

UMA ABORDAGEM DE REDE SOCIAL PARA O ESTUDO DE FORRAGEIO SOCIAL SOB  
CONDIÇÕES DE RISCO DE PREDACÃO EM *Callithrix* spp

LUNARA DOS REIS JÓIA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO – UENF  
CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ  
OUTUBRO DE 2017

UMA ABORDAGEM DE REDE SOCIAL PARA O ESTUDO DE FORRAGEIO SOCIAL SOB  
CONDIÇÕES DE RISCO DE PREDACÃO EM *Callithrix* spp

LUNARA DOS REIS JÓIA

Dissertação apresentada ao  
Centro de Biociências e  
Biotecnologia, da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense,  
como parte das exigências para  
obtenção do título de Mestre em  
Ecologia e Recursos Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Ramón Ruiz-Miranda

FICHA CATALOGRÁFICA  
Preparada pela Biblioteca do Centro de Biociências e Biotecnologia  
da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

730 / 2018

Jóia, Lunara dos Reis

Uma abordagem de rede social para o estudo de forrageio social sob condições de risco de predação em *Callithrix* spp / Lunara dos Reis Jóia. -- Campos dos Goytacazes, 2017.

34, [9] f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) -- Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Biociências e Biotecnologia. Laboratório de Ciências Ambientais.

Área de concentração: Ecologia de Organismos

Orientador: Ruiz-Miranda, Carlos Ramón

Bibliografia: f. 30-34

1. Rede social 2. Forrageio social 3. Risco de predação 4. *Callithrix*  
I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro II. Título

591.5  
J74a

UMA ABORDAGEM DE REDE SOCIAL PARA O ESTUDO DE  
FORRAGEIO SOCIAL SOB CONDIÇÕES DE RISCO DE PREDÇÃO  
EM *Callithrix* spp.

**LUNARA DOS REIS JÓIA**

“Dissertação apresentada ao Centro de  
Bióciências e Biotecnologia, da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense, como parte das  
exigências para obtenção do título de Mestre em  
Ecologia e Recursos Naturais.”


Aprovada em 16 de outubro de 2017.  
Comissão Examinadora:



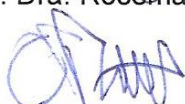
Dr. Tiago Falótico - Instituto de Psicologia-USP



Prof. Dra. Ana-Maria M. Viana Bailez – LEF/CCTA-UENF



Prof. Dra. Rosemary Bastos – LRMGA/CCTA-UENF



Prof. Dr. Carlos R. Ruiz-Miranda – Orientador – LCA/CBB-UENF

## Agradecimentos

- A Deus, por guiar meus caminhos até aqui.
- Ao orientador Carlos Ramon Ruiz-Miranda, pela oportunidade de realizar este trabalho, pelo conhecimento compartilhado e por toda a disponibilidade em ajudar com muita paciência.
- Aos professores integrantes da banca, professora Ana Maria Viana Bailez (CCTA e PGERN UENF), Rosemary Bastos (CCTA UENF) e Tiago Falótico (Instituto de Psicologia, USP). E aos suplentes convidados, Talitha M Francisco (PGERN UENF) e Maria Dutra Fogaça (Museu Biológico, Instituto Butantan).
- A capes, pela bolsa concedida.
- Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais e aos professores associados, pelo conhecimento.
- Aos SERCAS, pelo espaço e pelos equipamentos para o desenvolvimento do trabalho, e aos alunos e técnicos, pelo bom convívio.
- A minha mãe Roseny e minha irmã Nátaly por tanto amor compartilhado.
- Ao meu marido Edson, por todo incentivo e ajuda, e tanto carinho e amor dedicados a mim.
- Às amigas Érica e Rackel pelas inúmeras conversas, sempre escutando sobre meu desespero em relação a vida acadêmica.
- Aos saguis do estudo pela contribuição.

## Resumo

Em grupos sociais, as relações entre indivíduos podem exercer forte influência sobre os comportamentos rotineiros do grupo, especialmente aqueles comportamentos constituídos por uma resposta grupal. As relações sociais têm sido descritas de várias formas em primatas: desde relações de dominância até redes sociais. Quais dessas descrições de relações sociais melhor explicaria o papel dos indivíduos numa tarefa social? Este trabalho teve como objetivo comparar a influência da posição individual na rede social versus a influência da prioridade de acesso ao alimento (dominância) numa tarefa de forrageio social sob condições de risco de predação em *Callithrix* spp. Na primeira fase do experimento foram feitas observações de alimentação e interações sociais para obter métricas de dominância e rede social. Na segunda fase, uma caixa de forrageio contendo tenébrios foi exposta aos saguis por oito rodadas. Na nona rodada, uma cobra artificial de borracha foi colocada dentro da caixa junto aos tenébrios para simular uma ameaça de predação, e nas próximas quatro rodadas, a caixa foi apresentada novamente apenas com tenébrios representando a condição de percepção de risco. Análises de regressão indicam que a métrica de dominância teve influência na ordem e latência de chegada na caixa do que as métricas de rede social. Os resultados sugerem que nesta espécie, as relações sociais baseadas em prioridade ao acesso de alimento descrevem melhor o engajamento na tarefa de forrageio social do que relações sociais baseadas em comportamentos afiliativos e taxas de interação social. O baixo número de indivíduos em alguns dos grupos, pode ter afetado as métricas de rede social. Estudos futuros com esta abordagem devem ser realizados com grupos formados entre 5 e 8 indivíduos.

Palavras-chave: Rede social, forrageio social, risco de predação, *Callithrix*.

## Abstract

In social groups, relationships between individuals may exert a strong influence on the routine behaviors of the group, especially those behaviors constituted by a group response. Social relations have been described in various ways in primates: from dominance relations to social networks. Which of these descriptions of social relations would best explain the role of individuals in a social task? This work aimed to compare the influence of individual position in the social network versus the influence of food access priority (dominance) on a social foraging task under predatory risk conditions in *Callithrix* spp. In the first phase of the experiment, feeding observations and social interactions were made to obtain metrics of dominance and social network. In the second phase, a forage box containing reward was exposed to the marmosets for eight rounds. In the ninth round, an artificial rubber snake was placed inside the box next to the reward to simulate a predation threat, and in the next four rounds, the box was presented again only with reward representing the condition of risk perception. Regression analysis indicates that the dominance metric had influence on the order and arrival latency in the box than the social network metrics. The results suggest that in this species, social relations based on food access priority describe better engagement in the task of social foraging than social relations based on affiliative behaviors and social interaction rates. The low number of individuals in some of the groups may have affected social network metrics. Future studies with this approach should be performed with groups of 5-8 individuals.

Key words: Social network, social foraging, predation risk, *Callithrix*.

## Índice

1. Introdução .....	1
1.1 Forrageio social e situação de risco .....	1
1.2 Redes sociais.....	2
1.3 Relações de hierarquia e socialidade .....	3
1.4 Gênero Callithrix .....	5
2. Objetivos .....	7
3. Metodologia.....	8
3.1 Local de estudo.....	8
3.2 Animais de estudo.....	8
3.3 Delineamento da pesquisa.....	10
3.4 Análise dos dados.....	14
4. Resultados .....	15
4.1 Fase 1 - Interações sociais cotidianas .....	15
4.1.1 Taxas de comportamento social cotidiano .....	15
4.1.2 Prioridade de acesso ao alimento (alimentação no prato) e força da centralidade (métrica de rede social) .....	16
4.2 Fase 2 - Forrageio social com a caixa .....	18
4.2.1 Descrição dos comportamentos na caixa de forrageio .....	18
4.2.2 Diferença entre os grupos .....	19
4.2.3 Diferença entre machos e fêmeas .....	20
4.4 Diferenças entre os comportamentos antes da cobra, com a cobra e após a cobra .....	20
4.5 Influência da prioridade de acesso ao alimento e força de centralidade nas três condições de forrageio social.....	22
4.6 Influência da prioridade de acesso ao alimento e força da centralidade nas três condições de forrageio social.....	23



5. Discussão.....	25
Objetivo 1 - verificar a influência da interação social cotidiana (força da centralidade – métrica de rede social) nos comportamentos de forrageio social e forrageio social sob condições de risco de predação.....	27
Objetivo 2 - verificar a influência da prioridade de acesso ao alimento (alimentação no prato) nos comportamentos de forrageio social e forrageio social sob condições de risco de predação.....	28
6. Conclusão .....	28
7. Referências bibliográficas .....	30

## Lista de Figuras

- Figura 1:** **a)** Setor de etologia, reintrodução e conservação de animais silvestres; **b)** Foto aérea da Ilha d'água TRANSPETRO S.A. Fonte: TRANSPETRO S.A. Foto disponível em: <[http:// www.hotsitespetrobras.com.br](http://www.hotsitespetrobras.com.br)>. Acessado em: maio de 2017. ....8
- Figura 2:** a) Indivíduo híbrido de *Callithrix jacchus* e *Callithrix penicilata* identificado pelo tufo auricular preto; b) Indivíduo identificado pelo tufo auricular branco.....9
- Figura 3:** Caixa adaptada confeccionada para ser utilizada no experimento de forrageio social com indivíduos híbridos de *Callithrix jacchus* e *Callithrix penicilata*. **a)** Caixa de forrageio com a tampa fechada; **b)** Caixa de forrageio com a tampa aberta. ....13
- Figura 4:** Modelo de cobra coral artificial de borracha utilizada no experimento de forrageio social com híbridos de *Callithrix jacchus* e *C. penicillata*. ....14
- Figura 5:** Indivíduo híbrido de *Callithrix jacchus* e *C. penicillata* acessando o interior da caixa de forrageio em busca de recompensa através do orifício frontal; b) Indivíduo híbrido de *Callithrix jacchus* e *C. penicillata* acessando a recompensa através da tampa da caixa de forrageio social. ....19
- Figura 6:** Gráficos dos comportamentos ao longo das rodadas do experimento de forrageio social com a caixa com híbridos de *Callithrix jacchus* e *C. penicillata*. **(a)** Gráfico com médias da “sobra de tenébrios” por recinto. **(b)** Gráfico com médias de latência de chegada por indivíduo. **(c)** Gráfico com médias de número de visitas por indivíduo. **(d)** Gráfico com médias de tempo de permanência na caixa por indivíduo. ....21

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1:</b> Relação macho-fêmea de indivíduos híbridos de <i>Callithrix jacchus</i> e <i>Callithrix penicilata</i> por recinto no SERCAS. ....	10
<b>Tabela 2:</b> Comportamentos observados durante a interação social entre indivíduos híbridos de <i>Callithrix jacchus</i> e <i>Callithrix penicilata</i> . ....	11
<b>Tabela 3:</b> Número de réplicas de cada variável explicativa do experimento de forrageio com a caixa com indivíduos híbridos de <i>Callithrix jacchus</i> e <i>Callithrix penicilata</i> . ....	12
<b>Tabela 4:</b> Taxa de frequência dos comportamentos de aproximação, display genital e catação em grupos de híbridos de <i>Callithrix jacchus</i> e <i>C. penicillata</i> do experimento de interação social, calculada pelo número total de comportamentos observados dividido pelo tempo total de observações, em minutos. ....	16
<b>Tabela 5:</b> Valores de “prioridade de acesso ao alimento” representado pelo número de vezes que cada indivíduo chegou em primeiro lugar na alimentação no prato, e valores de “força da centralidade” descritos para cada indivíduo dos grupos, gerado por Socprog 2.8, no experimento de forrageio social com híbridos de <i>Callithrix jacchus</i> e <i>C. penicillata</i> . ....	17
<b>Tabela 6:</b> Resultado do teste ANOVA para diferença entre grupos, com a média dos comportamentos, desvio padrão, valor de f e valor de p em “latência”, “número de visitas” e “tempo na caixa” para os sete grupos utilizados, nas condições experimentais “antes da cobra” e “após a cobra”. (*) representa valores de p significativo – $p \leq 0,05$ . ....	19
<b>Tabela 7:</b> Resultado do teste ANOVA com a média dos comportamentos, desvio padrão, valor de f e valor de p em “ordem de chegada”, “latência”, “número de visitas” e “tempo na caixa” para machos e fêmeas, nas condições experimentais “antes da cobra”, na “presença da cobra” e “após a cobra”. (*) representa valores de p significativo – $p \leq 0,05$ . ....	20
<b>Tabela 8:</b> Resultados da análise de regressão linear com as variáveis “ordem de chegada”, “latência”, “número de visitas” e “tempo na caixa” sob influência das variáveis “prioridade de acesso ao alimento” e “força da centralidade”, com valores de p e $r^2$ para cada variável nas condições experimentais “antes da cobra”, na “presença da cobra” e “após a cobra”. (*) representa valores de p significativo – $p \leq 0,05$ . ....	22
<b>Tabela 9:</b> Resultados da análise de regressão linear com as variáveis “ordem de chegada”, “latência”, “número de visitas” e “tempo na caixa” sob influência das variáveis “prioridade de acesso ao alimento” e “força da centralidade”, com valores de p e $r^2$ para os quatro dias de observação separadamente “após a cobra”. (*) representa valores de p significativo – $p \leq 0,05$ . ....	24

# 1. Introdução

## 1.1 Forrageio social e situação de risco

O contexto social diário em grupos de primatas envolve a procura e a exploração de alimento, que representam uma série de desafios que direcionam a escolha da estratégia de forrageio. Desta forma, para evitar o gasto de tempo e energia, eles necessitam utilizar e integrar informações ecológicas (do ambiente) e sociais para obter sucesso. Animais do gênero *Callithrix* podem adotar uma estratégia de batedor (“*producer*”) ou usurpador (“*scrounger*”), dependendo de como utilizam as informações ecológicas ou sociais para tomar suas decisões de forrageio. Os indivíduos são considerados batedores quando procuram ativamente por alimento, enquanto os usurpadores monitoram o comportamento dos batedores antes de se dirigir ao recurso, podendo tomar parte do alimento que eles encontram (Giraldeau e Caraco, 2000). As duas estratégias podem oferecer vantagens e desvantagens aos animais que as utilizam. Os animais que se comportam como batedores possuem vantagem por serem os primeiros animais a chegarem aos locais de alimentação, porém ficam mais expostos aos predadores, enquanto os usurpadores podem obter vantagens por consumirem restos de alimentos encontrados por outros animais com menor esforço de forrageio e risco de predação reduzido, mas tem acesso a menor quantidade de alimento por chegarem após os batedores (Di Bitetti e Janson, 2001). Assim, um indivíduo que adota uma estratégia de batedor pode ter seu sucesso aumentado em relação à proporção de itens alimentares ingeridos antes da chegada dos usurpadores.

Para sobreviver, os animais necessitam avaliar com o máximo de precisão as situações de risco potencial (Lima e Dill, 1990). Para isto, os *Callithrix*, desenvolveram comportamentos que minimizam o risco de predação como a vigilância, que inclui a varredura visual do ambiente para detectar possíveis ameaças. Quando são expostos às alterações no ambiente social, como introdução de um novo indivíduo no grupo social, separação de indivíduos e modificações no ambiente físico, *C. jacchus* desencadeiam uma resposta de estresse que altera os níveis de cortisol e modifica as atividades comportamentais desses animais, entretanto, a presença de um parceiro social durante uma situação estressante pode modular a resposta ao estresse,

atenuando seus efeitos negativos (Norcross e Newman, 1999). Os principais predadores de *Callithrix* são mustelídeos, felinos, cobras arborícolas e aves de rapina (Sussman e Kinzey, 1984). Na presença de predadores terrestres, o primeiro comportamento antipredatório é o chamado “mobbing”, uma estratégia para alertar os outros indivíduos do grupo através de inúmeras vocalizações “tsik” repetidamente, e um ato para afastar e desencorajar o predador, podendo indicar também cooperatividade para atacar ou perseguir um predador potencial (Zuberbühler, Jenny e Bshary, 1999).

## 1.2 Redes sociais

A análise de redes sociais (SNA) é uma ferramenta utilizada para investigar a estrutura de um grupo social em cativeiro ou vida livre, e baseia-se na centralidade de um ou mais indivíduos e seus alvos de interação dentro do contexto (Whitehead, 2009), bem como associações preferenciais entre indivíduos específicos (Sandri et al., 2011). A rede é um conjunto de unidades sociais (nós) e os laços (bordas) entre eles, que pode moldar as atividades e construir uma rede de relações que mantém a coesão e a organização funcional do grupo (Wasserman & Faust, 1994). A rede social, em alguns casos, pode descrever papéis distintos para diferentes membros do grupo e cada grupo tem sua rede social específica. Os indivíduos podem ser considerados key players (indivíduo chave - indivíduo dominante ou o líder de interações ou o mais atrevido (corajoso)) ou genéricos (demais indivíduos do grupo). Definimos um indivíduo key player como um indivíduo que tem um papel importante nas dinâmicas do grupo. O key player pode ser insubstituível por outro membro do grupo e sua remoção pode instabilizar a dinâmica de grupo geral (Wey et al., 2007).

Os primatólogos utilizam a frequência de participação de um indivíduo em um determinado tipo de interação para quantificar sua socialidade, e normalmente usam uma das duas técnicas para definir interações - observações de animais vistos juntos, compartilhando espaço em grupos isolados ou observações diretas de interações sociais. O primeiro método é útil em espécies que, naturalmente, formam grupos que podem ser facilmente observados ou capturados juntos (Croft et al. 2005, 2008; Sundaresan et al. 2007). O segundo método requer que o pesquisador defina os

comportamentos que são considerados como interações (geralmente aquelas que envolvem contato físico como catação, luta ou cópula) para observar diretamente tais ações. Além das questões teóricas, o estudo de rede social é de grande interesse para manejo de animais em cativeiro. Quando levados de vida livre ao cativeiro, os animais são expostos a novas condições sociais e de forrageio. A formação inadequada de grupos, sem respeitar seu perfil de rede, pode resultar em brigas ou até óbitos de animais (Price e Stoinski, 2007; Wey et al., 2008).

Os vínculos sociais desempenham o papel essencial de fornecer suporte social em situações de estresse, minimizando-o (Di Bitetti, 1997; 2001). A maioria das atividades comportamentais (locomoção, vigilância, descanso, forrageamento e brincadeira) é susceptível de ser afetada em resposta a um evento estressante. Diante de uma percepção de ameaça, os primatas aumentam seu nível de vigilância e buscam reagrupar para aumentar a segurança (Caine, 1998; Hirsch, 2007). Em circunstâncias normais, os padrões de agrupamento não são aleatórios, eles dependem da organização social, estilo de dominância e número de indivíduos (Hinde, 1976; Thierry, 2004), mas durante movimentos coletivos espontâneos, como na presença de um predador, essa influência desaparece e os animais se movem de uma maneira mais coesa (Meunier et al., 2006; Petit et al., 2009; Jacobs et al 2011).

### **1.3 Relações de hierarquia e socialidade**

As relações hierárquicas existem em diversas espécies, podendo ser mais ou menos evidenciada de acordo com as características de cada uma. Geralmente, estas relações têm influência de fatores como idade, peso, tamanho e habilidades de luta. Estes fatores refletem na competição por recursos e definem o vínculo entre os animais dentro do grupo. As diferenças na personalidade também são refletidas nos padrões de comportamento social, onde os indivíduos de alta hierarquia (dominantes), quase sempre são maiores, mais agressivos, mais atrevidos (corajosos), vencedores das disputas e muitas vezes demonstram menor reatividade ao estresse (Sassenrath, 1970; Ely e Henry 1978; Coe et al., 1982). Em grupos sociais, a hierarquia ocorre em função da habilidade competitiva dos indivíduos, onde os de alta hierarquia (dominantes) tem prioridade de acesso aos recursos em relação a indivíduos de baixa hierarquia (subordinados), podendo até monopolizá-los (Garber, 2000). Em grupos

de *Callithrix*, por exemplo, o casal reprodutor (dominante) tem preferência no acesso aos recursos alimentares, especialmente a fêmea, em razão da demanda de energia reprodutiva (Bicca-Marques, 2003).

A dominância pode ser classificada em duas vertentes, são elas: a dominância clara - um indivíduo é sempre dominante em relação ao outro, e a dominância contestada – os subordinados são submissos aos dominantes, mas não a ponto de não disputarem os recursos ou uma posição hierárquica superior (Clarke, et al., 1986). Entre as espécies de primatas, a dominância pode variar amplamente, podendo ser estável por longos períodos de tempo e se mantendo em todos os tipos de competição, como foi observado em *Cercopithecus aethiops* (Cheney e Seyfarth, 1987), ou pode ser imprevisível como em *Papio anubis*, onde um indivíduo do grupo pode ser dominante apenas em alguns fatores, como por exemplo, ter prioridade de acesso à comida, mas não ser o indivíduo reprodutor (Harding, 1980). Estudos relatam ainda que, a organização social pode influenciar na resposta ao estresse e bem-estar. Animais que ocupam posições mais baixas na hierarquia do grupo são mais propensos a níveis mais altos de hormônios indicadores de estresse, talvez pelas próprias atividades rotineiras como alimentação, onde indivíduos subordinados já são prejudicados por serem secundários no acesso ao recurso (Wittig et al., 2008). Entretanto, em mamíferos, a dinâmica de grupo tem potencial para produzir bem-estar e longa vida útil quando formados corretamente (Price e Stoinski, 2007; Rose e croft, 2017)

Viver em grupo demanda buscar um equilíbrio constante de trade-off entre as vantagens e desvantagens da vida social. A sociabilidade pode fornecer benefícios como aumento da vigilância de predadores, aumento de forrageamento e melhor defesa de recursos (Alexander, 1974; Wrangham, 1980), entretanto, malefícios como maior competição e transmissão de doenças também podem ser apontadas. Para entender as dinâmicas de comportamento de grupos sociais, o estudo da rede social tem sido constantemente realizado com primatas e outras ordens. Em primatas, é possível mensurar a socialidade de um indivíduo através, principalmente, das taxas de catação (grooming), que é a principal medida quantitativa da força das relações sociais dentro das díades (Whitehead, 2008). A catação pode ser definida pela exploração e limpeza dos pelos de outro indivíduo do grupo para remover ectoparasitas (com as mãos ou com a boca) de áreas do corpo que o receptor não

alcança. Comportamentos de catação são úteis na manutenção das relações sociais e ocorrem de forma direcionada, primeiramente para a alta hierarquia, como uma troca de favores. Desta forma, a estabilidade entre dominante e subordinado é mantida e a posição social dos indivíduos é reforçada (Epple, 1975). Entre os saguis (*Callithrix* spp), o comportamento social envolve altas taxas de interações afiliativas como catação. *Displays* genitais, também, fazem parte do repertório de comportamentos sociais, são caracterizados por levantar a cauda e expor a genitália, e desempenham um importante papel no estabelecimento das relações sociais, principalmente entre fêmeas, assim como a catação (Stevenson e Poole, 1976; Mitchell e Tokunaga, 1976; Lazaro-Perea, Arruda e Snowdon, 2004).

#### **1.4 Gênero *Callithrix***

Dentre os primatas, o gênero *Callithrix* (Hershovitz, 1977) é amplamente utilizado em estudos de forrageio e aprendizado devido ao destaque em alguns experimentos que testam suas habilidades cognitivas, principalmente no domínio social. Seu desempenho em tarefa de aprendizado social sustenta a ideia de que eles são atenciosos aos companheiros de grupo e são capazes de coordenar ações no tempo e no espaço em diferentes situações (Cerqueira, 2012). Os animais deste gênero são popularmente conhecidos como “sagui” ou “mico” e são distribuídos geograficamente nos domínios geográficos brasileiros Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (Hirsch, 2007). Os saguis pesam entre 300g e 450g com tamanho médio de 75cm, sendo considerados animais de pequeno porte, sem dimorfismo sexual (Stevenson e Rylands, 1988). As espécies de *Callithrix* vivem em grupos de 3 a 15 indivíduos (Digby e Barreto, 1995) e estão adaptadas à vida arborícola saltatória, com locomoção vertical pelos troncos, usando unhas modificadas em garras (Ferrari, 1996). Em geral, passam grande parte do tempo diário se dedicando a atividade de forrageio (Lessa, 2009). A dieta básica desses animais inclui frutos, insetos e exsudados (goma, resina e látex), além de pequenos vertebrados que são consumidos com menor frequência (Rylands e Faria, 1993), e ovos de aves (Miranda e Faria, 2001). Por isso, são classificados como frugívoros, insetívoros (Rylands, 1989) e gomívoros (Sussman e Kinzey, 1984).



Em grupos sociais de *Callithrix* naturais de vida livre, apenas uma fêmea se reproduz junto ao macho dominante (Abbott e Hearn, 1978). Essas fêmeas são as únicas em seus grupos a exibirem hormônios de ciclos ovulatórios circulantes, sendo capazes de suprimirem a ovulação das demais fêmeas do grupo, que auxiliam no cuidado com sua prole (Abbott e Hearn, 1978; Abbott, et al., 1981; Saltzman, 1988; Stevenson e Rylands, 1988). Entretanto, em grupos cativos de *C. jacchus*, as filhas da fêmea reprodutora podem apresentar ciclos de ovulação desde que não sejam subordinadas às mães. Isto remete à questão de que a dominância pode não ser fortemente estabelecida nestes grupos, já que os saguis formam grupos familiares estendidos. Cada grupo constitui-se de um casal reprodutor dominante, seus irmãos e filhos (adultos, jovens e infantes). Os grupos possuem alto grau de parentesco e os indivíduos são tolerados em seu grupo de origem mesmo depois de atingirem a maturidade sexual (Stevenson e Rylands, 1988).

Neste trabalho, foram avaliados indivíduos híbridos que apresentam características morfológicas intermediárias entre duas espécies: *Callithrix penicillata* (Linnaeus, 1758) e *Callithrix jacchus* (É. Geoffroy, 1812). *Callithrix penicillata* é também chamada de sagui de tufo preto, sagui do cerrado ou mico estrela, enquanto, *Callithrix jacchus* é chamada de sagui de tufo branco, sagui do nordeste e sagui comum (Rylands et al., 1993). A maioria das espécies de *Callithrix* ocorre exclusivamente na Mata Atlântica, entretanto, *Callithrix penicillata* pode ser encontrado na Caatinga e Cerrado enquanto *Callithrix jacchus* ocorre na Mata Atlântica do Nordeste e Caatinga (Hirsch, 2007). As diferenças fenotípicas mais evidenciadas nestas espécies são a cor e a forma dos pelos periauriculares que são pretos e pincelados no *C. penicillata* e brancos e em forma de leque no *C. jacchus* (Alonso et al., 1987). Ambas possuem o mesmo número diploide de cromossomos. Até três gerações férteis de híbridos já foram obtidas em cativeiro em experimentos de cruzamento. Nenhum padrão ecológico ou etológico significativo diferencia *C. jacchus* e *C. penicillata* (Coimbra-Filho e Mittermeier, 1976). Assim, a validade dos resultados não é comprometida pelo uso de animais híbridos neste estudo, de modo que, as habilidades cognitivas utilizadas durante o forrageio e a influência da organização social sobre as estratégias individuais seriam similares às observadas em espécies puras (Bicca-Marques e Garber, 2005).

## 2. Objetivos

O objetivo principal do estudo foi investigar a relação entre a posição na rede social de saguis híbridos (*Callithrix jacchus* x *C. penicillata*) e seu comportamento durante eventos de forrageio social e forrageio social sob condições de risco de predação. Portanto, este trabalho teve como objetivos específicos (1) verificar a influência da interação social cotidiana (força da centralidade – métrica de rede social) nos comportamentos de forrageio social e forrageio social sob condições de risco de predação, e (2) verificar a influência da prioridade de acesso ao alimento (alimentação no prato) nos comportamentos de forrageio social e forrageio social sob condições de risco de predação. Para alcançar estes objetivos, foram testadas as seguintes hipóteses:

(H1) A posição na rede social do indivíduo é um fator determinante no comportamento durante tarefas de forrageio social:

(P1) O indivíduo que mais interage com o grupo (maior centralidade – métrica de rede social), mostrará mais iniciativa na tarefa de forrageio social quando houver ou não percepção de risco.

(H2) A prioridade de acesso ao alimento (dominância) é um fator determinante no comportamento de forrageio social.

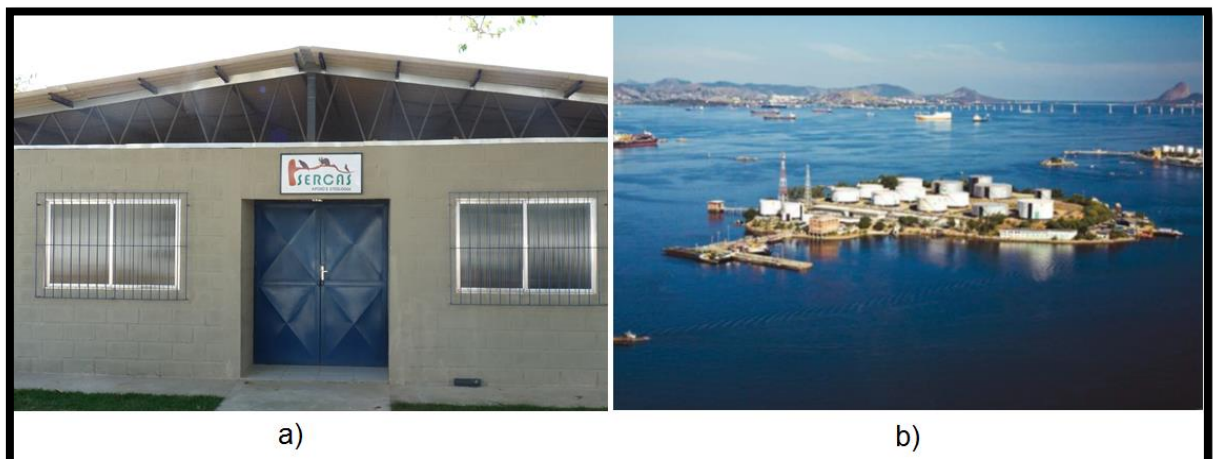
(P1) O indivíduo com prioridade de acesso na alimentação rotineira mostrará a iniciativa de exploração na tarefa de forrageio quando houver ou não percepção de risco.

(H0) A força da centralidade e a dominância do indivíduo não tem relação com as respostas dos indivíduos em situações de forrageio social ou forrageio social sob condições de risco.

### 3. Metodologia

#### 3.1 Local de estudo

O estudo foi realizado na Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) – Campos dos Goytacazes, RJ – no Setor de Etologia, Reintrodução e Conservação de Animais Silvestres – SERCAS (Figura 1a). O SERCAS mantinha, em cativeiro, um total de 46 saguis híbridos de *Callithrix penicillata* x *Callithrix jacchus*, que foram realocados de uma área industrial da Petrobras Transporte S.A. – TRANSPETRO (Figura 1b), denominada Ilha d'Água, localizada na Baía de Guanabara, RJ. Na Ilha, os potenciais predadores dos saguis eram gatos e gaviões. Havia controle de entrada de cobras na Ilha, por ser uma instalação industrial, para segurança dos funcionários. Entretanto, houve duas ocasiões em que os agentes de controle avistaram uma jiboia num emaranhado de vegetação próximo à Ilha, que foi retirada antes que chegasse. Não houve outros relatos de ocorrência de animais que pudessem ameaçar os saguis residentes da Ilha ou informações sobre a origem dos animais.



**Figura 1:** a) Setor de etologia, reintrodução e conservação de animais silvestres; b) Foto aérea da Ilha d'água TRANSPETRO S.A. Fonte: TRANSPETRO S.A. Foto disponível em: <[http:// www.hotsitespetrobras.com.br](http://www.hotsitespetrobras.com.br)>. Acessado em: maio de 2017.

#### 3.2 Animais de estudo

Os saguis estavam mantidos em cativeiro por tempo entre três e cinco anos. A distribuição dos indivíduos nos recintos consistia em grupos com três, quatro ou cinco

indivíduos. Os grupos foram formados de acordo com as plataformas de captura. As armadilhas foram colocadas em pontos estratégicos de avistamento na Ilha, em cima de plataformas de madeira, previamente montadas. Os indivíduos que caíam nas armadilhas da mesma plataforma permaneciam juntos no recinto ao chegar ao SERCAS, visto que todos os saguis de um grupo costumam explorar a área juntos. Cada recinto possuía área de 8,24m<sup>2</sup>, sendo 4,10m de comprimento, 2,70m de altura e 2,20m de largura. Colares com miçangas coloridas foram utilizados para identificação dos indivíduos, entretanto, alguns foram removidos no mesmo dia por outros saguis do grupo. Desta forma, os animais foram identificados através de características particulares de cada um, como cor e forma do tufo, tamanho do indivíduo, cor da pelagem ou marcas naturais (Figura 2a e 2b).



**Figura 2:** a) Indivíduo híbrido de *Callithrix jacchus* e *Callithrix penicilata* identificado pelo tufo auricular preto; b) Indivíduo identificado pelo tufo auricular branco.

O estudo foi realizado com sete grupos, já habituados ao cativeiro, compreendendo vinte e seis indivíduos ao todo, sendo onze fêmeas e quatorze machos (Tabela 1). Cada grupo habitava um recinto, desta forma grupo e recinto podem ser usados como sinônimos neste trabalho. Os animais eram esterilizados por vasectomia (machos) ou ligadura (fêmeas) e apresentavam idades variadas. Não havia comprovação do parentesco entre os indivíduos dos grupos, com exceção dos indivíduos que nasceram em cativeiro. Entretanto, é provável que sejam grupos familiares, pois os saguis são, geralmente, intolerantes a indivíduos de outros grupos, exceto em situações de reprodução (Stevenson e Rylands, 1988).

**Tabela 1:** Relação macho-fêmea de indivíduos híbridos de *Callithrix jacchus* e *Callithrix penicilata* por recinto no SERCAS.

Recinto	Número de indivíduos	Relação macho-fêmea
1	3	1 fêmea - 2 machos
2	3	2 fêmeas - 1 macho
3	3	1 fêmea - 2 machos
4	4	2 fêmeas - 2 machos
5	5	2 fêmeas - 3 machos
6	4	1 fêmea - 3 machos
7	4	2 fêmeas - 2 machos

### 3.3 Delineamento da pesquisa

Para testar as hipóteses, grupos sociais de saguis em cativeiro foram expostos a uma situação nova de forrageio social na ausência e presença da percepção de probabilidade de predação (situação e risco). A posição na rede social foi avaliada usando métodos tradicionais e ferramentas de rede social. A pesquisa do tipo confirmatória experimental foi dividida em duas fases de observação. Na primeira fase foram realizadas as observações de interações sociais cotidianas, e na segunda fase, as observações de forrageio social com a caixa em uma situação de risco. Todos os dados foram coletados individualmente por um único observador, que ficou em frente ao recinto registrando os comportamentos da primeira fase. Entretanto, na segunda fase, duas câmeras GoPro Hero 4 registraram os comportamentos para posterior coleta de dados e análise.

#### Fase 1 - Interações sociais cotidianas

Inicialmente, foram realizadas observações de interação social dos sete grupos através de ocorrências de comportamentos de convívio social da espécie como “*display* genital”, “aproximações entre indivíduos” e “catação” (Tabela 2). Os registros foram obtidos através do método de amostragem focal de todas as ocorrências dos comportamentos selecionados (Del-Claro, 2002). A cada um minuto, durante 11 minutos, foi registrado a qual distância o indivíduo focal estava dos demais indivíduos do grupo. Apenas as distâncias menores que aproximadamente 30cm foram

consideradas relevante para caracterizar proximidade. Indivíduos com distâncias maiores que 30cm do focal não foram considerados nas análises. Os indivíduos (ator e receptor do comportamento) e o número de atuações de “*display genital*” e “aproximações” foram anotados, e para “catação”, o tempo de cada atuação foi cronometrado e os indivíduos (ator e receptor do comportamento) envolvidos foram registrados. Entretanto, o número de eventos de “*display genital*” e “catação” foi muito baixo para gerar resultados confiáveis, por isso, não foram utilizados neste trabalho.

**Tabela 2:** Comportamentos observados durante a interação social entre indivíduos híbridos de *Callithrix jacchus* e *Callithrix penicilata*.

Comportamentos	Definições
Display genital	Levantar a cauda e expor a genitália.
Aproximações	Chegar perto de outro indivíduo a uma distância de até 30cm.
Catação	Explorar os pelos com as mãos ou com a boca, que pode ocorrer entre dois ou mais indivíduos.

Os grupos foram observados durante dez dias consecutivos, padronizando o tempo total para somar uma hora e quarenta minutos por indivíduo. Cada dia de experimento contou com dez minutos de registros por indivíduo do recinto. O horário das observações foi dividido no período da manhã (entre 8h e 10h) e da tarde (entre 15h e 17h) e a ordem de observação dos recintos foi alterada para que todos os recintos fossem observados em todos os horários, assim como a ordem de observação dos indivíduos.

O comportamento durante os dois períodos de alimentação também foi observado durante dez dias de alimentação. Os alimentos eram oferecidos no prato as 7h e 30min da manhã e 13h e 30min da tarde, dentre eles, vegetais, frutas e ração. O tempo de monitoramento foi de dez minutos após o primeiro animal chegar ao prato, ou vinte minutos caso nenhum animal se aproximasse do alimento. A “ordem de chegada ao prato” foi observada para cada indivíduo, a fim de registrar quem chega primeiro e tem prioridade no acesso ao alimento.

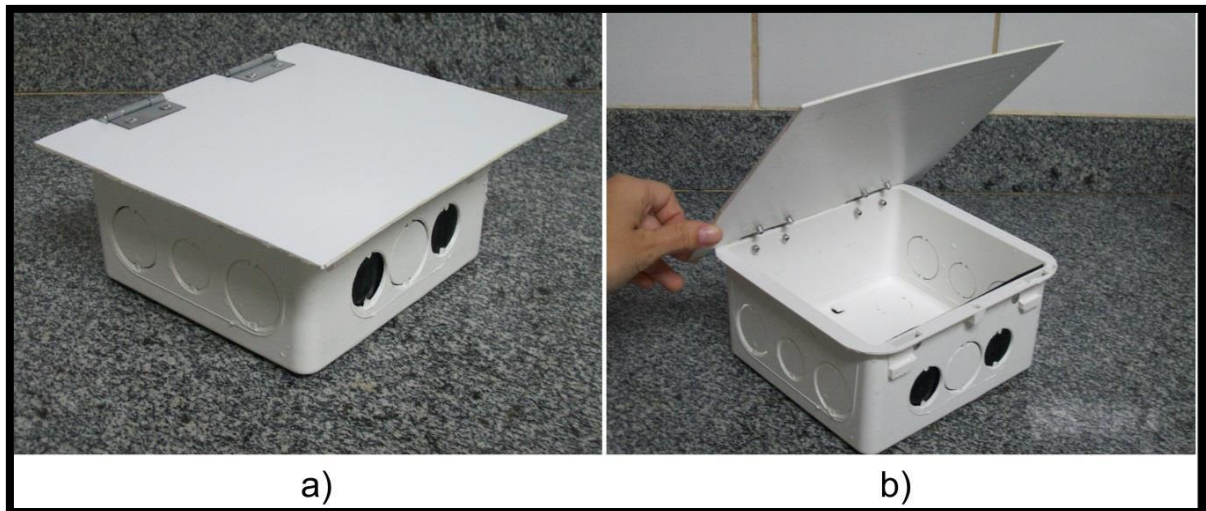
## Fase 2 - Forrageio social com a caixa

O experimento foi desenvolvido com os mesmos sete grupos da fase anterior. As variáveis explicativas do experimento foram prioridade de acesso ao alimento e força da centralidade. Para as variáveis de resposta, temos a ordem a ordem de investigação à caixa, latência de chegada a caixa, número de visitas e tempo na caixa. A Tabela 3 mostra o número de réplicas para cada variável explicativa.

**Tabela 3:** Número de réplicas de cada variável explicativa do experimento de forrageio com a caixa com indivíduos híbridos de *Callithrix jacchus* e *Callithrix penicilata*.

Variável	Réplicas
Prioridade de acesso ao alimento	Vinte e seis indivíduos
Força da Centralidade	Vinte e seis indivíduos

Esta fase do experimento contou com treze observações dos grupos diante da exposição de uma caixa de forrageio (Figura 3a e 3b). A caixa utilizada no experimento foi uma adaptação de uma caixa comercial para passagem de fios elétricos, com base quadrada de 12cm, altura de 5,5cm e dois orifícios frontais com 4cm de diâmetro. A adaptação consistiu em fazer orifícios que permitissem a passagem da mão dos animais para o acesso à recompensa. Uma lona flexível presa à parte superior interna do orifício impede o acesso visual ao interior da caixa, de modo que a lona cede com a força exercida pelo indivíduo ao colocar a mão e retorna à posição inicial ao retirá-la. A tampa possui dimensões de 14cm por 11cm e foi confeccionada de forma que os animais conseguissem levantá-la e pegar a recompensa, podendo escolher entre colocar a mão em algum dos orifícios ou levantar a tampa. Sua abertura máxima não chega a 90°, assim, a tampa abaixa se nenhuma força ou empecilho a mantiver aberta.



**Figura 3:** Caixa adaptada confeccionada para ser utilizada no experimento de forrageio social com indivíduos híbridos de *Callithrix jacchus* e *Callithrix penicilata*. **a)** Caixa de forrageio com a tampa fechada; **b)** Caixa de forrageio com a tampa aberta.

O período de exposição da caixa foi de 10 minutos, com treze repetições em dias consecutivos. A caixa continha cinco tenébrios (*Tenebrio molitor*) por indivíduo como recompensa em seu interior e foi exposta no comedouro a cada grupo do experimento antes da alimentação da tarde (última alimentação - 13h e 30min), a fim de motivar a investigação. As variáveis medidas nesta etapa foram a “ordem de chegada”, a “latência de chegada” (tempo que o indivíduo demora para fazer a primeira visita ao comedouro - prato ou caixa), o “número de visitas”, o “tempo que cada indivíduo permaneceu no comedouro” e o “consumo por grupo”. No nono dia de exposição da caixa, foi colocada uma cobra coral artificial de borracha (Figura 4) junto aos tenébrios a fim de observar uma situação de risco para os animais e sua reação diante dos demais indivíduos. Os comportamentos observados nesta rodada foram os mesmos comportamentos observados com a exposição dos tenébrios nos oito primeiros dias. Após a cobra, a caixa foi exposta mais quatro dias para os grupos, apenas com tenébrio, para verificar a escolha dos indivíduos numa provável situação de risco.





**Figura 4:** Modelo de cobra coral artificial de borracha utilizada no experimento de forrageio social com híbridos de *Callithrix jacchus* e *C. penicillata*.

Para minimizar erros de amostragem, as caixas foram reutilizadas entre os recintos apenas depois de serem lavadas com água e sabão e os tenébrios que sobraram de um recinto não foram reaproveitados em outro. Não houve acesso visual entre os recintos no momento em que os animais forrageavam a caixa, evitando qualquer imitação entre os grupos. Foram observados dois recintos, simultaneamente, para reduzir o tempo de espera e manter um nível similar de motivação. A variação do tempo em cativeiro, do tempo de permanência como grupo será considerada na interpretação dos dados, assim como a variação do número de indivíduos de cada grupo e o fato de alguns indivíduos já terem contato prévio com a caixa em outro experimento. Ao final do tempo do experimento (10 minutos), a caixa era retirada do recinto para manter padronizado o tempo de contato entre todos os grupos.

### **3.4 Análise dos dados**

Para análise de rede social, os dados de “catação” e “display genital” foram descartados por causa da baixa frequência de ocorrência. Os dados de “aproximações” foram inseridos no software de análise de redes de interações sociais Socprog 2.8 para gerar os valores de força de centralidade por indivíduo. A força da centralidade é a soma dos índices de associação de qualquer indivíduo com todos os outros indivíduos, e está intimamente relacionado ao tamanho típico do grupo. Altos valores de força da centralidade indicam que um indivíduo tem fortes associações com

outros indivíduos, muitas associações com outros indivíduos ou com os dois (Whitehead, 2008b). O Socprog utiliza a linguagem MATLAB e gera análises como cluster, dimensionamento multidimensional, testes de Mantel e análises de rede. A prioridade de acesso ao alimento (alimentação cotidiana no prato) foi calculada pela soma de todas as vezes que o indivíduo chegou em primeiro lugar no prato no momento da alimentação, através do software Microsoft Excel. Todos os dados receberam transformação logarítmica.

Todas as apresentações da caixa foram filmadas para posterior coleta de dados. Os vídeos foram assistidos através do software JWatcher, que permite fazer anotações de tempo enquanto assiste ao vídeo, e gera uma planilha com dados reunidos por grupo. Através dele, foi calculada a média, por indivíduo, para cada um dos comportamentos de forrageio social antes e após a cobra. Os dados de “ordem”, “latência de chegada”, “número de visitas” e “tempo na caixa” foram processados somando os valores diários e dividindo pelo número de rodadas de sua condição. Para “ordem”, foram somados o número de vezes que o indivíduo chegou em primeiro lugar na caixa de forrageio. Através do software XLSTAT Free Trial, versão livre, foram realizados os testes de correlação, regressões lineares e análises de variância.

## **4. Resultados**

### **4.1 Fase 1 - Interações sociais cotidianas**

#### **4.1.1 Taxas de comportamento social cotidiano**

As taxas de frequência dos comportamentos foram baixas, especialmente, para *display genital* e catação, e dois dos grupos estudados não apresentaram comportamentos de *display genital*. Desta forma, os eventos de *display genital* e catação não foram utilizados nas análises (Tabela 4).

**Tabela 4:** Taxa de frequência dos comportamentos de aproximação, display genital e catação em grupos de híbridos de *Callithrix jacchus* e *C. penicillata* do experimento de interação social, calculada pelo número total de comportamentos observados dividido pelo tempo total de observações, em minutos.

Recinto	Número de indivíduos	Taxa de aproximação	Taxa de display genital	Taxa de catação
1	3	0,157	0,040	0,030
2	3	0,143	0,003	0,060
3	3	0,133	0,007	0,053
4	4	0,255	0,005	0,010
5	5	0,170	0,002	0,016
6	4	0,203	0,000	0,053
7	4	0,150	0,000	0,028

#### 4.1.2 Prioridade de acesso ao alimento (alimentação no prato) e força da centralidade (métrica de rede social)

A prioridade de acesso ao alimento no prato mostra que, a posição dos indivíduos que chegaram em primeiro lugar se sustenta ao longo do experimento dentro dos grupos, enquanto a força da centralidade se manteve relativamente próxima entre os indivíduos dos grupos (Tabela 5). Não houve correlação significativa ( $r^2 = 0,17$ ) entre a prioridade de acesso ao alimento na alimentação cotidiana e a força da centralidade.

**Tabela 5:** Valores de “prioridade de acesso ao alimento” representado pelo número de vezes que cada indivíduo chegou em primeiro lugar na alimentação no prato, e valores de “força da centralidade” descritos para cada indivíduo dos grupos, gerado por Socprog 2.8, no experimento de forrageio social com híbridos de *Callithrix jacchus* e *C. penicillata*.

Recinto	Indivíduo	Sexo	Prioridade de acesso ao alimento	Força da centralidade
1	15	Macho	2	107
	17	Fêmea	2	124
	51	Macho	6	67
2	8	Fêmea	5	17
	11	Fêmea	1	21
	18	Macho	4	20
3	95	Fêmea	1	13
	96	Macho	1	15
	97	Macho	8	14
4	47	Macho	0	24
	50	Fêmea	10	25
	98	Fêmea	0	22
	99	Macho	0	25
5	90	Fêmea	0	14
	91	Fêmea	9	24
	92	Macho	0	18
	93	Macho	0	24
	94	Macho	1	28
6	40	Fêmea	5	29
	84	Macho	3	26
	86	Macho	1	20
	87	Macho	1	25
7	33	Macho	1	23
	35	Fêmea	7	19
	36	Fêmea	0	26
	75	Macho	2	22

## 4.2 Fase 2 - Forrageio social com a caixa

### 4.2.1 Descrição dos comportamentos na caixa de forrageio

Ao verem a caixa de forrageio no comedouro, os saguis se aproximaram rapidamente sem toca-la. À princípio, alguns cheiravam, mordiam e levantavam a caixa para descobrir sua função e outros abriam a tampa corretamente desde a primeira exposição. Contudo, nas repetições seguintes, os saguis mostraram comportamentos menos receosos em relação à novidade, se aproximando da mesma com mais confiança (Figura 5a-5b). Os grupos 3 e o 5 foram os únicos que não tiveram contato com a caixa anteriormente, no experimento semelhante realizado em 2013. No entanto, não foram observadas diferenças no comportamento desses grupos em relação aos que conheciam a caixa ou maior dificuldade em manipula-la pela tampa ou orifícios frontais durante o experimento. Em algumas rodadas, não houve sobra de tenébrios, mas alguns grupos menos ativos não se interessavam em manipular a caixa até o fim da recompensa. Não houve ocorrência de brigas, porém, alguns indivíduos se sentiam intimidados por vocalizações emitidas por um outro indivíduo do grupo, e se aproximavam apenas quando era permitido. Todos os indivíduos do grupo conseguiram manusear a caixa com tenébrios antes que a cobra fosse exposta na nona rodada de observação.

Na rodada em que a cobra foi colocada, os saguis se aproximaram normalmente da caixa, entretanto, ao verem a cobra, eles saltavam para longe e ficavam observando, alguns ainda emitiam vocalizações de alerta *ek ek* e *tsik*. Em geral, os saguis se aproximavam da caixa novamente por algumas vezes, sem coragem de abri-la e após algum tempo desistiam mantendo-se afastados. Nenhum tenébrio foi consumido por nenhum grupo nesta rodada em que a cobra permaneceu na caixa.

Na rodada seguinte, um dia após a cobra, os saguis se aproximavam com mais cautela para utilizar a caixa, mas alguns se atreveram a levantar a tampa e viram que não havia risco novamente, desse modo, usufruíram normalmente da recompensa. Nas rodadas posteriores, sem cobra, os grupos de saguis pareciam estar com menos receio e voltaram a comer os tenébrios sem desconfiança, mostrando um resultado maior de consumo.



**Figura 5:** Indivíduo híbrido de *Callithrix jacchus* e *C. penicillata* acessando o interior da caixa de forrageio em busca de recompensa através do orifício frontal; b) Indivíduo híbrido de *Callithrix jacchus* e *C. penicillata* acessando a recompensa através da tampa da caixa de forrageio social.

#### 4.2.2 Diferença entre os grupos

Não houve diferença significativa nos comportamentos de forrageio social entre os grupos, exceto para as variáveis “latência” na condição “antes da cobra” e “tempo na caixa” na condição “após a cobra” (Tabela 6).

**Tabela 6:** Resultado do teste ANOVA para diferença entre grupos, com a média dos comportamentos, desvio padrão, valor de  $f$  e valor de  $p$  em “latência”, “número de visitas” e “tempo na caixa” para os sete grupos utilizados, nas condições experimentais “antes da cobra” e “após a cobra”. (\*) representa valores de  $p$  significativo –  $p \leq 0,05$ .

Condição de forrageio	Variáveis de forrageio	$\bar{X}$ Recintos	Desvio padrão recintos	Valor $f$	Valor $p$
Antes da cobra	Latência	-1,189	0,558	3,406	<b>0,019*</b>
	Número de visitas	0,124	0,293	0,542	0,77
	Tempo na caixa	-0,086	0,373	0,595	0,731
Presença da cobra	Latência	-0,411	0,938	2,204	0,088
	Número de visitas	-0,132	1,451	0,35	0,901
	Tempo na caixa	-0,785	1,468	0,376	0,885
Após a cobra	Latência	-0,415	0,607	1,048	0,426
	Número de visitas	0,162	0,268	1,254	0,324
	Tempo na caixa	-0,423	0,518	6,323	<b>0,001*</b>

### 4.2.3 Diferença entre machos e fêmeas

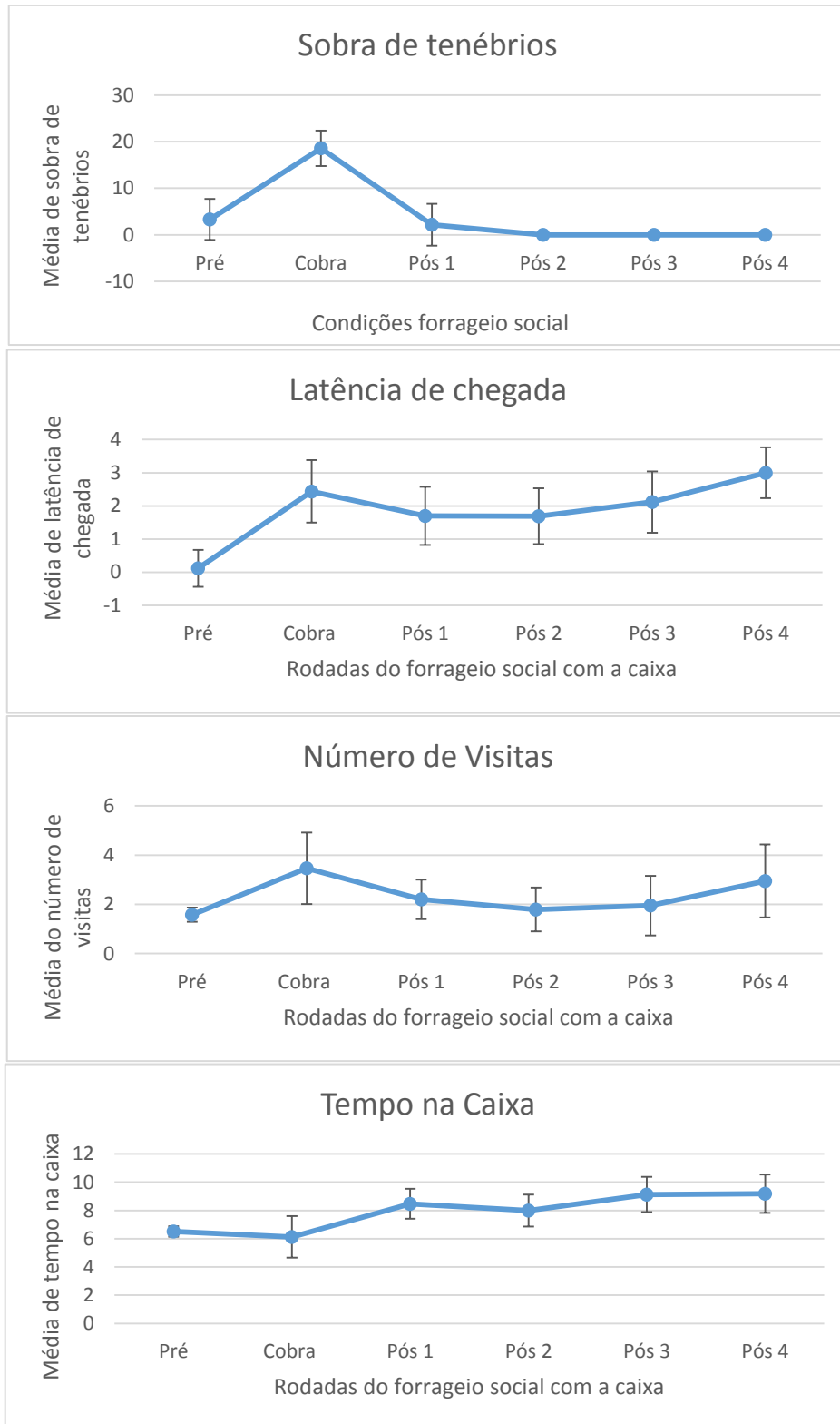
Não houve diferença significativa entre machos e fêmeas nas variáveis de forrageio social nas três condições experimentais (Tabela 7).

**Tabela 7:** Resultado do teste ANOVA com a média dos comportamentos, desvio padrão, valor de  $f$  e valor de  $p$  em “ordem de chegada”, “latência”, “número de visitas” e “tempo na caixa” para machos e fêmeas, nas condições experimentais “antes da cobra”, na “presença da cobra” e “após a cobra”. (\*) representa valores de  $p$  significativo –  $p \leq 0,05$ .

Condição de forrageio	Variáveis de forrageio	$\bar{X}$ fêmeas	Desvio padrão fêmeas	$\bar{X}$ machos	Desvio padrão machos	Valor $f$	Valor $p$
Antes da cobra	Ordem de chegada	0,353	0,185	0,332	0,210	0,068	0,797
	Latência	-1,185	0,624	-1,191	0,527	0,001	0,979
	Número de visitas	0,038	0,322	0,188	0,263	1,692	0,206
	Tempo na caixa	-0,196	0,437	-0,006	0,310	1,692	0,206
Presença da cobra	Ordem de chegada	0,314	0,241	0,340	0,234	0,072	0,791
	Latência	-0,432	1,070	-0,395	0,868	0,01	0,922
	Número de visitas	-0,453	1,661	0,104	1,285	0,933	0,344
	Tempo na caixa	-1,200	1,756	-0,480	1,188	1,559	0,224
Após a cobra	Ordem de chegada	0,176	0,188	0,267	0,252	1,009	0,325
	Latência	-0,427	0,651	-0,407	0,595	0,007	0,935
	Número de visitas	0,130	0,237	0,186	0,294	0,263	0,613
	Tempo na caixa	-0,433	0,627	-0,416	0,445	0,007	0,935

### 4.4 Diferenças entre os comportamentos antes da cobra, com a cobra e após a cobra

A Figura 6 mostra o comportamento dos saguis ao longo das rodadas sob as diferentes condições de forrageio social com a caixa.



**Figura 6:** Gráficos dos comportamentos ao longo das rodadas do experimento de forrageio social com a caixa com híbridos de *Callithrix jacchus* e *C. penicillata*. **(a)** Gráfico com médias da “sobra de tenébrios” por recinto. **(b)** Gráfico com médias de latência de chegada por indivíduo. **(c)** Gráfico com médias de número de visitas por indivíduo. **(d)** Gráfico com médias de tempo de permanência na caixa por indivíduo.



#### 4.5 Influência da prioridade de acesso ao alimento e força de centralidade nas três condições de forrageio social

A prioridade de acesso ao alimento mostrou influência em duas, das quatro variáveis observadas, nas diferentes condições de forrageio social com a caixa propostas, enquanto, a força da centralidade não apresentou valores significativos para nenhuma variável (Tabela 8).

**Tabela 8:** Resultados da análise de regressão linear com as variáveis “ordem de chegada”, “latência”, “número de visitas” e “tempo na caixa” sob influência das variáveis “prioridade de acesso ao alimento” e “força da centralidade”, com valores de  $p$  e  $r^2$  para cada variável nas condições experimentais “antes da cobra”, na “presença da cobra” e “após a cobra”. (\*) representa valores de  $p$  significativo –  $p \leq 0,05$ .

Condição de forrageio	Variáveis de forrageio	Prioridade de acesso ao alimento		Força da centralidade	
		Valor $p$	Valor $r^2$	Valor $p$	Valor $r^2$
Antes da cobra	Ordem de chegada	<b>0,053*</b>	0,147	0,333	0,039
	Latência	0,712	0,006	0,68	0,007
	Número de visitas	0,802	0,006	0,625	0,01
	Tempo na caixa	<b>0,009*</b>	0,251	0,211	0,064
Presença da cobra	Ordem de chegada	<b>0,054*</b>	0,147	0,777	0,003
	Latência	0,396	0,03	0,205	0,066
	Número de visitas	0,529	0,017	0,7	0,006
	Tempo na caixa	0,624	0,01	0,903	0,001
Após a cobra	Ordem de chegada	<b>0,009*</b>	0,254	0,584	0,013
	Latência	0,306	0,044	0,8	0,003
	Número de visitas	0,49	0,02	0,481	0,021
	Tempo na caixa	0,152	0,083	0,264	0,052

#### **4.6 Influência da prioridade de acesso ao alimento e força da centralidade nas três condições de forrageio social**

A prioridade de acesso ao alimento também apresentou influência sobre a ordem de chegada na caixa de forrageio quando analisada para os quatro dias separadamente após a cobra, enquanto, a força da centralidade mostrou influência apenas sobre uma única variável no primeiro dia (Tabela 9).

**Tabela 9:** Resultados da análise de regressão linear com as variáveis “ordem de chegada”, “latência”, “número de visitas” e “tempo na caixa” sob influência das variáveis “prioridade de acesso ao alimento” e “força da centralidade”, com valores de  $p$  e  $r^2$  para os quatro dias de observação separadamente “após a cobra”. (\*) representa valores de  $p$  significativo –  $p \leq 0,05$ .

Condição de forrageio	Variáveis de forrageio	Prioridade de acesso ao alimento		Força da centralidade	
		Valor $p$	Valor $r^2$	Valor $p$	Valor $r^2$
Dia 1 após a cobra	Ordem de chegada	<b>0,003*</b>	0,317	0,964	0,000
	Latência	0,363	0,035	0,543	0,016
	Número de visitas	0,375	0,033	<b>0,031*</b>	0,179
	Tempo na caixa	0,926	0,000	0,368	0,034
Dia 2 após a cobra	Ordem de chegada	<b>0,000*</b>	0,434	0,825	0,002
	Latência	0,584	0,013	0,299	0,045
	Número de visitas	0,437	0,025	0,101	0,108
	Tempo na caixa	0,554	0,015	0,514	0,018
Dia 3 após a cobra	Ordem de chegada	<b>0,006*</b>	0,270	0,910	0,001
	Latência	0,212	0,064	0,400	0,030
	Número de visitas	0,304	0,044	0,463	0,023
	Tempo na caixa	0,848	0,002	0,635	0,010
Dia 4 após a cobra	Ordem de chegada	<b>0,001*</b>	0,374	0,910	0,001
	Latência	0,751	0,004	0,548	0,015
	Número de visitas	0,790	0,003	0,384	0,032
	Tempo na caixa	0,703	0,006	0,468	0,022

## 5. Discussão

O número de registros de observações de interação social foi baixo em relação ao esperado para esta espécie. Alguns grupos apresentaram apenas quatro registros de catação em dez dias de observação e nenhum registro de *display genital*, mesmo em horários de maior atividade dos saguis. Catação pode ocupar mais de trinta por cento da fase ativa diária desses animais (Azevedo *et al.*, 1997). A baixa taxa de interação social pode ser explicada pelo fato da catação ser um comportamento utilizado como uma retribuição de benefícios. Altas taxas de catação podem ser encontradas em proporções simétricas quando ambos os indivíduos têm muito a oferecer, entretanto, em geral, dominantes tem mais a doar ao subordinado, permitindo sua permanência no grupo, acesso aos recursos e bom convívio. Isto sugere que, as relações de dominância talvez não sejam tão fortes e evidentes em alguns grupos, já que o número de indivíduos por grupo é pequeno e a troca de vantagens através da catação ou imposição de dominância através de *displays genitais* não seja necessária (Henzi e Barrett, 1999 e Waal, 2006). Neste caso, eventos de catação podem ocorrer por promover a troca de bem-estar. A proximidade entre os indivíduos sugere um comportamento afiliativo de interação entre o grupo e está em associação diretamente proporcional com a catação, e foram as únicas taxas utilizadas neste trabalho (Cerqueira, 2012).

Em geral os grupos responderam de forma semelhante nas três condições experimentais. As diferenças entre os grupos encontradas para a “latência antes da cobra” e o “tempo na caixa após a cobra” sugerem que os grupos apresentaram níveis diferentes de receio com a novidade imposta pela caixa. Enquanto alguns grupos foram mais atrevidos e se aproximaram logo que a caixa foi exposta, outros mantiveram uma latência maior até confiarem que era seguro se aproximar. O “tempo na caixa” está relacionado ao manuseio da caixa e ao tempo de permanência no comedouro. Alguns grupos, mostraram uma estratégia de chegar à caixa, examinar e ficar ao lado consumindo os tenébricos, enquanto outros grupos, mostraram uma estratégia de chegar à caixa, obter a recompensa e se afastar para consumir.

Não houve diferenças entre os sexos nas três condições experimentais. Fêmeas de primatas tem prioridade quando se trata de recursos alimentares devido ao alto investimento energético demandado pela reprodução e cuidado com a prole

(Bicca-Marques, 2003). Estudos mostram que machos e fêmeas tem respostas diferentes ao risco de predação. Essa relação é baseada, principalmente, pelas diferenças entre cuidado com a prole, necessidades energéticas e defesa de território. A literatura mostra argumentos conflitantes sobre esta questão: os machos demonstram menos cautela frente ao risco, pois o investimento parental é menor por isso em algumas espécies eles são os principais vigilantes do grupo (Koenig, 1998, Han et.al., 2015). Por outro lado, as fêmeas em sua maioria, possuem maiores necessidades nutricionais por causa da gestação, lactação e cuidado com a prole, por isso podem se arriscar mais para se alimentar (Lee, 1997; Strier, 2003). A ausência de diferenças entre os sexos obtida neste trabalho pode ter ocorrido por serem animais cativos, sem necessidade de vigilância assídua ou também pelos grupos serem constituídos de indivíduos esterilizados, sem prole para cuidar.

Houve um padrão temporal na tarefa de forrageio na caixa. A sobra de tenébrions nas primeiras rodadas sugere que esse foi o período de investigação, no qual os saguis ainda estavam conhecendo a novidade. A partir do quinto dia, a sobra se estabilizou mais próximo de zero até a rodada em que a cobra foi colocada junto aos tenébrions. Na rodada com o suposto predador, não houve consumo. Entretanto, nas rodadas seguintes, sem a cobra, o consumo voltou a se estabilizar, evidenciando o efeito de risco causado pela cobra artificial de borracha. Antes da exposição da cobra, os valores de latência eram próximos de zero, indicando confiança, os indivíduos rapidamente se dirigiam até a caixa quando era exposta. Porém, na rodada com a cobra e nas seguintes, os valores se mantiveram mais alto, podendo retratar o receio de um novo predador ser encontrado, evidenciando uma situação de risco. O número de visitas foi consideravelmente alto na rodada em que a cobra foi exposta, isto se deve a curiosidade dos animais ao ver algo que não existia antes, induzindo um comportamento de entrada e saída do comedouro repetidamente, no impasse entre comer ou se afastar de um possível perigo. Pode ter ocorrido também, que os animais não tenham identificado a cobra como um predador instantaneamente, já que não havia informações sobre o contato prévio desses indivíduos com cobras. O tempo de permanência na caixa aumentou discretamente ao longo das rodadas, logo após perceberem que não havia risco de predação novamente na caixa de forrageio exposta durante o experimento.

As respostas dos saguis a cobra de borracha indicam que responderam ao modelo da mesma forma que a um predador. Estudos anteriores que apresentaram cobras verdadeiras, artificiais e fotografias, e obtiveram resposta de comportamento de alerta dos animais ao ver a réplica, mas apenas ao ter tido a visão prévia de uma verdadeira (Emile e Barros, 2009). Pode ser possível que os saguis deste estudo já houvessem avistado uma cobra em situações anteriores. No entanto, aquele estudo também verificou que a resposta ao estresse pode ser reduzida quando o indivíduo tem alternativas de minimizar ou neutralizar o risco através de fuga ou ataque. A redução da resposta ao risco também pode ser reduzida pela presença de coespecíficos, que podem dar suporte em eventuais situações de predação, transmitindo segurança e promovendo confiança (Almeida et al., 2006).

Neste trabalho, a “prioridade de acesso ao alimento” e a “força da centralidade” foram utilizadas como duas vertentes para avaliar o comportamento dos saguis sob as condições de forrageio social e risco. Apesar destas duas variáveis seguirem um contexto social, elas não estiveram correlacionadas estatisticamente neste experimento, desta forma foram consideradas ramificações para abordagens diferentes e forneceram os seguintes resultados:

**Objetivo 1 - verificar a influência da interação social cotidiana (força da centralidade – métrica de rede social) nos comportamentos de forrageio social e forrageio social sob condições de risco de predação**

A “força da centralidade” não foi significativa para nenhuma das variáveis testadas. Todavia, um fator influente neste resultado pode ter sido a origem dos animais, que diferencia dos demais estudos (Mommer e Bell, 2013; Edgar et al., 2016). Os animais deste trabalho não possuem grau de parentesco confirmado ou idade conhecida. Estudos apontam que grupos de saguis cativos não familiares podem apresentar menos coesão social (Epple, 1978). Outro fator importante a ser ressaltado é o número de indivíduos por grupo utilizado neste trabalho. Em saguis, o tamanho dos grupos varia entre 3 a 15 indivíduos, com número médio ideal de 5 a 8 indivíduos. Grupos que extrapolam esses números podem ser instáveis e apresentar menos comportamentos característicos comuns (Digby, Ferrari, e Saltzman, 2010; Brent et al, 2011). O presente experimento contou com grupos entre 3 e 5 indivíduos, que foge do padrão comum. O fato de que apenas um grupo era formado por 5 indivíduos, enquanto os demais variou entre 3 e 4 saguis, pode ter induzido as baixas taxas de

comportamentos sociais, situação observada também em experimentos anteriores com estes mesmos grupos (Jóia, 2014). Com base nestes resultados, a hipótese que “a posição na rede social do indivíduo é um fator determinante no comportamento de forrageio social, especialmente sob situações de risco” deve ser rejeitada neste experimento.

## **Objetivo 2 - verificar a influência da prioridade de acesso ao alimento (alimentação no prato) nos comportamentos de forrageio social e forrageio social sob condições de risco de predação**

De forma geral, a “prioridade de acesso ao alimento” explicou melhor os resultados do que a “força da centralidade”. Os valores de “prioridade de acesso ao alimento” mostraram uma influência significativa sobre a ordem de chegada dos indivíduos em todas as condições de forrageio social com a caixa. Esta influência também pode ser constatada na “ordem de chegada” em todos os dias separados “após a cobra”, onde cada dia foi significativamente relacionado à “prioridade de acesso ao alimento”. O resultado deste trabalho pode ter sido refletido pelo fato da caixa ter sido exposta no comedouro e de que desde a primeira rodada, os indivíduos já puderam constatar a presença da recompensa oferecida dentro da caixa, deixando então de ser apenas um objeto de enriquecimento e tornando-se item alimentar (Garber, 2000 e Bicca-Marques, 2003). Contudo, a hipótese que “a prioridade de acesso ao alimento (alimentação no prato) é um fator determinante no comportamento de forrageio social, especialmente sob situações de risco”, proposta neste estudo pode ser aceita pela confirmação da predição abordada.

## **6. Conclusão**

- Apesar do pequeno número de indivíduos terem influenciado os dados de interação social, pôde-se gerar resultados consideráveis sobre forrageio social.
- A hipótese que “a posição na rede social do indivíduo é um fator determinante no comportamento de forrageio social, especialmente sob situações de risco” foi rejeitada.
- A hipótese que “a prioridade de acesso ao alimento (alimentação no prato) é um fator determinante no comportamento de forrageio social, especialmente sob situações de risco” foi aceita.

- Novos experimentos sobre esta abordagem devem ser realizados com maior número de indivíduos para garantir a estabilidade e coesão dos grupos.



## 7. Referências bibliográficas

Abbott Dh & Hearn Jp (1978). Physical, hormonal and behavioral aspects of sexual development in marmoset monkey, *Callithrix Jacchus*. *Journal Of Reproduction And Fertility*, 53: 155-166.

Abbott Dh, Mcneilly As, Lunn Sf et al. (1981). Inhibition of ovarian function in subordinate female marmoset monkeys (*Callithrix Jacchus Jacchus*). *Journal Of Reproduction And Fertility*, 63: 335-345.

Alexander, R. D. (1974). The evolution of social behavior. *Annual Review Of Ecology And Systematics*, 5(1), 325-383.

Almeida, M. V. D. E.; Medeiros, H.; Paula, G. D. E.; Tavora, R. S. (2006). Observer effects on the behavior of non-habituated wild living marmosets (*Callithrix jacchus*). *Revista de etologia*, 8(2), 81–87.

Alonso, C., Faria, D.S.D., Langguth, A., Santee, D.F., 1987. Variação da pelagem na área de intergradação entre *Callithrix jacchus* e *Callithrix penicillata*. *Revista Brasileira De Biologia*, 47(4): 465-470.

Azevedo, C.V.M., Braga, K.R.G., Silva, L.C., Menezes, A.A.L., & Moreira, L.F.S., 1997. Influência dos fatores sociais no ritmo circadiano de catação do sagüi comum (*Callithrix jacchus*) em cativeiro. *A Primatologia No Brasil*, 5, 269-277.

Barrett, L., Henzi, S. P., Weingrill, T., Lycett, J. E., & Hill, R. A. (1999). Market forces predict grooming reciprocity in female baboons. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 266(1420), 665-670.

Bicca-Marques, J. C. (2003). Sexual selection and foraging behavior in male and female tamarins and marmosets. *Sexual selection and reproductive competition in primates: new perspectives and directions*, 455-475.

Bicca-Marques, J. C., & Garber, P. A. (2003). Experimental field study of the relative costs and benefits to wild tamarins (*saguinus imperator* and *S. fuscicollis*) of exploiting contestable food patches as single-and mixed-species troops. *American Journal of Primatology*, 60(4), 139-153.

Bicca-Marques, J.C. & Garber, P.A., (2005). Use Of Ecological Information In Tamarin Foraging Decisions. *International Journal Of Primatology*, 26(6):1321-1345.

Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Freeman, L. C. (1999). UCINET 6.0 Version 1.00. *Natick: Analytic Technologies*.

Brent, L. J., Lehmann, J., & Ramos-Fernández, G. (2011). Social network analysis in the study of nonhuman primates: a historical perspective. *American Journal of Primatology*, 73(8), 720-730.

Caine, N. G. (1998). Cutting costs in response to predatory threat by Geoffroy's marmosets (*Callithrix geoffroyi*). *American Journal of Primatology*, 46(3), 187-196.

Cerqueira R.C., (2012). O papel das relações sociais e da atenção social durante tarefas cooperativas em *Callithrix jacchus*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte, Natal.

Cheney, D. L., & Seyfarth, R. M. (1992). *How monkeys see the world: inside the mind of another species*. University Of Chicago Press.

Clarke Mr, Kaplan Jr, Bumsted Pt Et Al. (1986). Social dominance and serum testosterone concentration in dyads of male *Macaca fascicularis*. *Journal Of Medical Primatology*, 15: 419-432.

Coe, C. L., Franklin, D., Smith, E. R., & Levine, S. (1982). hormonal responses accompanying fear and agitation in the squirrel monkey. *Physiology & Behavior*, 29(6), 1051-1057.

Coimbra-Filho, A.F. & Mittermeier, R.A., 1976. Exudate-eating and tree gouging in marmosets. *Nature*, 262(5569): 630.

Croft, D. P., Madden, J. R., Franks, D. W., & James, R. (2011). Hypothesis testing in animal social networks. *Trends in Ecology & Evolution*, 26(10), 502-507.

De Miranda, G. H. B., & De Faria, D. S. (2001). Ecological aspects of black-pincelled marmoset (*Callithrix penicillata*) in the cerradão and dense cerrado of the Brazilian central plateau. *Brazilian Journal of Biology*, 61(3), 397-404.

De Waal, F. B., & Brosnan, S. F. (2006). Simple and complex reciprocity in primates. In *cooperation in primates and humans*(pp. 85-105). Springer Berlin Heidelberg.

Del-Claro, K. Comportamento Animal: Uma introdução à ecologia comportamental. Jundiaí: Editora Livraria Conceito, 2004; P.79-84.

Di Bitetti, M. S. (1997). Evidence for an important social role of allogrooming in a platyrrhine primate. *Animal Behaviour*, 54(1), 199-211.

Di Bitetti, M.S. & Janson, C.H., (2001). Social foraging and the finder's share in capuchin monkeys, *Cebus apella*. *Animal Behaviour*, 62(1): 47-56.

Digby, L.J., (1995). Social organization in a wild population of *Callithrix jacchus*: ii. intragroup social behavior. *Primates*, 36: 361-375.

Digby, L.J., Ferrari, S.F. & Saltzman, W., (2010). Callitrichines: the role of competition in cooperatively breeding species. In: Campbell Cj, Fuentes A, Mackinnon Kc, Bearder Sk & Stumpf Rm (Eds.) *Primates in perspective*, 2nd Ed. Oxford University Press, New York, P. 91-107.

Edgar, J.; Held, S.; Paul, E.; Pettersson, I.; l'Anson P., R.; Nicol, C. (2015). Social buffering in a bird. *Animal behaviour*, 105, 11–19.

Ely, D. L., & Henry, J. P. (1978). Neuroendocrine response patterns in dominant and subordinate mice. *Hormones And Behavior*, 10(2), 156-169.

- Emile, N., & Barros, M. (2009). Recognition of a 3D snake model and its 2D photographic image by captive black tufted-ear marmosets (*Callithrix penicillata*). *Animal cognition*, 12(5), 725-732.
- Epple, G. (1978). Lack of effects of castration on scent marking, displays, and aggression in a South American primate (*Saguinus fuscicollis*). *Hormones and behavior*, 11(2), 139-150.
- Epple, G. I. S. E. L. A. (1975). The behavior of marmoset monkeys (*Callithricidae*). *Primate Behavior: Developments In Field And Laboratory Research*, 4, 195-239.
- Ferrari, S. F., (1996). A vida secreta dos sagüis. *Ciência Hoje*, 20 (119): 18-25.
- Garber, P.A., (2000). The ecology of group movement: evidence for the use of spatial, temporal, and social information by some primate foragers. In: Boinski S & Garber Pa (Eds.) *On the move: how and why animals travel in groups*. The University Of Chicago Press, Chicago, P. 261-298.
- Giraldeau, L. A., & Caraco, T. (2000). *Social foraging theory*. Princeton University Press
- Han, C. S.; Jablonski, P. G.; Brooks, R. C. (2015). Intimidating courtship and sex differences in predation risk lead to sex-specific behavioural syndromes. *Animal Behaviour*, 109, 177–185.
- Harding Rso (1980). Agonism, ranking and social behavior of adult male baboons. *American Journal Of Physical Anthropology*, 55: 203-216.
- Hemelrijk, C. K., & Luteijn, M. (1998). Philopatry, male presence and grooming reciprocation among female primates: a comparative perspective. *Behavioral Ecology And Sociobiology*, 42(3), 207-215.
- Hinde, R. A. (1976). Interactions, relationships and social structure. *Man*, 1-17.
- Hirsch, B. T. (2007). Costs and benefits of within-group spatial position: a feeding competition model. *The Quarterly review of biology*, 82(1), 9-27.
- Jacobs, A., Sueur, C., Deneubourg, J. L., & Petit, O. (2011). Social network influences decision making during collective movements in brown lemurs (*Eulemur fulvus fulvus*). *International Journal of Primatology*, 32(3), 721-736.
- Jóia, L.R. (2014) Influência da posição hierárquica nas dinâmicas de forrageio social em grupos de híbridos de *Callithrix* spp. em cativeiro. Monografia. Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro.
- Koenig A. (1998). Visual scanning by common marmosets (*Callithrix jacchus*): functional aspects and the special role of adult males. *Primates*, 39:85-90.
- Lazaro-Perea, C., De Fátima Arruda, M., & Snowdon, C. T. (2004). Grooming as a reward? Social function of grooming between females in cooperatively breeding marmosets. *Animal Behaviour*, 67(4), 627-636.

- Lee, P. (1997). The meanings of weaning: growth, lactation, and life history. *Evolutionary Anthropology*, 5, 87–96
- Lessa, M.A.M., 2009. Bem estar em cativeiro: análise e planejamento da ocupação do tempo em macacos-prego (*Cebus Apella*). Dissertação De mestrado. Programa de pós graduação em teoria e pesquisa do comportamento. Universidade Federal Do Pará. Belém, Pará.
- Lima, S. L., & Dill, L. M. (1990). Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian journal of zoology*, 68(4), 619-640.
- Meunier, H., Leca, J. B., Deneubourg, J. L., & Petit, O. (2006). Group movement decisions in capuchin monkeys: the utility of an experimental study and a mathematical model to explore the relationship between individual and collective behaviours. *Behaviour*, 143(12), 1511-1527.
- Mitchell, G., & Tokunaga, D. H. (1976). Sex differences in nonhuman primate grooming. *Behavioural Processes*, 1(4), 335-345.
- Mommer, B. C., & Bell, A. M. (2013). A test of maternal programming of offspring stress response to predation risk in threespine sticklebacks. *Physiology & behavior*, 122, 222-227.
- Norcross, J. L., & Newman, J. D. (1999). Effects of separation and novelty on distress vocalizations and cortisol in the common marmoset (*Callithrix jacchus*). *American Journal of Primatology*, 47(3), 209-222.
- Petit, O., Gautrais, J., Leca, J. B., Theraulaz, G., & Deneubourg, J. L. (2009). Collective decision-making in white-faced capuchin monkeys. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 276(1672), 3495-3503.
- Price, E. E., & Stoinski, T. S. (2007). Group size: determinants in the wild and implications for the captive housing of wild mammals in zoos. *Applied Animal Behaviour Science*, 103(3), 255-264.
- Rylands, A. B. (1993). Marmosets and tamarins: Systematics, behaviour and ecology.
- Rylands, A.B. & Faria, D.S., (1993). Habitats, feeding ecology, and home range size in the genus *Callithrix*. In: Rylands Ab (Ed.) Marmosets and tamarins: systematics, behaviour and ecology. Oxford University Press, Oxford, P. 262-272.
- Rylands, A.B., (1989). Sympatric brazilian Callitrichids: the black tufted-ear marmoset, *callithrix kuhli*, and the golden-headed lion tamarin, *Leontopithecus Chrysomelas*. *Journal Of Human Evolution*, 18: 679-695.
- Saltzman W, Severin Jm, Schultz-Darken Nj Et Al. (1988). Behavioral and social correlates of escape from suppression of ovulation in female common marmosets housed with the natal family. *American Journal Of Primatology*, 41: 1-21.
- Sandri, C., Sammarini, C., Regaiolli, B., Spiezio, C., & Piccirillo, A. (2017). Reproduction and monogamy in captive flock of greater flamingos (*Phoenicopterus Roseus*). *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 1-11.

- Sassenrath, E. N. (1970). Increased adrenal responsiveness related to social stress in rhesus monkeys. *Hormones And Behavior*, 1(4), 283-298.
- Seyfarth, R. M. (1977). A model of social grooming among adult female monkeys. *Journal Of Theoretical Biology*, 65(4), 671-698.
- Stevenson, M. F., & Poole, T. B. (1976). An ethogram of the common marmoset (*Calithrix Jacchus Jacchus*): general behavioural repertoire. *Animal Behaviour*, 24(2), 428-451.
- Stevenson, M.F. & Rylands, A.B., 1988. The marmosets: genus *Callithrix*. in: ecology and behaviour of neotropical primates. (Mittermeier, R.A., Rylands, A.B., Coimbra-Filho, A., Fonseca, G.A.B., Eds.) Littera Maciel Ltda. Washington, D.C, P. 131-222.
- Sussman, R.W. & Kinzey, W.G., 1984. The ecological role of the Callitrichidae: A Review. *American Journal Of Physical Anthropology* 64(4): 419-449.
- Thierry, B., Singh, M., & Kaumanns, W. (Eds.). (2004). *Macaque societies: a model for the study of social organization* (Vol. 41). Cambridge University Press.
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social network analysis: methods and applications* (Vol. 8). Cambridge University Press.
- Wey, T., Blumstein, D. T., Shen, W., & Jordán, F. (2008). Social network analysis of animal behaviour: a promising tool for the study of sociality. *Animal Behaviour*, 75(2), 333-344.
- Whitehead, H. (2008). Analyzing animal societies: quantitative methods for vertebrate social analysis. Chicago: University of Chicago Press.
- Whitehead, H. (2009). SOCPROG programs: analysing animal social structures. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 63(5), 765-778.
- Wrangham, R. W. (1980). An ecological model of female-bonded primate groups. *Behaviour*, 75(3), 262-300.
- Zuberbühler, K., Jenny, D., & Bshary, R. (1999). The predator deterrence function of primate alarm calls. *Ethology*, 105(6), 477-490.