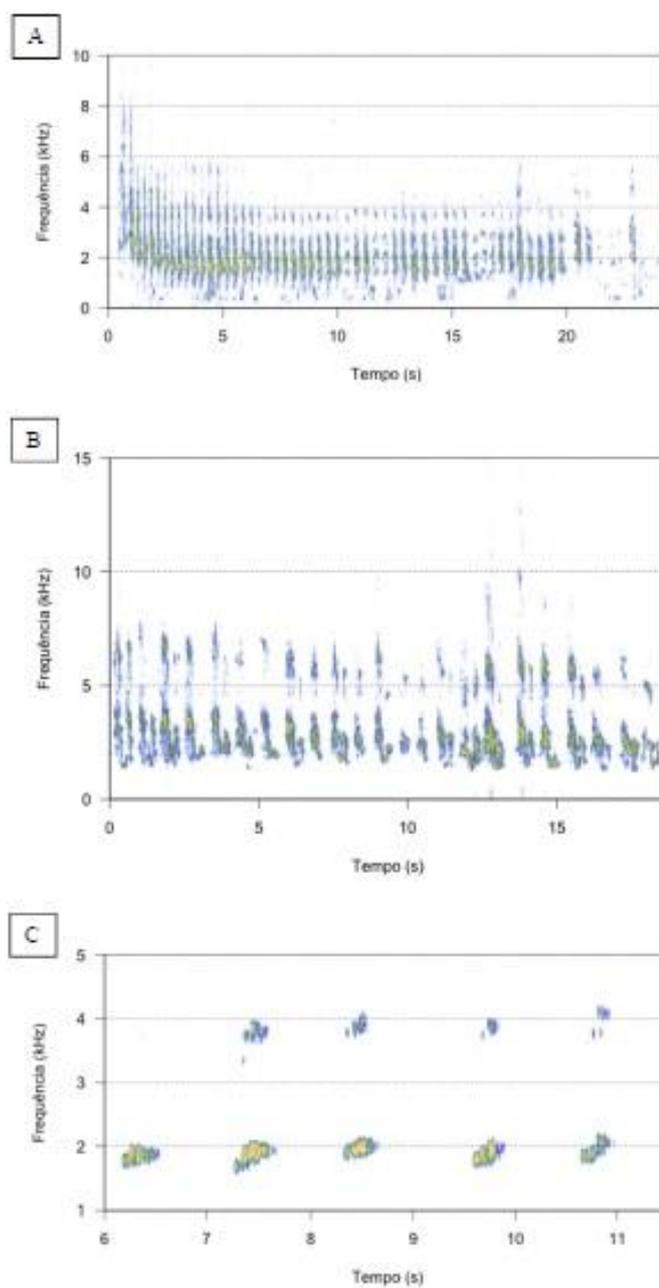


Figura 17. Sonogramas das vocalizações agonísticas.

O sonograma, representado pela Figura 17A, apresenta frequência média de 4,4 kHz, frequência fundamental entre 1,1 e 5,5 kHz, frequência mínima entre 1,0 e 4,5 e máxima entre 1,1 e 7,3. O sonograma 17B apresenta frequência média de 4,1 kHz, frequência fundamental entre 0,6 e 6,4 kHz, frequência mínima entre 0,9 e 3,9 kHz e

máxima entre 1,8 e 7,8 kHz. O sonograma 17C apresenta frequência média de 3,1 kHz, frequência fundamental entre 0,7 e 2,8 kHz, frequência mínima entre 0,9 e 1,8 kHz e máxima entre 1,7 e 2,6 kHz.

Em nossos registros encontramos 3 (três) vocalizações que apresentam relação com interações sociais agonísticas. A primeira (Figura 17A) foi emitida sempre em presença de pesquisadores (alunos, tratador ou professores) ou de outras pessoas (visitantes) que representavam alguma forma de “ameaça” aos indivíduos.

Outra vocalização identificada em contextos hostis, sempre foi emitida por indivíduos hostilizados e nunca os agressores, o que caracterizaria outra modalidade de chamados, denominados na literatura como “*distress calls*”. Para Leca *et al.* (2002), essa resposta unidirecional é esperada em conflitos onde não ocorre contato físico, como é o caso dos observados durante os nossos registros.

Nas situações de hostilidade, que muitas vezes ocorria no período de alimentação ou início da manhã (período de maior forrageio), sempre que ameaçados, agredidos, suplantados ou submetidos a qualquer situação agressiva, os indivíduos hostilizados emitiam vocalizações semelhantes aos da Figura 17B, diminuindo quando a situação de ameaça aparentemente terminava, entretanto, o indivíduo que emitia vocalização continuava em posição de submissão, deitado com a cauda enrolada no corpo e mãos sobre o abdômen. Neste momento eles passam a emitir outra vocalização apresentado na Figura 17C, que perduram por algum tempo, sua atenção continua fixa mesmo que o indivíduo agressor já esteja realizando outras atividades. Caso este olhe ou se aproxime, aquele volta a vocalizar.

#### Ausência de vocalizações

Alguns comportamentos, principalmente os de interação do social frequentemente observáveis no grupo de macacos-prego da EEP, como brincadeiras e catação não

apresentaram emissões vocais, em concordância com os achados de Marques (2008). Durante o ato de brincar, os animais correm atrás um dos outros, simularam mordidas, empurram uns aos outros, mas em nenhum de nossos registros emitiram sinais vocais. Na catação também foi evidente a ausência de vocalizações.

Quando apresentamos o *Playback* da vocalização de um chamado de alarme, alimentação e agonístico, os macacos ficaram atentos ao som, procuraram o ponto de origem, mas não emitiram vocalização.

### Contribuições evolutivas

A adaptação hominídea, nos últimos milhares de anos, não ocorreu ao acaso. Os primeiros símbolos expressados por nossos antepassados surgiram a partir da dicotomia sócio-ecologia, e talvez antes mesmo da fala. Todo esse processo exigiu uma organização social complexa que pudesse dar significado a gestos, objetos e sons, intrínsecos à interações sociais. Nossos antepassados, ao descobrirem uma nova forma de forrageio criaram novos gestos, ferramentas e técnicas que foram indexadas à categoria de forrageio. Involuntariamente ocasionaram uma seleção natural para que a evolução social pudesse remodelar o cérebro. Assim, o uso de comunicação simbólica, como uma ferramenta de organização social, indica um dos mecanismos de um grande processo co-evolutivo pelo qual nossa espécie passou. Milhares de anos de seleção em um nincho socio-ecológico em contante mudança, sustentado por descobertas comunicacionais e cognitivas sem precedentes (Deacon, 1997).

Nas relações sociais entre grupos de macacos-prego o uso de sinais comunicativos servem para indicar a presença de dominância entre os indivíduos e grupos de indivíduos, conseguir alimentos e acasalamento. Durante a coleta de dados foi possível observar uma assimetria nas interações agonísticas entre os indivíduos de uma mesma gaiola. Indicação

de que a posição hierárquica é mais importante do que idade e o sexo na distribuição especial dos indivíduos do grupo. É fácil observar que integrantes de uma mesma gaiola evitam a posição central do grupo durante alimentação devido a agressões que recebem do dominantes em concordância com os achados de Janson (1985). Outro comportamento identificado é que macacos constantemente ameaçados pelo dominante dificilmente ficam no mesmo lugar (alto ou chão) e ao mesmo tempo que o dominante.

Segundo Deacon (1997), a transição para a cultura simbólica que hoje conhecemos provavelmente começou com inúmeros testes evolutivos e erros, antes que alguma relação simbólica fosse alcançada. Experimentos de formação de símbolos de macacos fornecem uma indicação do que esses requerimentos podem ser. A comunicação evoluiu possivelmente a partir da apropriação das relações icônicas e indécicas, para gradualmente formar as linguagens propriamente ditas, como sistemas de relações mediadas pela experiência dos interpretantes. Como os chimpanzés, os primeiros homínídeos foram forçados, pelas contingências do ambiente, a aprender um conjunto de associações entre signos e objetos, repeti-los diversas vezes e, eventualmente, desaprender a associação concreta em favor de uma mais abstrata. Este processo teve de ser mantido até que o sistema completo de relações combinatórias entre os símbolos foi a maioria dos sinais comunicativos produzidos por animais, sendo eles vocais ou não, estão associados a sistemas sensório motores. Nos vertebrados, estes sinais são canalizados para um caminho comum final que consiste em estruturas no cérebro e tronco encefálico. Situados no topo da medula espinhal, o mesencéfalo e o tronco encefálico são o locus para os sistemas de entrada-saída da cabeça e, portanto, não é surpreendente que eles devem desempenhar funções comunicativas cruciais, indispensáveis aos membros de um grupo social, a fim de ajudar a mediar comportamentos coletivos. A vocalização está associada com os sistemas do mesencéfalo, pois envolve a interação dos tratos oral e respiratório (Deacon, 1997).

Organizar a vocalização requer a ativação coordenada de neurônios motores que controlam os músculos para respirar, a tensão da laringe e os movimentos dos músculos bucais e faciais. Os programas motores para a maioria das vocalizações de mamíferos, entre eles os macacos-prego, são altamente inatos e relativamente invariantes desde o nascimento, ligados a estruturas cerebrais responsáveis pela experiência emocional, motivação e processos atencionais. Assim, o comportamento vocal dos macacos-prego parece estar ligada às contingências do ambiente em que estão inseridos.

#### Considerações Finais

A comunicação em primatas é composta de um diversificado leque de sinais comunicativos, em decorrência da grande diversidade de sistemas sociais e à variabilidade de fatores ecológicos em que estão inseridos. O sistema social dos primatas é caracterizado por todo o seu comportamento de acasalamento e pela organização e estrutura social. As alterações aqui observadas no padrão de atividades diárias e na ocorrência e direcionamento dos comportamentos sociais dos macacos-prego, podem ilustrar a flexibilidade comportamental desses animais como um mecanismo de ajuste em resposta às novidades do ambiente em que estão vivendo.

Como esperado, os comportamentos apresentados pelos animais, em cativeiro, foram diferentes daqueles em condições naturais. Os macacos exibiram um padrão de atividades com altas taxas de deslocamento, forrageamento e alimentação, simultâneas às baixas de descanso. Altas taxas de deslocamento indicam níveis de estresse elevados, possivelmente devido ao reduzido espaço no recinto e à frequente interação com os humanos.

Mesmo restritos a um ambiente com espaço reduzido para locomoção, sujeitos a estresse, dos níveis de ruído do entorno urbano, os animais exibiram, uma taxa relativamente baixa de agonismo, e uma quantidade considerável de interações afiliativas. Porém, no geral, houve um baixo gasto em interações sociais, possivelmente ocasionado pelo fato de estas interações serem formadas por intervenção humana e não de parentesco. Não registramos comportamentos sexuais, o que se deve ao pequeno número de fêmeas, assim como de comportamentos cooperativos.

Nossos dados confirmaram que os macacos-prego, possuem não apenas um repertório vocal diversificado, mas também complexo, com chamados diferentes relacionados a comportamentos particulares. Nesse estudo, observamos que em muitos casos, essa espécie é capaz de produzir diferentes vocalizações para determinados eventos. O repertório vocal, aqui identificado, é composto por chamados de alarme, alimentação e agonismo, e pode ser considerado de extrema utilidade para a espécie, pois facilita a comunicação entre os indivíduos do grupo. Apesar de ainda insuficientes, os dados obtidos sobre o padrão vocal de macacos-prego, só vem ressaltar a complexidade da comunicação nessa espécie.

Ainda assim, pode-se entender, a partir do comportamento vocal e não vocal dos macacos-prego, que a capacidade de usar referência simbólica de forma limitada demonstra que um cérebro humano moderno não é uma pré-condição assinalável para a comunicação simbólica. O principal entendimento é que a evolução da linguagem não ocorreu dentro nem fora dos cérebros, mas na interface onde os processos evolutivos nas relações sociais afetaram os processos biológicos evolutivos.

Por fim, os nossos resultados vêm a contribuir com informações acerca da capacidade de adaptação e de ajuste que estes animais parecem exibir frente às contingências do ambiente. Evidentemente, a situação de cativeiro produziu algumas

consequências que tornam os dados obtidos diferentes daqueles obtidos em situação natural. Serão necessárias mais pesquisas visando entender melhor a interação social e a comunicação vocal dessa espécie. Além de estudos mais aprofundados sobre níveis de estresse em animais em situação de cativeiro.

### Referências

- Alexander, R. D. (1974). The evolution of social behavior. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 5, 325-383.
- Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49, 227-267.
- Balestra, R., Bastos, R., Mendes, F. D. C. (2003). Principais padrões acústicos e contextos associados em macacos-prego do cerrado (*Cebus libidinosus*). *Estudos*, 30, 1243-1262.
- Bariani, M. D. (2007). Análise quantitativa do comportamento de macacos-prego (*Cebus apella*) em cativeiro. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*. 23-28 de setembro de 2007, Caxambu, MG.
- Bernstein, I. S. (1976). Dominance, aggression and reproduction in primates societies. In C. J. Campbell., A. Fuentes., K. C. Mackinnon., M. Panger., S. K. Bearder (Eds.). *Primates in perspective* (pp. 599-608). New York: Oxford University Press.
- Boinski, S. & Campbell, A. F. (1996). The Huh vocalization of white-faced capuchins: a spacing call disguises as food call? *Ethology*, 102, 826-840.
- Brosnan, S. F. (2010). What do capuchin monkeys tell us about cooperation? In D. R. Forsyth & C. L. Hoyt (Eds.). *For the greater good of all: Perspectives on Individualism, Society & Leadership* (pp. 11-28). Jepson Series on Leadership Studies. NY: Palgrave MacMillan.
- Caine, N. G., Addington, R. L. & Windfelder, T. L. (1995). Factors affecting the rates of food calls given by red-bellied tamarins. *Animal behaviour*, 50, 53-60.
- Carosi, M., & Visalberghi, E. (2002). Analysis of tufted capuchin (*Cebus apella*) courtship and sexual behavior repertoire: changes throughout the female cycle and female interindividual differences. *American Journal of Physical Anthropology*, 118, 11-24.

- Clarke, E., Reichard, U. H., & Zuberbühler, K. (2006). The Syntax and Meaning of Wild Gibbon Songs. *PLoS ONE*, 1(1): e73. doi:10.1371/journal.pone.0000073
- Clarke, E., Reichar, U. & Zuberbühler, K. (2006). The syntax and meaning of wild gibbon songs. *PLoS*, 1, 73.
- Clutton-Brock, T. (2002). Breeding together: kin selection and mutualism in cooperative vertebrates. *Science*, 296, 69-72.
- Cheney, D. L. & Seyfarth, R. M. (1990). *How monkeys see the world*. Chicago: University of Chicago Press.
- Cutrim, F. H. R. (2013) Padrão comportamental e uso de ferramenta em macacos-prego (*Sapajus libininosus*) residentes em manguezal. (Tese de doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Darwin, C. (1965). *The expression of the emotions in man and the animais*. Chicago: University of Chicago Press.
- Davies, N. B., Krebs, J. R., West, S. A. (2012). *An Introduction to behavioural ecology*. Wiley-Blackwell.
- Davis, N.; Schffner, C. M. & Smith, T. E. (2005). Evidence that zoo visitors HPA activity in spider mokeys (*Ateles geoffroyii rufiventris*), 9: 131-141.
- Dawkins, R. (1989). *The selfish gene*. 3ª Edição. Oxford: Oxford University Press.
- De Waal, F. B. M. (2000). Attitudinal reciprocity in food sharing among brown capuchin monkeys. *Animal Behaviour*, 60, 253-261.
- De Oliveira, L. W.; Vieira, A. G. & de Oliveira, M. W. M. (2014). Análise comportamental dos macacos-prego (*Sapajus nigritus*) livres no Parque Ecológico da Criança de Presidente Prudente – SP. X *Fórum Ambietal da Alta Paulista*, v.10, n.3, 166-177.

- De Rose, J. C., & Bortoloti R. (2007). A equivalência de estímulos como modelo designificado. *Acta Comportamentalia*, 15, 83-102.
- Deacon, T. W. (1997). *The symbolic species: The co-evolution of language and the brain*. New York: Norton.
- Di Bitetti, M. S. (1997). Evidence for an important social role of allogrooming in a platyrrhine primate. *Animal Behaviour*, 54, 199-211.
- Dunbar, R. I. M. (1998). *Grooming, gossip and the evolution of language*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Ferreira, R. G., Lee, P. C., Izar, P. (2008). Food competition in a semi-free-ranging *Cebus apella* group. *Folia Primatologica*, 79, 463-475.
- Fischer, J. & Hammerschmidt, K. (2001). Functional referents and acoustic similarity revisited: the case of barbary macaque alarm calls. *Animal Cognition*, 4, 29-35.
- Fischer, J., Hammerschmidt, K., Cheney, D. & Seyfarth, R. M. (2001). Acoustic features of female chacma baboon barks. *Ethology*, 107, 33-54.
- Fitchel, C. (2004). Reciprocal recognition of Sifaka (*Propithecus verreauxi verreauxi*) and redfronted lemur (*Eulemur fulvus rufus*). *Animal cognition*, 7, 45-52.
- Fitchel, C., Perry, S. & Gros-Louis, J. (2005). Alarm calls of white-faced capuchin monkeys: an acoustic analysis. *Animal Behaviour*, 70, 165-176.
- Galvão, O. F., Barros, R. S., Goulart, P. R. K., Mendonça, M. B., & Rocha, A. C. (2002). Escola Experimental de Primatas. *Estudos de Psicologia*, 7, 361-370.
- Garber, P. A., Gomes, D. F., & Bicca-Marques, J. C. (2012). Experimental field study of problemsolving using tools in free-ranging capuchins (*Sapajus nigritus*, formerly *Cebus nigritus*). *American Journal of Primatology*, 74, 344-358.

- Gosling, L. M., Atkinson, N. M., Collins, S. A., Roberts, R. J. & Walters, R. L. (1996). Avoidance of scent-marked areas depends on the intruder's body size. *Behaviour*, 133, 491-502.
- Gray, E. M., & Tall, D. O. (1994) Duality, ambiguity, and flexibility: A "proceptual" view of simple arithmetic. *Journal for research in Mathematics Education*, 25, 116-140.
- Gros-Louis, J. (2006). Acoustic analysis and contextual description of food-associated calls in white-faced capuchin monkeys (*Cebus capuccinus*). *International Journal of Primatology*, 27, 273-294.
- Guimarães, M. (2012). Ramificações ancestrais. *Pesquisa FAPESP*, 196, 19-23.
- Hauser, M. D., Teixidor, P., Field, L. & Flaherty, R. (1993). Food-elicited calls in chimpanzees: effects of food quantity and divisibility. *Animal Behaviour*, 45:817-819.
- Isbell, L. A. & Young, T. P. (2002). Ecological models of female relationship in primates: similarities, disparities, and same directions for future clarity. *Behaviour*, 139:177-202.
- Izar, P. (2004). Female social relationships of *Cebus apella nigrinus* in a southeastern atlantic forest: an analysis through ecological models of primate social evolution. *Behaviour*, 141, 71-99.
- Izar, P. et al. (2012). Flexible and conservative features of social systems in tufted capuchin monkeys: comparing the socioecology of *Sapajus libidinosus* and *Sapajus nigrinus*. *American Journal of Primatology*, 74, 315-331.
- Izawa, K. (1980). Social behavior of the wild black-capped capuchin (*Cebus apella*). *Primates*, 21, 443-467.
- Janson, C. H. (1985). Aggressive and individual food consumption in wild brown capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 18, 125-138.

- Kappeler, P. M. & van Schaik, C. P. (2002). Evolution of primate social systems. *Int. J. Primatol*, 23: 707-740.
- Krebs, J. R. & Davies, N. B. (1996). *Introdução à ecologia comportamental*. São Paulo: Ateneu.
- Kroodsma D. & Miller, E. H. (1996). *Ecology and evolution of acoustic communication in birds*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Le QV, Isbell LA, Matsumoto J, Le VQ, Hori E, *et al.* (2013). Pulvinar neurons reveal neurobiological evidence of past selection for rapid detection of snakes. *PNAS*. 47:1900-1905.
- Le QV, Isbell LA, Matsumoto J, Le VQ, Hori E, *et al.* (2014). Monkey Pulvinar Neurons Fire Differentially to Snake Postures. *PLoS ONE* 9(12): e114258.
- Leca, J. B., Fornasieri, I., Petit, O. (2002). Aggression and reconciliation in *Cebus capucinus*. *International Journal of Primatology*, 23, 979-998.
- Lima, H. (2016). O papel das vocalizações de *Phlegopsis nigromaculata* (Aves, Thamnophilidae) na detectabilidade de outras aves seguidoras de correição. Dissertação de Mestrado, UFPA.
- Lynch-Alfaro, J. W. (2005). Male mating strategies and reproductive constraints in a group of wild tufted capuchin monkeys (*Cebus apella nigrurus*). *American Journal of Primatology*, 67, 313-328.
- Lynch-Alfaro, J. W. *et al.* (2012). Explosive Pleistocene range expansion leads to widespread Amazonian sympatry between robust and gracile capuchin monkeys. *Journal of Biogeography*. 39, 272-88.
- Lynch-Alfaro, J. W. *et al.* (2012b). Anointing variation across wild capuchin populations: a review of material preferences, bout frequency and anointing sociality in *Cebus* and *Sapajus*. *American Journal of Primatology*. 74, 299-314.

- Manning, A. Dawkins, M.S. (2012). *An introduction to animal behaviour*. New York: Cambridge University Press. 457 p.
- Marques, K. L. S. (2006). Descrição preliminar do repertório vocal de contexto Comportamental de (*Cebus apella*, *Primate*, *Cebidae*) em cativeiro. Trabalho de conclusão de curso da Universidade Federal do Pará. Belém – PA.
- Marques, K. L. S. (2008). Associação de emissões vocais de macacos-prego (*Cebus apella*, *Primate*, *Cebidae*) a contextos comportamentais em cativeiro. Dissertação de Mestrado. Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento, Universidade Federal do Pará. Belém, PA.
- Martin, P. & Bateson, P. (1993). *Measuring Behaviour: na Introductory Guide*. 2nd. ed. Cambridge, Cambridge University Press.
- Matsumoto, D. (2007). Culture, context, and behavior. *Journal of Personality*, 75(6), 1285-1319.
- Mendes, F. D. C. & Ades, C. (2000). Sociedade alternativa dos muriquis. *Ciência Hoje*, 27, 72-74.
- Mendes, F. D. C. & Ades, C. (2004). Vocal sequential exchanges and intragroup spacing in the Northern Muriqui *Brachyteles arachnoides hypoxanthus*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 76, 399-404.
- Mendes, L. S. (1997). *Padrões biogeográficos e vocais em Callithrix do grupo jacchus (Primates, Callithrichidae)*. Tese de Doutorado. Campinas: Universidade Estadual de Campinas.
- Morton, E. S. (1977). On the occurrence and significance of motivation-structural rules in some bird and mammal sounds. *The American Naturalist*, 111(981), 855-869.
- O'Brien, T. G. (1992). Asymmetries in grooming interactions between juvenile and adult female wedge-capped capuchin monkeys. *Animal Behaviour*, 46, 929-938.

- Oliveira, D. A., Ades, C.(2004). Long-distance calls in Neotropical Primates. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 76 (2): 393-398.
- Palermo-Neto, J., Alves, G. J. (2010). A comunicação dos animais. *Rev. CFMV*: 16, 49, 24-34.
- Peirce, C. S. (1995). *Semiótica*. 2. ed. São Paulo: Perspectiva.
- Peirce, C. S. (1994). *The collected papers of Charles Sanders Peirce. Electronic edition*. Vols. I-VI, Hartshorne, C. & Weiss, P. (Eds.), (1931-1935), Vols. VII-VIII, Arthur W. (Ed.), (1958). Cambridge: Harvard University Press.
- Pereira, R. L. A. & Oliveira, M. A. B. de (2010). Etograma de *Eira Barbara (Carnivora: Mustelidae)* em cativeiro. *Revista de Etologia*, 9 (1): 45-47.
- Perry, S. (1996). Female-female social relationships in wild white-faced capuchin monkeys, *Cebus capucinus*. *American Journal of Primatology*, 40, 167-182.
- Prates, H. M., & Bicca-Marques, J. C. (2007). Comportamentos social de dois grupos de *Cebus apella* em cativeiro. In J. C. Bicca-Marques (Ed.). *A Primatologia no Brasil X*. (pp. 445-461), Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Primatologia.
- Resende, B. D., & Ottoni, E. B. (2002). Brincadeira e aprendizagem do uso de ferramentas em macacos-prego (*Cebus apella*). *Estudos de Psicologia*, 7, 173-180.
- Ribeiro, S., Loula, A., Araújo, I. de, Gudwinb, R. & Queiroz, J. (2007). Symbols are not uniquely human. *BioSystems*, 90, 263–272.
- Ribeiro, S., Cecchi, G.A., Magnasco, M. O., Mello, C. V. (1998). Toward a song code: evidence for a syllabic representation in the canary brain. *Neuron*, 21(2), 359-71.
- Rímoli, J. (2001). Ecologia e comportamento de macacos-prego (*Cebus apella nigritus*, Goldfuss, 1809) na Estação Biologia de Caratinga (MG): implicações para a conservação de fragmentos da mata atlântica. Universidade Federal do Pará, Belém, 187 p.

- Robinson, J. G. (1984). Diurnal variation in foraging diet in the wedge-capped capuchin *Cebus olivaceus*. *Folia Primatologica*, 43, 216-228.
- Rose, M. L. (2000). Behavioral sampling in the field: continuous focal versus focal interval sampling. *Behaviour*, 137, 153-180.
- Roush, R. S. & Snowdon, C. T. (1999). The effects of social status on food-associated calling behaviour in captive cotton-top tamarins. *Animal Behaviour*, 58, 1299-1305.
- Santos, L. B. & Reis, N. R. dos (2009). Estudo Comportamental de *Cebus nigrinus* (Goldfuss, 1809) (*Primates, Cebidae*) em cativeiro. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, Londrina, 30 (2): 175-184.
- Semple, S. (2001). Individuality and male discrimination of female copulation calls in the yellow baboon. *Animal behaviour*, 61, 1023–1028.
- Schel, A.M., Tranquili, S. & Zuberbühler, K. (2009). The alarm call system of two species of black-and-white colobus monkeys (*Colobus polykomos* and *Colobus guereza*). *Journal of Comparative Psychology*, 123, 136–150.
- Scott-Phillips, T. C. (2008). Defining biological communication. *Journal of Evolutionary Biology*, 21, 387-395.
- Seyfarth, R. M., Cheney, D. & Marler, P. (1980a). Vervet monkey alarm calls: semantic communication in a free-ranging primate. *Animal Behaviour*, 28, 1070–1094.
- Seyfarth, R. M., Cheney, D. & Marler, P. (1980b). Monkey responses to 3 different alarm calls – evidence of predator classification and semantic communication. *Science*, 210, 801–803.
- Seyfarth, R. M., Cheney, D.L. (1992). Meaning and mind in monkeys. *Scientific American*, 12, 122-128.
- Sidman, M., & Tailby, W. (1982). Conditional discrimination vs. matching to sample: an expansion of the testing paradigm. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*,

- 37, 5-22. Smith, W. J. (1977). *The Behavior of Communicating*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Silva, G. F., de Brito Freire, S. C. & Aguiar, L. M. (2015). Manipulação e percussão de objetos em macacos-prego urbanos. Resumo, IV Encontro de Iniciação Científica, Foz do Iguaçu, PR.
- Stevenson, P. R., Quiñones, M. J., & Ahumada, J. a. (1994). Ecological Strategies of Woolly Monkeys (*Lagothrix lagotricha*) at Tinigua National Park, Colombia. *American Journal of Primatology*, 32, 123–140.
- Stoesz, B. M., Hare, J. F., Snow, W. M. (2013). Neurophysiological mechanisms underlying affiliative social behavior: insights from comparative research. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 37, 123-132.
- Strier, K. B. (2011). *Primate behavioral ecology*. New Jersey: Prentice Hall.
- Strum, S. C., Forster, D. & Hutchins, E. (1997). Why Machiavellian Intelligence may not be machiavellian. Em A. Whiten & R. W. Byrne (Eds.) *Machiavellian intelligence II: Extensions and evaluations*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sussman, R. W., & Garber, P. A. (2005). Cooperation and competition in primate social interactions. In C. J. Campbell., A. Fuentes., K. C. Mackinnon., M. Panger., S. K. Bearder (Eds.). *Primates in perspective*, (pp. 636-651). New York: Oxford University Press.
- Sussman, R. W., Garber, P. A. & Cheverud, J. M. (2005). Importance of cooperation and affiliation in the evolution of primate sociality. *American Journal of Physical Anthropology*, 128, 84-97.
- Tootell, R. B., Switkes, E., Silverman, M. S., & Hamilton, S. L. (1988). Functional anatomy of macaque striate cortex. II. Retinotopic organization. *Journal of Neuroscience*, 8, 1531-1568.

- Vaz, L. L. & Carvalho, M. P. (2010). Ecologia e comportamento de um grupo de macacos-prego (*Cebus app.*) (Primates: Cebidae) e frequência de contato com visitantes do Parque Estadual Alberto Löfgren. 4º Seminário de Iniciação Científica do Instituto Florestal.
- Verderane, M. P.; Neves, P. M. & Izar, P. (2005). O cuidado alomaterno exibido por uma fêmea de macaco-prego (*Cebus apella*) de um grupo semilivre do Parque Ecológico do Tietê, S.P., após a morte da própria cria: um caso de adoção? *Anais do XI Congresso Brasileiro de Primatologia*, p. 175.
- Verderane, M. P. (2010). Socioecologia de macacos-prego (*Cebus libidinosus*) em área de ecótono cerrado/caatinga (tese de doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo 235p.
- Vielliard, J. (1989). O uso da bio-acústica na observação de aves. *Anais do II Encontro Nacional de Anilhadores de Aves*, 27-31.
- Vielliard, J. (1997). O uso de caracteres bioacústicos para avaliações filogenéticas em aves. *Anais de Etologia*, 15, 93-107.
- Vielliard, J. & Silva, M. L. (2010). A Bioacústica como ferramenta de pesquisa em comportamento animal. In: Grauben Assis, Regina Brito e Willian Lee Martin (Org.). *Estudos do Comportamento II*. pp. 141-156, Belém: Editora da UFPA.
- Vitale, A. F., Visalberghi, E. & Lillo, C. de (1991). Responses to a snake model in captive crab-eating macaques (*Macaca fascicularis*) and captive tufted capuchins (*Cebus apella*). *International Journal of Primatology*, 12, 277-286.
- Vogel, E. R. (2005). Rank differences in energy intake rates in white-faced capuchin monkeys, *Cebus capucinus*: The effects of contest competition. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 58, 333-344.

Whitehead, H. (2008). *Analyzing animal societies: quantitative methods for vertebrate social analysis*. Chicago: University of Chicago Press.



## Planilha de observação pelo método de “Varredura instantânea” (Scan Sample)

“Varredura instantânea” (Scan Sample)															Folha:											
Gaiola:		Grupo:										Observador:														
Data:					Hora início:					Hora fim:																
Hora	Quem	Local		Alimentação			Forragem			Deslocamento				Descanso				Int. Social				Int. Freq.				
		So	Alt	For	Out	Ag	So	Rcg	Rcf	Bi	Ad	Co	Sl	Tr	St	Dbr	Dld	Dcs	At	Af	Cop	Ct	Br	Cur	Al	At
Total		So	Alt	For	Out	Ag	So	Rcg	Rcf	Bi	Ad	Co	Sl	Tr	St	Dbr	Dld	Dcs	Ag	Af	Cop	Ct	Br	Cur	Al	Ag

Legenda:

Local: So=solo; Alt=alto.

Alimentação: Fr=fruta, verdura, ovo, ração; Out=resto de comida, folha, invertebrados, fezes; Ag=água..

Forragem: So=solo; Rcg=restos de comida na gaiola; Rcf=resto de comida fora da gaiola.

Deslocamento: Bi=bípede; Ad=andando; Co=correndo; Sl=saltando; Tr=trepando.

Descanso: St=sentado; Dbr=deitado de bruços; Dld=deitado de lado; Dcs=deitado de costas.

Interação Social: At=agonístico; Af=afiliativo; Cop=cooperativo; Ct=catação; Br=bricadeira.

Interação Freq. (todas as pessoas que passam pela EEP): Cur=curiosidade; Al=alarme; At=agonismo.

## Planilha de observação de Produção de Alarme

Produção de alarme			Folha:			
Observador:		Gaiola	Grupo:			
Data:			Hora:			
Quem	Vo	Co	Opa	Esc	Ag	NI

Legenda: Vo=vocalizou; Co=correu; Opa=olhou para o alto; Esc=se escondeu; Ag=agonítico; NI=não deu atenção.