

Universidade de Brasília

Instituto de Biologia

Programa de Pós Graduação em Biologia Animal

SOCIALIDADE E ACESSO A  
RECURSOS ALIMENTARES POR  
FÊMEAS DE SAGUIS (*Callithrix  
penicillata*) EM GRUPOS EM AMBIENTE  
NATURAL

Ita de Oliveira e Silva

Orientadora: Prof. Dra. Regina H. F. Macedo

Tese apresentada ao programa  
de Pós Graduação em Biologia  
Animal da Universidade de  
Brasília como requisito parcial  
para a obtenção do grau de  
Doutor em Biologia Animal

Brasília, 2008

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

ITA DE OLIVEIRA E SILVA

SOCIALIDADE E ACESSO A RECURSOS ALIMENTARES POR FÊMEAS DE SAGUIS (*Callithrix penicillata*) EM GRUPOS EM AMBIENTE NATURAL.

Tese apresentada ao programa de Pós Graduação em Biologia Animal da Universidade de Brasília como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Biologia Animal.

Banca Examinadora:

---

Profª Drª Regina H. F. Macedo (Orientador – UnB)

---

Profª Drª Maria Bernardete C. de Sousa (Membro Titular Externo – UFRN)

---

Profª Drª Patrícia Izar (Membro Titular Externo – USP)

---

Profª Drª Marília Barros (Membro Titular Interno – UnB)

---

Profª Drª Giane Regina Paludo (Membro Titular Externo – UnB)

---

Prof. Dr. Raimundo Paulo B. Henriques (Membro suplente – UnB)

*Aos grandes amores que tenho: Izabel, Nestor e Vanner*

## SUMÁRIO

<b>Agradecimentos</b>	vi
<b>Resumo</b>	viii
<b>Abstract</b>	x
<b>Introdução</b>	
<b>A Biologia do gênero <i>Callithrix</i> e aspectos gerais relacionados ao <i>Callithrix penicillata</i>.</b>	1
Referências	7
<b>Capítulo 1: Relações de dominância em fêmeas de sagüis (<i>Callithrix penicillata</i>).</b>	
Introdução	10
Materiais e Métodos	14
Resultados	19
Discussão	30
Referências	35
<b>Capítulo 2: Flexibilidade comportamental e reprodutiva garantem igualdade na aquisição de goma para fêmeas de sagüis (<i>C. penicillata</i>)?</b>	
Introdução	43
Materiais e Métodos	48
Resultados	51
Discussão	58

Referências	64
-------------	----

**Capítulo 3: Influências da sazonalidade na área de uso e no orçamento comportamental de fêmeas de sagüis (*Callithrix penicillata*).**

Introdução	69
Materiais e Métodos	72
Resultados	75
Discussão	84
Referências	89
<b>Considerações Finais</b>	<b>94</b>

## AGRADECIMENTOS

- Orientador é aquele que aconselha, direciona, guia, conduz. Ou é aquele que inspira você, servindo-lhe de modelo. Talvez não exista definição mais correta para você, Regina, minha Querida Orientadora. Obrigada.
- Aos Membros da Banca Examinadora por aceitarem o convite de participar desta defesa e poder enriquecer, cada um com sua experiência, ainda mais este trabalho.
- Aos “macacólogos”, que me acompanharam nesta longa jornada e sem os quais este trabalho não seria possível: Aline, Camila, Cecília, Christiane, Denis, Denise, Edison Rogério, Fernandinha, Gabriel, Isabel, Juliana, Letícia, Maíra, Marcelle, Mariana, Mônica, Nadja, Paulo, Samara, Samuel, Sofia, Tainá, Wellington, Vítor. Esta conquista é de todos nós... Obrigada pelo amor o qual se dedicaram.
- Ao Vanner, por ser o melhor companheiro que eu poderia ter em tantas horas difíceis. Temos ainda uma longa jornada pela frente. Não nos falta amor, amizade e assunto. Aprendo a cada dia mais a compreender-te, admirar-te e amar-te.
- Aos meus pais pelo esforço e estímulo durante toda a minha vida.
- A minha família: Deda, Manão, Titina, Obsen, Aurinha, Flavinho, Hugo César, Filipe, Carolina, Caio, Leonardo, Lucas, Isabela, Tia Ana, Jeane, Ivan, Nilza, Lazaro e Ivan Tito. Obrigada pelo carinho, sorrisos, amizade, amor, compreensão. Nenhuma palavra pode expressar o sentimento de gratidão que tenho por cada um de vocês.
- As minhas amigas, irmãs de coração, por tudo que vocês significam para mim: Michelinne e Ângela.
- As amigas Marília, Mariella e Laurinha, obrigada pela amizade e pelos tantos momentos felizes que passamos. Saibam que este é mais um. NM!
- Ao amigos que, seja pelo conhecimento específico, seja pelo carinho, deixaram suas obrigações para me auxiliar neste momento final: Werner Luis, Denise, Nadja, Carolina, Caio César.
- Ao meu Amigo Christian Hoffman, pelo apoio científico através dos artigos enviados e do material de campo trazido a cada final de ano, quando vem ao Brasil.
- Aos vários, tantos outros amigos encontrados no caminho... Obrigada pela convivência.
- A amiga Carol Valadares, representando a Assessoria de Imprensa da UnB pela divulgação deste trabalho.

- A Tais e Prof<sup>a</sup> Elisabete que tão bem representam a Pós Graduação em Biologia Animal,
- Ao Jardim Botânico de Brasília pelo apoio. Porteiros, secretárias, funcionários e diretores: obrigada pelo auxílio e carinho.
- Ao IBAMA pela autorização concedida para este estudo.
- Ao Luis Carlos (UFRN) pelo empenho na análise dos dados endócrinos.
- As Instituições de Ensino Superior: CEUB, Faculdade JK e UNIPLAC, pela compreensão de coordenadores e alunos, nos momentos onde o ajuste de aulas foi necessário. Queridos alunos, mesmo que vocês sejam centenas a cada semestre, todos têm um pouquinho de participação neste trabalho, pois cada um deixou um pouquinho de si em minha jornada como professora.
- Aos meus alunos de monografia: Fátima, Cirlene, Juliana, Ana Kadidja, Luciene, Maria Quitéria e Gulliver. Espero que vocês continuem se dedicando ao aprendizado contínuo. Saibam que eu também aprendi e aprendo muito com vocês.
- Aos meus sujeitos de estudo, “meus miquinhos”, por permitirem o *Big Brother* quase que diário de suas vidas. Espero que agora vocês alcancem a fama devida...
- A Deus, não por último, mas sobre todas as coisas, por ter me dado a oportunidade de ter uma longa lista a quem agradecer... sendo impossível me lembrar de todos. Por permitir momentos tão sublimes (exceto pelos carrapatos) neste trabalho realizado. Cotidianamente, pude me extasiar com sua tão maravilhosa criação.

## RESUMO

O sagui do cerrado ou mico estrela (*Callithrix penicillata*) é um primata bem descrito para suas características fisionômicas, mas as características sociais, comportamentais e reprodutivas específicas são pouco conhecidas. Poucos são os trabalhos sobre a ecologia comportamental que abordam a socialidade deste calitriquídeo. Vivendo em um ambiente com marcante variação sazonal de chuvas e seca, com reduzida oferta de recursos, acredita-se que o *C. penicillata* desenvolveu mecanismos comportamentais flexíveis para a reprodução. Estes mecanismos são particularmente intrigantes, quando se considera o alto custo reprodutivo para fêmeas, um sistema de acasalamento monogâmico, o cuidado da prole estendido e o sistema hierárquico em que fêmeas subordinadas não se reproduzem. Este estudo objetivou investigar os mecanismos de hierarquização social em fêmeas de *C. penicillata*, com ênfase nos comportamentos sociais, na exploração de recursos alimentares e uso do espaço. Dois grupos de sagüis do cerrado foram observados pelo método de animal focal e registro instantâneo, de janeiro de 2006 a outubro de 2007, em diferentes fases do dia, no Jardim Botânico de Brasília. Foi observado o comportamento alimentar, o comportamento social e o uso do espaço de três fêmeas adultas de cada grupo. No primeiro grupo, duas fêmeas, uma considerada dominante e a outra subordinada, reproduziram. No segundo grupo, somente uma fêmea reproduziu e as relações de dominância foram menos frequentes e explícitas. Embora a primazia alimentar por parte das fêmeas reprodutoras não tenha sido estatisticamente evidenciada, dominantes utilizaram-se da primazia de acesso a recursos alimentares, realizando maiores taxas de agonismo. Em ambos os grupos ocorreu o cleptoparasitismo em um teste com suplementação artificial com bananas. Embora as fêmeas dos dois grupos, principalmente a do grupo 1, apresentem maiores níveis de agressão, diferenças no perfil hormonal (estrógenos, progesterona e cortisol) não foram observadas, num contexto geral. Reprodutoras, no entanto, possuem maiores níveis de progesterona fecal quando comparadas a não reprodutoras. Sendo assim, as reprodutoras, as quais as demandas da reprodução são maiores, devem adotar estratégias comportamentais diferenciadas para a obtenção de recursos que possam suportar o alto custo reprodutivo. Estas estratégias não se refletem no perfil hormonal e nas frequências dos comportamentos alimentares, mas sim nos comportamentos sociais e em um uso espacial e temporal flexível dos recursos alimentares oferecidos. Na árvore de goma, o comportamento das fêmeas reprodutoras dentro de um mesmo grupo foi similar, porém a subordinada pareceu variar espaço

temporalmente no uso dos recursos como a goma de forma a não disputar o mesmo recurso com a dominante. Além disso, a fêmea reprodutora parece assegurar o consumo da melhor goma a ser consumida por chegar primeiro à árvore e por utilizar preferencialmente os locais da árvore com maior número de escarificações ativas e mais seguras em relação a predadores. Fases de maiores e menores demandas energéticas, devido ao alto custo reprodutivo, não alteram o comportamento das fêmeas na árvore. As fêmeas apresentaram comportamentos e uso do espaço semelhantes em ambas as estações, com exceção de que o comportamento parado foi maior na estação seca. A área de uso parece ser bem delimitada para cada grupo e não parece sofrer variações em função da sazonalidade. Maiores frequências do comportamento parado na estação seca podem estar relacionadas a fatores como a termoregulação ou a predação. As frequências para cada um dos comportamentos realizados pelas fêmeas parecem indicar que cada animal possui uma estratégia individual diante das oscilações ambientais e sociais. Estudos abordando as relações entre o comportamento de machos e fêmeas, outros aspectos fisiológicos (peso, hemograma, parasitologia) e ainda o grau de parentesco entre os animais de um determinado grupo e entre grupos que utilizam uma mesma área podem auxiliar na complementação dos resultados aqui descritos.

**Palavras chave:** sagüi do cerrado; hierarquia; primazia alimentar; custo reprodutivo

## ABSTRACT

The Cerrado or black tufted-ear marmoset (*Callithrix penicillata*) is a well described primate in terms of its physical characteristics, but its social, behavioral and reproductive characteristics are not well known. There are few studies of this calitrichid concerning its behavioral ecology related to sociality. Living in an environment with striking seasonal climatic variation (rainy and dry periods), with reduced food resources, it is believed that *C. penicillata* developed flexible behavioral mechanisms for reproduction. These mechanisms are remarkable, considering the high cost of reproduction for females, the monogamous mating system, the extended care of offspring and the hierarchical system wherein subordinate females do not reproduce. The objective of this study was to investigate the mechanisms of social stratification for *C. penicillata* females, with an emphasis on social behavior, exploration of food resources and use of space. Two groups of black tufted-ear marmosets were observed through the focal animal and instantaneous scan methods, from January 2006 to October 2007, in different moments of the day, in Brasilia's Botanical Garden. Foraging and social behavior and the use of space by three adult females of each group were observed. In the first group, two females reproduced, one of them considered dominant and the others subordinates. In the second group, only one female reproduced, and the dominance relationship was observed less frequently and seemed less explicit. Despite the fact that the dominant females of both groups, particularly of Group 1, showed high levels of agonistic behavior, no differences in hormonal profile (estrogens, progesterone and cortisol) among individual females were observed. Reproductive females, however, showed higher fecal progesterone levels compared to non-reproductive females. Reproductive females, with high energetic requirements related to reproduction, have to adopt different behavioral strategies to gain the food resources needed. These strategies seem not to reflect on hormonal profile and feeding behavior frequencies, but rather in social behavior and flexible spatial and temporal use of the food resources. On the exudate tree, behaviors of reproductive females within the group were similar, but the subordinate female seemed to vary the use of resources (i.e., gum), in space and through time, in order to decrease the competition for the same resource with the dominant. Moreover, the reproductive female seems to guarantee the use of better gum because she arrives first on the tree and uses preferential sites, with a higher number of active bark scrapings and that may be more protected from predators. Phases of higher or

lower energy consumption, due to reproductive costs appear not to change the behavior of females in the exudate tree. Females presented similar behaviors and home range use during both rainy and dry seasons, but “inactive” behavior (i.e., stop) was highest during the dry season. Home range seems well marked for each group and did not vary as a function of seasonality. The highest frequencies of inactive behavior, during the dry season, may be related to factors such as thermoregulation and protection from predators. The behavioral frequencies for each female seem to indicate that each animal presents individual strategies because of environmental and social variations. Studies showing the relations between male and female behaviors, physiological factors (weight, hemogram, parasitology) and genetic relatedness between the animals within and between groups using the same area will help to complement the results described in the present study.

**Key words:** cerrados’s marmoset; hierarchy; feeding superiority; reproductive costs



# *Introdução*

“No final, vamos conservar apenas aquilo que amamos e amar apenas aquilo que compreendemos”

Baba Dioum

### **A Biologia do gênero *Callithrix* e aspectos relacionados ao *Callithrix penicillata*.**

*Callithrix penicillata* (mico-estrela ou sagüi do cerrado) é um primata do Novo Mundo, de pequeno porte (300 a 450 g), e sem aparente dimorfismo sexual. Apresenta cabeça escura (pelagem preta ou marrom) com uma mancha branca na testa, típica da espécie, o que lhe assegura o nome de mico estrela. Apresenta tufo pré-auriculares pretos, a coloração do corpo é, em geral, acinzentada e a cauda apresenta listras brancas e pretas intercaladas. A cauda mede, em média, 35 cm, não possui a função preênsil e é usada apenas para manter o equilíbrio do animal nas árvores. O *C. penicillata* apresenta características morfológicas que são responsáveis pela grande adaptação destes animais ao ambiente, como a ausência do dente terceiro molar, adaptada à insetivoria, porém presente em várias outras espécies de primatas. Os membros superiores são mais curtos que os inferiores, e apresentam unhas em forma de garras, exceto no hálux (STEVENSON & RYLANDS, 1988).

Embora bem descrito para suas características morfológicas, os aspectos sociais, comportamentais e reprodutivos específicos foram pouco explorados. Na década de 80 emergiram vários trabalhos que tentaram elucidar as falhas existentes no conhecimento desta espécie (FONSECA *et al.*, 1980; FONSECA & LACHER, 1984; FARIA, 1983, 1984; STEVENSON & RYLANDS, 1988). Porém, nas últimas décadas, poucos foram os trabalhos ecológicos, comportamentais e fisiológicos desenvolvidos em ambiente natural (MIRANDA, 1998; VILELA, 1999, 2002; CANALE, 2003; DECANINI, 2006), embora um crescente interesse tenha se apresentado por trabalhos em cativeiro (BOERE, 2002; BOERE *et al.*, 2005; BARROS *et al.*, 2002, 2003). Sendo assim, muito do que se sabe sobre as características da espécie ainda é baseado parcialmente no estudo da família e principalmente de seu congênere, o *Callithrix jacchus*.

A família Callitrichidae é representada pelos menores primatas do mundo, com pesos inferiores a um quilograma. Existem seis a sete gêneros de calitriquídeos: *Callithrix* sp., *Callimico* sp., *Leontopithecus* sp., *Saguinus* sp. (ROWE, 1999), *Mico* sp. e *Cebuella* sp. (RYLANDS *et al.*, 2000). *Callibella* é, ainda, um novo gênero amazônico proposto por Van Roosmalen e Van Roosmalen (2003). A alta taxa

predatória e a instabilidade do ambiente onde a maioria destas espécies se encontra leva à grande variação comportamental e morfológica da família. Possuem capacidade de responder rapidamente a alterações no seu meio, exigência essencial para animais que colonizam ambientes emergentes e instáveis (RYLANDS, 1986). Segundo Rylands (1986), características como a dieta baseada na gomivoria e o oportunismo alimentar constituem respostas às forças evolutivas e à constante ameaça de predadores.

Adaptados à vida arbórea, vivem em unidades sociais compostas por 2 a 15 indivíduos. Não há correlação significativa entre os tamanhos do grupo e das áreas ocupadas, sendo estas muito mais influenciadas pela distribuição e abundância dos principais recursos alimentares (RYLANDS, 1996). Por serem adaptados à vida arbórea, com locomoção vertical pelos troncos, diferentes oportunidades lhes são proporcionadas, tanto na alimentação como para outras necessidades, colaborando para o sucesso de sua distribuição geográfica (AURICCHIO, 1995). O *C. penicillata* possui a mais ampla distribuição geográfica de seu gênero. Constitui uma das espécies com comportamentos mais plásticos e, nesta amplitude geográfica, é notável a variedade de habitats ocupados pelo sagüi do cerrado: matas de galeria, matas secundárias e o cerradão (STEVENSON & RYLANDS, 1988). Em seus pequenos territórios são capazes de sobreviver no período de seca sazonal que atinge os cerrados do Brasil Central.

Em termos nutricionais, são considerados “otimizadores” de energia e o pequeno porte permite uma dieta bastante variada (RYLANDS & FARIA, 1993). São classificados como exudado-insetívoros, se alimentando basicamente de exudados de plantas (seiva, goma, resina e látex), insetos, aranhas, lagartos, caracóis, sapos, ovos, filhotes de pássaros, frutas, flores, brotos e botões. Os exudados constituem a principal fonte alimentar para esta espécie, fornecendo um importante aporte de carboidratos e sais minerais (cálcio, magnésio e potássio; FARIA, 1983; FONSECA & LACHER, 1984; FARIA, 1985; SANTEE & FARIA, 1985; STEVENSON & RYLANDS, 1988). Segundo Rylands (1996), a habilidade para explorar a goma durante o período ocasional ou sazonal de restrição de frutos, favoreceu o desenvolvimento de características como: dois nascimentos gemelares por ano, grupos maiores e mais estáveis e menores áreas de vivência, quando comparados a outros gêneros da família Callitrichidae.

A maturidade sexual dos calitriquídeos, evidenciada em *C. jacchus*, é atingida por volta dos 18 meses, sendo o grupo comumente composto por indivíduos em diversas fases do desenvolvimento, inclusive vários adultos de ambos os sexos, constituído

principalmente por uma família estendida e alguns imigrantes não aparentados (ABBOTT *et al.*, 1998; STEVENSON & RYLANDS, 1988). A reprodução parece ser monopolizada por um casal, que por meio de mecanismos de hierarquia de dominância, inibe a reprodução das outras fêmeas do grupo. Machos adultos, que não o macho dominante, podem copular com a fêmea dominante, mas raramente cópulas de fêmeas adultas não-reprodutivas podem ocorrer com machos do mesmo grupo ou de grupos vizinhos. O cuidado parental é realizado principalmente por machos adultos, que auxiliam no cuidado, alimentação pós-amamentação e deslocamento dos filhotes (ABBOTT *et al.*, 1998; STEVENSON & RYLANDS, 1988). Para os animais subordinados e não reprodutores, a experiência na criação de uma prole e a possibilidade de maior sucesso reprodutivo dentro do grupo que fora dele, com chances de reprodução no futuro, asseguram sua permanência (ABBOTT *et al.*, 1993). No entanto, a estrutura de acasalamento e social parecem ser flexíveis: monogamia (FERRARI & LOPES FERRARI, 1989; DIGBY & BARRETO, 1993), poliginia, poliandria cooperativa, cuidado parental, famílias estendidas, cooperação na criação dos filhotes, inibição das fêmeas subordinadas em grupos multimachos-multifêmeas (FARIA, 1985; DIGBY & FERRARI, 1994; DIGBY, 1995; SAVAGE & BAKER, 1996) são apenas alguns exemplos. O alto custo reprodutivo, assim como dificuldades associadas à dispersão e formação de novos grupos, assegura esta flexibilidade.

No âmbito reprodutivo, apresentam ainda algumas peculiaridades: ovulação pós-parto, 2 a 4 semanas após o nascimento dos filhotes (FRENCH *et al.*, 1996), fêmeas que podem gestar durante o período em que estão amamentando e cuidando dos filhotes, ausência de supressão lactacional da ovulação (ZIEGLER *et al.*, 1987), gemelaridade e rápido desenvolvimento dos filhotes que já nascem relativamente grandes (RYLANDS, 1996). A disponibilidade de recursos no habitat pode ser a chave para compreender os mecanismos fisiológicos que determinam a inibição reprodutiva, sendo também uma forma encontrada pelo casal reprodutor para monopolizar a cooperação do grupo no cuidado com os filhotes (RYLANDS, 1996). Portanto, a supressão reprodutiva, característica principalmente em fêmeas de calitriquídeos, constitui uma resposta fisiológica que é sensível a variáveis tais como: supressão social (interações agonísticas ou inibição dos comportamentos sexuais), supressão feromonal, idade, saúde, grau de parentesco e estado nutricional (BARRETT *et al.*, 1993; CARLSON *et al.*, 1997; SALTZMAN *et al.*, 1997; FRENCH *et al.*, 2003).

O conhecimento da biologia reprodutiva de *C. penicillata* pode conferir subsídios para que se avalie o status demográfico da espécie e a possibilidade de suporte de determinadas áreas para a sua manutenção, considerando o potencial de expansão ou declínio de populações selvagens. Além disso, o pouco conhecimento da organização social e reprodutiva dos grupos de calitriquídeos na natureza (HEARN, 1983; RYLANDS, 1989) pode levar ao manejo inadequado, à baixa produtividade, ao estresse e à alta mortalidade. Os dados disponíveis na literatura não permitem informar em que extensão as variações ambientais afetam a função endócrina e o comportamento sexual em populações nativas e cativas deste calitriquídeo. A manutenção destes animais tanto em zoológicos, quanto em cativeiro, para pesquisas biomédicas exige um maior conhecimento da sua biologia, o que naturalmente teria reflexos na manutenção de estoques cativos em condições éticas aceitáveis. Neste caso, os conhecimentos da fisiologia, do comportamento reprodutivo e das necessidades básicas da espécie são pilares importantes para o sucesso no estabelecimento de um banco genético vivo ou manejo *in loco* de populações selvagens.

### **Objetivo Geral**

Este trabalho propôs-se a: (a) observar se existe dominância alimentar entre as fêmeas de *Callithrix penicillata*, e se esta é equivalente ao sucesso reprodutivo; (b) avaliar características comportamentais e fisiológicas atribuídas à dominância/subordinação e sua relação com a aquisição de alimentos e o sucesso reprodutivo das fêmeas; (c) associar sazonalidade ao acesso a recursos alimentares por fêmeas de diferentes níveis hierárquicos e; (d) verificar se existem correlações entre os dados abióticos, fisiológicos e comportamentais das fêmeas. Para tal, dois grupos de sagüis *Callithrix penicillata* (Tabela 1.1) foram observados no Jardim Botânico de Brasília nos anos de 2006 e 2007. Utilizou-se o conhecimento básico dos comportamentos realizados pelo gênero listados na Tabela 1.2. O trabalho está organizado em três capítulos tendo como abordagens específicas:

**Capítulo 1:** O capítulo tem por objetivo caracterizar as relações existentes entre a hierarquia social, alimentar e o sucesso reprodutivo de fêmeas de *C. penicillata*. Este se baseou na pressuposição de que a hierarquia (social) influencia a aquisição de alimentos e o sucesso reprodutivo das fêmeas. Sendo assim, espera-se que estas sejam sinérgicas, onde fêmeas socialmente dominantes terão o monopólio e maior acesso aos recursos e exibiam o perfil reprodutivo dominante no grupo. Estas fêmeas exibiriam ainda maiores taxa de consumo alimentar, maiores taxas de recebimento de catação, maiores taxas de

realização de agonismo, maiores níveis fecais de estrógeno, progesterona e cortisol, e maiores taxas de nascimento (partos a termo).

**Capítulo 2:** Este capítulo visa descrever a hierarquia alimentar na árvore de goma, relacionando-a com a hierarquia social, o sucesso reprodutivo e com fatores ambientais. Espera-se que a hierarquia social seja refletida na taxa de agressão para monopólio da goma, onde a fêmea reprodutora e dominante tem acesso privilegiado aos recursos alimentares oferecidos pela árvore e altera seu comportamento no período próximo ao nascimento de seus filhotes e durante a lactação. Além disso, espera-se que na existência de diferentes fêmeas reprodutoras no mesmo grupo, estas adotem estratégias alimentares diferenciadas para ter acesso ao mesmo recurso que a fêmea reprodutora e dominante detém.

**Capítulo 3:** Neste capítulo é descrita a ocupação do espaço e a área de vida dos dois grupos de sagüis estudados, além dos comportamentos associados ao gasto e economia de energia. Os dados visam contribuir para uma maior compreensão de como se distribuem os sagüis em áreas adjacentes, se há a defesa de território, sobreposição de território e qual a estratégia comportamental utilizada para o uso da área. A distribuição espacial em função da estação climática também é uma abordagem aprofundada neste capítulo. Sobretudo, o capítulo mostra pelos dados de longo prazo acumulados e analisados, que há um padrão menos flexível do uso do espaço, mas que determinadas características comportamentais, especialmente ligadas ao clima, são altamente plásticas.

Tabela 1.1: Composição e distribuição sexo-etária dos grupos observados, segundo definições propostas por Yamamoto, 1993.

Composição dos grupos	Número de animais	Identificação/ Observações
<b>Grupo 1 (Angico)</b>		
Animais adultos	9- 13	Todos os animais são identificados com ácido pícrico, ou possuem características físicas únicas que possibilitam fácil identificação.
Animais infantis e filhotes	2 – 4	
Fêmeas Adultas	3 – 4	
Machos Adultos/ Jovens	7 – 10	
Infantis	2	
Filhotes com mais de 4 meses	2 – 4	
<b>Total</b>	<b>15-19</b>	
<b>Grupo 2</b>		
Animais adultos	10	
Animais infantis e filhotes	4-6	
Fêmeas Adultas	3	
Machos Adultos/ Jovens	5-6	
Infantis	2	
Filhotes com mais de 4 meses	4	
<b>Total</b>	<b>11- 14</b>	

Tabela 1. 2: Etograma de descrição dos comportamentos observados durante o estudo.

	Descrição, método de observação, de registro e nível de mensuração	Referências
Comportamento		
Cópula	Ato de monta de um macho em uma fêmea, seguida de movimentos pélvicos rápidos e lambedura da genitália logo após a consumação.	Stevenson, 1978
Comportamento agonístico	Inclui uma série de comportamentos eliciados em situação de conflito ou competição, seja como comportamento de defesa, ataque ou submissão. Estes incluem vocalizações de ameaça, piloereção generalizada, exibição da genitália, andar arqueado, abaixamento de tufo, encarar, ataque, luta franca, tapas e mordidas. Também inclui abordagem ou retirada com andar resoluto, com as orelhas abaixadas para trás ou orelhas bem erguidas para frente.	Carey et al., 1992; Lipp, 1978; Saltzman et al., 1994; Stevenson & Rylands, 1988
Marcação de cheiro	Ato de esfregar regiões glandulares epidérmicas (anogenital, suprapúbica) em algum substrato, podendo acompanhar-se da deposição de algumas gotas de urina. Embora ainda seja pouco conhecida a função, acredita-se que possa ter geralmente um contexto de comunicação intra e inter-grupal, embora outros estudos sugiram um contexto de excitação geral ou ansiedade.	Lazaro-Perea et al., 1999; Smith, 1998; Jonson et al., 1996
Escarificar	Ato de roer algum material, em especial a árvore de goma. Caracterizado pelo posicionamento dos membros anteriores afastados e bem fixados sobre o substrato e pela fixação dos incisivos superiores e raspagem da casca da árvore com os incisivos inferiores.	Santee & Faria, 1985; Canale, 2003
Alocação	Catação do animal-focal, com os membros ou a boca no corpo de outro animal. Padrão muito observado em primatas. Está relacionada aos comportamentos afiliativos, reconciliatórios após enfrentamento, reforçador de laços afetivos e reafirmação de situações hierárquicas.	Boccia et al., 1989; Walters, 1987
Autocatação	Catação do animal-focal, com os membros ou a boca no próprio corpo. É considerado um ato reparador (higiene) e positivo, geralmente indicativo de bem estar, exceto quando sua representação pode ser muito inferior ou superior no orçamento diário em detrimento de outras atividades.	Flugge, 1995; Kramer et al., 1999
Comer	Ato de morder e/ou mastigar alimentos de origem vegetal ou animal.	Carey et al., 1992
Brincar	Pouco observado na natureza, ocorre quando a maioria dos membros do grupo estão descansando ou fazendo autocatação no meio da manhã ou da tarde. Ocorre mais no ambiente arbóreo. Adultos brincam menos e fazem menor esforço nas brincadeiras que filhotes. Caracterizado pelos movimentos de ficar pendurado com as pernas traseiras, saltar, rastejar ou dar cambalhotas.	Stevenson & Rylands, 1988; Stevenson & Poole, 1982
Coçar	Movimentos rápidos e repetitivos das patas traseiras e dianteiras através do pêlo.	Barros et al., 2000.
Forragear	Ato de procurar por insetos, mostrando atenção e concentração permanentes ao ambiente ao redor. Caracterizado por movimentos furtivos e leves, procurando entre as folhas e cascas de árvores.	Stevenson & Rylands, 1988
Gomivoria	Ato de lambe/ comer goma e outros exudados vegetais.	Stevenson & Rylands, 1988
Locomover	Ato de deslocar, caminhar, pular, correr ou escalar.	Stevenson & Rylands, 1988
Parar	Ato de estacionar, permanecendo desperto e alerta, com a face relaxada e a cauda esticada ou parcialmente curvada. Pode ocorrer quando o animal entra em contato com outros.	Stevenson & Rylands, 1988
Descansar	Alonga o corpo ou parte dele, principalmente os membros posteriores, em um galho de árvore. Pode apresentar a cauda enrolada ao redor do corpo ou das patas posteriores e os olhos podem estar fechados.	Stevenson & Rylands, 1988
Vocal	Emissão de diferentes sons com a função de contato vocal, comunicação intergrupo (encontros agonísticos) e intragrupo (brincar, contato sexual e interações pais e filhotes, alarme).	Stevenson & Rylands, 1988
Oculto	Animal não visível aos observadores.	-----

## REFERENCIAS

- ABBOT, D. H., BARRETT, J. AND GEORGE, L.M. Comparative aspects of the social suppression of reproduction in female marmosets and tamarins. In: Rylands A.B. (ed.) *Marmosets and Tamarins: Systematics, Behaviour, and Ecology*, Oxford Science Publications, Oxford, pp 153-163, 1993.
- ABBOTT, D. H.; SALTZMAN, W.; SCHULTZ-DARKEN, N.J.; TANNENBAUM, P.L. Adaptations to subordinate status in female marmoset monkey. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 119: 261-274, 1998.
- AURICCHIO, P. *Primatas do Brasil*. Terra Brasilis Editora, São Paulo, 168 p,1995.
- BARRETT J.; ABBOTT D. H.; GEORGE L. M. Sensory cues and the suppression of reproduction in subordinate female marmoset monkeys, *Callithrix jacchus*. *Journal of Reproduction and Fertility*, 97 (1): 301-310, 1993.
- BARROS, M.; BOERE, V.; MELLO JR, E. L.; TOMAZ, C. Reactions to potential predators in captive-born marmosets (*Callithrix penicillata*). *International Journal of Primatology*, 23: 443-454, 2002.
- BARROS, M.; ALENCAR, C.; TOMAZ, C. Differences in aerial and terrestrial visual scanning in captive black tufted-ear marmosets (*Callithrix penicillata*) exposed to a novel environment. *Folia Primatologica*, 75 (2): 85-92, 2003.
- BOERE, V. Efeito do estresse psicossocial crônico e do enriquecimento ambiental em saguis (*Callithrix penicillata*): um estudo comportamental, fisiológico e farmacológico. Tese - Universidade de São Paulo, 2002.
- BOERE, V.; PINHEIRO, E. C.; SILVA, I. O.; PALUDO, G. R.; CANALE, G.; PIANTA, T.; WELKER, A.; MOURA, R. C. R. Comparison between sex and age class on some physiological, thermal, and hematological indices of the cerrado's marmoset (*Callithrix penicillata*). *Journal of Medical Primatology*, 34 (3): 156-162, 2005.
- CANALE, G. R. A Gomivoria na Etologia e na Organização Social do Sagüi-do-Cerrado (*Callithrix penicillata*). Dissertação - Universidade Federal de Goiás, 58 pp., 2003.
- CARLSON, A. A.; ZIEGLER, T. E.; SNOWDON, C. T. Ovarian function of pygmy marmoset daughters (*Cebuella pygmaea*) in intact and motherless families. *American Journal of Primatology*, 43: 347-355, 1997.

- DECANINI, D. P. Socialidade em Sagüis do Cerrado (*Callithrix penicillata*): Estratégias Comportamentais nas Relações Intra e Intergrupo. Dissertação - Universidade de Brasília, 2006.
- DIGBY, L.J. & BARRETO, C.E. Social organization in the wild population of *Callithrix jacchus*. *Folia Primatologica*. 61: 123-134, 1993.
- DIGBY, L.J. & FERRARI, S.F. Multiple breeding females in free-ranging groups of *Callithrix jacchus*. *International Journal of Primatology*. 15 (3): 389-397, 1994.
- DIGBY, L.J. Social organization in the wild population of *Callithrix jacchus*: II. *Primates*. 36 (3): 361-375, 1995.
- FARIA, D. S. Uso de árvores gomíferas do cerrado por *Callithrix jacchus penicillata*. In: M.T. Mello (Ed.) *A Primatologia no Brasil*. Belo Horizonte, UFMG, 83-96, 1983.
- FARIA, D. S. Aspectos gerais do comportamento de *Callithrix jacchus penicillata* em mata ciliar do cerrado. In: M.T. Mello (Ed.) *A Primatologia no Brasil*. Belo Horizonte, UFMG, 55-65, 1984.
- FARIA, D.S. Tamanho e composição de um grupo social e área de vivência (home-range) do sagüi *C. jacchus penicillata* na mata ciliar do córrego Capetinga, Brasília-DF. In: M.T. Mello (Ed.) *A Primatologia no Brasil*. Belo Horizonte, UFMG, 2: 87-105, 1985.
- FERRARI, S. F. & LOPES FERRARI, M. A. A re-evaluation of the social organization of the Callitrichidae, with reference to ecological differences between genera. *Folia Primatologica*. 52: 132-147, 1989.
- FONSECA, G. A. B.; LACHER Jr., T. E.; ALVES Jr., C.; MAGALHÃES CASTRO, B. Observações preliminares em *Callithrix jacchus penicillata*. *Anais do VIII Congresso Brasileiro de Zoologia*, 1980.
- FONSECA, G. A. B.; LACHER Jr., T. E. Exudate feeding by *Callithrix jacchus penicillata* in semi-deciduous woodland (cerradão) in central Brazil. *Primates* 25: 441- 450, 1984.
- FRENCH, J. A.; BREWER, K. J.; SCHAFFNER, C. M.; SCHALLEY, J.; HIGHTOWER-MERRITT, D.; SMITH, T.; BELL, S. M. Urinary steroid and gonadotropins excretion across the reproductive cycle in female Wied's black tufted-ear marmosets (*Callithrix kuhli*). *American Journal of Primatology*, 40: 231-245, 1996.

- FRENCH, J. A.; BALES, K. L.; BAKER, A. J.; DIETZ, J. M. Endocrine Monitoring of wild dominant and subordinate female *Leontopithecus rosalia*. *International Journal of Primatology* 24 (6) 1281-1300, 2003.
- HEARN, J. P. The common marmoset (*Callithrix jacchus*). In: J.P. Hearn (Ed.), *Reproduction in New World Primates - New Models in Medical Science*. Lancaster: MTP Press: 181–215; 1983.
- MIRANDA, G. H. B. Aspectos Gerais de Ecologia e Comportamento do Mico-Estrela (*Callithrix Penicillata*) em Diferentes Manchas de Cerradão Denso da Área de Proteção Ambiental do Gama-Cabeça de Veado/DF em Comparação entre as Estações Chuvosa e Seca. Dissertação - Universidade de Brasília, 1998.
- ROWE, N. *The pictorial guide of the living primates*. Charlestown, Rhode Island – Pogonias Press, 66p, 1996.
- RYLANDS, A.B. Ranging behavior and habitat preference of a wild marmoset group, *Callithrix humeralifer* (Callitrichidae-Primates). *Journal Zoological of London*, 210: 1-26, 1986.
- RYLANDS, A. B. 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, 1989.
- RYLANDS, A. B.; FARIA, D. S. Habitats, feeding ecology, and home range size in the genus *Callithrix*. In: A.B. Rylands (Ed.) *Marmosets and Tamarins: Systematics, Behavior and Ecology*. Oxford University Press, Oxford: 263-271, 1993.
- RYLANDS, A. B. Habitat and the evolution of social and reproductive behavior in Callitrichidae. *American Journal of Primatology*, 38: 5-18, 1996.
- RYLANDS A. B., SCHNEIDER H., LANGGUTH A., MITTERMEIER R. A., GROVES C. P.; RODRÍGUEZ-LUNA E. An assessment of the diversity of the New World Primates. *Neotropical Primates*, 8:61-93, 2000.
- SALTZMAN, W.; SCHULTZ-DARKEN, N. J.; ABBOTT, D. H. 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, 1997.
- SANTEE, D. P.; FARIA, D. S. Padrões de comportamento utilizados pelos sagüis (*Callithrix jacchus penicillata*) na retirada do exudado. *Psicologia* 11 (1): 65-74, 1985.

- SAVAGE, A; BAKER, A J. Callitrichid social structure and mating system: evidence from field studies. *American Journal of Primatology*, 38: 1-3, 1996.
- STEVENSON, M.F.; RYLANDS, A.B. The Marmosets, Genus *Callithrix*. In: Mittermeier, R.A.; Rylands, A.B.; Coimbra-Filho, A. & Fonseca, G.A.B. (Eds.) *Ecology and Behavior of Neotropical Primates*. WWF, Washington: 131-222, 1988.
- VAN ROOSMALEN, M. G. M.; VAN ROOSMALEN, T. The description of a new marmoset genus, *callibella* (callitrichinae, primates), including its molecular phylogenetic status. *Neotropical Primates*, 11(1):1-10, 2003.
- VILELA, S. L. Comportamento e ecologia de dois grupos de *Callithrix penicillata* em Cerradão e Cerrado denso e fenologia das espécies alimentares na APA Gama-Cabeça de Veado, Brasília, DF. Dissertação - Universidade de Brasília, 1999.
- VILELA, S. L. Simpatria dos Gêneros de primatas *Callithrix*, *Cebus* e *Allouata* no Planalto. Tese - Universidade de Brasília, 250 pp, 2002.
- ZIEGLER T. E., BRIDSON W. E., SNOWDON C. T., EMAN S. Urinary gonadotropin and estrogen excretion during the postpartum estrus, conception and pregnancy in the cotton-top tamarin (*Saguinus Oedipus oedipus*). *American Journal of Primatology*, 12:127–140, 1987.



# *Capítulo 1*

## RELAÇÕES DE DOMINÂNCIA EM FÊMEAS DE SAGUIS (*Callithrix penicillata*).

### INTRODUÇÃO:

A competição alimentar pode enquadrar-se em duas categorias (van SCHAIK, 1989). Primeiro, a competição (*scramble*) que ocorre indiretamente, quando qualquer indivíduo pode alterar o ganho energético dos outros membros da população, afetando igualmente o sucesso reprodutivo destes. Nesse tipo de competição, um sujeito não consegue excluir outros de um recurso a ser utilizado por todos, e este tende a ser igualmente distribuído entre os membros do grupo. Segundo, a competição por contestação (*contest*), que constitui uma partilha assimétrica do recurso alimentar, em que alguns indivíduos restringem o ganho energético de outros. Neste tipo de competição, a distribuição física do alimento permite que alguns animais excluam outros e monopolizem este recurso, sendo que a diferenciação neste acesso é assegurada por comportamentos agonísticos. A competição por alimentos, assim como outros comportamentos sociais, parece não depender simplesmente de fatores ecológicos, como a abundância e distribuição de recursos, mas também de outros fatores, como o risco de predação, tamanho e composição do grupo (número de machos no grupo) e tamanho da área de vivência (KOENIG, 2002; STAHL & KAUMANN, 2003).

Segundo Koenig (2002), diferentes formas de competição alimentar podem levar a variações nas relações sociais e na dispersão de fêmeas. Hierarquias não lineares parecem estar associadas, quando presentes, ao tipo de competição que envolve interações agonísticas bidirecionais e relações inconsistentes, onde o *status* social, mesmo quando presente, também é inconsistente. Já em hierarquias lineares, a competição predomina, as interações agonísticas são unidirecionais e bem definidas, as relações de dominância são formalizadas através de gestos de submissão, além de esta hierarquia ser estável (KOENIG, 2002). Porém, se a competição alimentar por luta for extrema, fêmeas dominantes podem correr o risco de perder o auxílio das fêmeas subordinadas durante os encontros intergrupos, o que pode desencadear um processo de maior tolerância por parte da dominante (STERCK, *et al.*, 1997).

Reprodução cooperativa é um sistema onde os animais de um grupo social cuidam de filhotes que não são necessariamente seus descendentes diretos, mas geralmente são aparentados. É caracterizada por um extenso comportamento aloparental e distribuição assimétrica do sucesso reprodutivo, onde animais subordinados, principalmente as fêmeas, falham em reproduzir, embora algumas subordinadas possam conceber e até mesmo gerar filhotes vivos, tendo baixo sucesso reprodutivo quando comparado àquele da fêmea dominante (SALTZMAN *et al.*, 2008). Estes “aloparentes”, também denominados ajudantes, são observados em peixes, aves e mamíferos. A reprodução cooperativa é observada em mamíferos para: roedores, carnívoros, ratos pelados (*mole rats*) e calitriquídeos (EMLEN, 1991; SOLOMON & FRENCH, 1997). A fêmea reprodutora pode inibir a reprodução de fêmeas subordinadas por supressão hormonal, mecanismos comportamentais ou ambos. Embora alguns autores sugiram que a reprodução cooperativa seja mal adaptativa para as subordinadas e impostas pelos indivíduos dominantes, outros acreditam ser uma auto-imposição das subordinadas (SALTZMAN *et al.*, 2008).

O sagüi do cerrado (*Callithrix penicillata*) é um pequeno primata do Novo Mundo, adaptado à vida arbórea e que vive em unidades sociais compostas por 2 a 15 indivíduos, que apresentam baixos níveis de agressividade entre os integrantes (RYLANDS, 1996). A maturidade sexual é atingida por volta dos 18 meses, sendo o grupo comumente composto por indivíduos em diversas fases do desenvolvimento, inclusive vários adultos de ambos os sexos e, sendo constituído principalmente por uma família estendida e alguns imigrantes não aparentados (FARIA, 1985; STEVENSON & RYLANDS, 1988; ABBOTT *et al.*, 1998, para *C. jacchus*). Contudo, semelhante a outros grupos de mamíferos que procriam cooperativamente, a reprodução parece ser tipicamente limitada a uma fêmea dominante, evidenciada em cativeiro e em ambiente natural por alguns comportamentos, análise física das fêmeas e número de nascimentos no período reprodutivo. Os demais membros não reprodutivos do grupo, principalmente machos adultos, auxiliam no cuidado, alimentação pós-amamentação e carregamento dos filhotes (STEVENSON & RYLANDS, 1988; ABBOTT *et al.*, 1998). A supressão reprodutiva característica em fêmeas de calitriquídeos constitui uma resposta fisiológica que é sensível a variáveis como: supressão social (interações agonísticas ou inibição dos comportamentos sexuais), supressão feromonal,

idade, saúde, grau de parentesco e *status* nutricional (BARRETT *et al.*, 1993; CARLSON *et al.*, 1997; SALTZMAN *et al.*, 1997a; FRENCH *et al.*, 2003).

O conhecimento acerca da dinâmica social e hierarquia no gênero *Callithrix* foi, em parte, elucidado através de estudos de longo prazo (ABBOTT, 1987; FERRARI & LOPES FERRARI, 1989; DIGBY & BARRETO, 1993; DIGBY & FERRARI, 1994; DIGBY, 1995; SALTZMAN *et al.* 1997, 2004; ABBOTT *et al.*, 1998; SOUZA *et al.*, 1999; ALBUQUERQUE *et al.*, 2001; FRENCH *et al.*, 2003). Entretanto, a maioria destes foi realizada em sagüis comuns (*Callithrix jacchus*) em cativeiro. Uma abordagem comparativa com *Callithrix penicillata*, em ambiente natural, traria importantes contribuições para avaliar a plasticidade do sistema hierárquico de sagüis, especialmente relacionada à vida reprodutiva. Isto porque, apesar dos escassos estudos com o *C. penicillata*, este tem sido sugerido como uma espécie com fisiologia e comportamento plásticos, resultado de pressões seletivas existentes no ambiente instável dos cerrados, tais como o fogo e a seca (BARROS *et al.*, 2002; BOERE *et al.*, 2005). Além disso, até o momento não existem dados na literatura que indiquem a extensão que as variações ambientais afetam a função endócrina e o comportamento sexual em populações nativas destes calitriquídeos.

Com exceção da cortisolemia alta (BOERE *et al.*, 2005), não há uma definição clara do perfil endócrino em *C. penicillata*. Entretanto, em *C. jacchus* e em outras espécies de calitriquídeos, há mais aporte de informações sobre as características reprodutivas. A inibição da ovulação de fêmeas adultas deve-se principalmente a mecanismos feromonais e comportamentais (ABBOTT, 1987). Apesar de calitriquídeos serem considerados funcionalmente monogâmicos, ocasionalmente ocorre mais de uma fêmea reprodutora no grupo, e com parto dessincronizado da reprodutora (DIGBY & BARRETO, 1993). O parto da fêmea subordinada normalmente ocorre mais de um mês antes ou depois do parto da fêmea dominante (ABBOTT *et al.*, 1998) e, quando o parto da subordinada não está dessincronizado do parto da fêmea dominante, pode frequentemente terminar em infanticídio dos seus filhotes (KIRKPATRICK—TANNER *et al.*, 1996).

Portanto, embora a fêmea subordinada tipicamente não reproduza, alguns estudos têm demonstrado que mais da metade ovula enquanto mantida no grupo familiar (ABBOTT, 1984). A partir de experimentos realizados em cativeiro também foi constatado que a presença de machos não aparentados pode estimular a concepção em fêmeas subordinadas

(SALTZMAN *et al.* 1997a). A supressão sexual das fêmeas subordinadas ocorre por respostas neuroendócrinas e comportamentais não dependentes de agressão ou exclusão de recursos (ABBOTT *et al.*, 1998). Ademais, exemplos de reprodução em várias outras espécies (DIGBY & FERRARI, 1994; SAVAGE & BAKER, 1996; FRENCH *et al.*, 1996; BENNET *et al.*, 1996; BARRETTA *et al.*, 2002; YOUNG *et al.*, 2006) sugerem que fêmeas subordinadas são sensíveis ao status reprodutivo e de saúde da fêmea dominante e que a escolha por uma reprodução independente está baseada nesse conhecimento. Em *C. jacchus* comprovou-se que a ovulação em fêmeas subordinadas foi comum em famílias onde a mãe ovulou, mas não produziu ninhadas viáveis, e ocorreu em menor frequência quando a mãe regularmente concebeu e carregou seus filhotes (SALTZMAN *et al.*, 1997b).

A reprodução, em suas diversas fases, pode acarretar grandes custos energéticos e emocionais aos animais subordinados (GITTLEMAN & THOMPSON, 1988). Este custo pode ser acompanhado pelo aumento de hormônios glicocorticóides, caracteristicamente envolvidos em estresse, ou em outras palavras, em situações com extrema demanda adaptativa. Os glicocorticóides são hormônios adrenais importantes para o metabolismo de proteínas e carboidratos (glicose), sendo secretados principalmente em situações de estresse. Além disso, promovem o aumento do fluxo sanguíneo, estimulam a ocorrência de alguns comportamentos e reduzem a sensibilidade das gônadas ao hormônio luteinizante, resultando na supressão da secreção dos hormônios sexuais esteróides. Em várias espécies animais tem-se evidenciado que as fêmeas reprodutoras possuem esteroidogênese e catabolismo esteróide mais altos e rápidos do que fêmeas que não reproduzem (RAINEY *et al.*, 2004).

Ao contrário do que se espera, as reprodutoras podem possuir níveis significativamente maiores de glicocorticóides plasmáticos em relação às subordinadas (ABBOTT *et al.*, 2003; FRENCH *et al.*, 2003). Aparentemente, não é o perfil glicocortisolêmico que determina a posição hierárquica, mas o perfil reprodutivo endócrino que parece anteceder a condição social e reprodutiva (ABBOTT *et al.*, 1998). Esta ligação entre os esteróides, condição social e reprodutiva, é complexa e merece um aprofundamento para entender os mecanismos imediatos e evolutivos do sistema social de calitriquídeos.

Fêmeas não reprodutoras e reprodutoras demonstram claras diferenças comportamentais, onde as primeiras investem menor tempo em atividades sexuais tanto na natureza, quanto em cativeiro. Há uma divisão do trabalho relacionado ao *status* social:

fêmeas reprodutoras possuem mais interações afiliativas com o macho reprodutor, enquanto fêmeas não reprodutoras participam mais dos encontros intergrupos, o que pode indicar uma contribuição significativa na defesa do território (ABBOTT *et al.*, 1998). Fora de seu grupo, fêmeas não reprodutoras podem engajar-se em interações sexuais, sugerindo que a inibição do comportamento sexual dentro do grupo depende da presença de uma fêmea dominante do mesmo grupo e/ ou a ela aparentada, e estaria relacionado à “evitação ao incesto” (ANZENBERGER, 1985; ABBOTT *et al.*, 1998).

Este trabalho tem por objetivo caracterizar as relações existentes entre a hierarquia social, alimentar e o sucesso reprodutivo de fêmeas de *C. penicillata*. A hipótese sendo testada no presente estudo é de que existiriam dois tipos característicos de hierarquias, a alimentar e a social e estas estão refletidas ao monopólio reprodutivo, onde fêmeas dominantes socialmente terão monopólio e maior acesso aos recursos, além de exibir o perfil reprodutivo dominante no grupo. A hierarquia alimentar pode ser avaliada pela taxa e qualidade de alimentos consumidos, enquanto a hierarquia social pode ser definida através de taxas de agonismo e catação. A hipótese gera as expectativas de que (1) a fêmea social e nutricionalmente dominante apresentará maiores níveis fecais de estrógeno, progesterona e cortisol, visto que a reprodução, associada à defesa de recursos, gera uma série de alterações neuroendócrinas; e (2) esta mesma fêmea apresentará o maior número de nascimentos dentro do grupo e será amplamente auxiliada no cuidado dos filhotes por todos os outros membros do grupo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Dois grupos de *Callithrix penicillata* foram observados. O primeiro grupo (grupo1) foi observado de janeiro de 2006 a outubro de 2007, totalizando 72 dias (449 horas) de observação. Já o segundo grupo (grupo 2) foi observado por 23 dias (198 horas) distribuídos entre abril e outubro de 2007. O grupo 1 já era observado e acompanhado há cinco anos e os seus membros já estavam habituados à presença humana. Durante o primeiro ano de pesquisa, pelo menos uma vez por semana, (janeiro a dezembro de 2006), o grupo 1 foi acompanhado apenas no período da manhã (da hora que o grupo era encontrado às 12:00h) para as observações comportamentais e uma vez por mês, das 06:00h às 18:00h

era realizado o registro de sua área de uso. O padrão diário de observação variou dependendo da hora do estabelecimento do primeiro contato visual com o grupo e quando o contato visual foi perdido. No segundo ano de estudo, ambos os grupos tiveram os registros comportamentais e área de uso realizados de forma concomitante, durante todo o dia, semanalmente, desde que o grupo era encontrado no período da manhã até as 18:00h, quando os animais já estavam reclusos na árvore que iria ser utilizada para o descanso durante a noite.

O grupo 1 foi formado por 15 a 19 animais no período do estudo (Tabela 1.1) e na maior parte do tempo de observação incluiu 3 fêmeas. Fêmea 1 ou FDM, Fêmea 2 ou FBR e Fêmea 4 ou FCT. As fêmeas 1 e 4 reproduziram durante o período do estudo, o que não ocorreu para a fêmea 2. Porém a fêmea 1 foi definida como dominante, baseando-se na observação de comportamentos de dominância e subordinação e também no status reprodutivo, enquanto as fêmeas 2 e 4 são subordinadas. Outra fêmea foi observada em períodos muito curtos durante o estudo. A fêmea 3 (FBC) foi observada no grupo nos meses de janeiro a maio, sendo observada em 8 de junho como fêmea dominante de outro grupo, o que foi comprovado com o nascimento de filhotes meses depois.

O grupo 2 era composto também por três fêmeas adultas, e um total de 11 a 14 animais no período do estudo (Tabela 1.1), que foram habituados à presença dos pesquisadores por quatro meses que antecederam a coleta de dados. As fêmeas foram denominadas fêmea 5 (FDM2), fêmea 6 (FBL) e fêmea 7 (FLD). A fêmea 5 é a fêmea dominante que reproduziu, dando origem a 2 filhotes. Fêmeas 6 e 7 parecem ser subordinadas, tanto socialmente, quanto reprodutivamente. No entanto, no início do estudo, havia 4 filhotes de aproximadamente 4 meses, cuja origem é desconhecida e não soubemos elucidar se foram migrantes, nascidos no próprio grupo (todos da fêmea 5 ou de outra fêmea) ou raptados.

Os animais estudados habitam uma região de mata mesofítica e de cerrado denso, no Jardim Botânico de Brasília (JBB; 15°52'21"S e 47°50'50"W; altitude cerca de 1056m). A área possui trilhas e estradas estreitas de acesso, e serve para a visitação pública. Os animais eventualmente eram capturados em armadilhas de múltiplas entradas para

identificação. A sigla dada para a identificação de cada animal baseou-se na marcação feita em cada um com ácido pícrico. A faixa etária dos sagüis foi estimada de acordo com algumas características corporais como: tamanho, dentição, pelagem e desenvolvimento dos órgãos genitais, tal como descrito para o congênere *C. jacchus* por Yamamoto (1993).

Os dados comportamentais foram coletados por meio do método de animal focal com duração de 10 minutos e intervalo mínimo de 10 min entre observações das fêmeas, além do registro de todas as ocorrências do comportamento agonístico, cópula e catação (ALTMANN, 1974). Este método nos permitiu analisar, tanto a frequência, como o tempo de duração dos comportamentos realizados. A ordem de observação das fêmeas foi aleatória, seguindo depois a ordem estabelecida. Caso o animal seguinte não fosse encontrado em 30 minutos, iniciava-se a procura pelo seguinte. Foram utilizadas nas análises estatísticas as observações com o animal visível por mais de cinco minutos. Ao início da observação e ao término desta, foram registrados com o auxílio de um gravador a hora, o estrato no qual se encontrava o animal focal (alto  $\geq 5$ m; médio = 2 a 5 m; baixo  $< 2$ m), a proximidade a outro animal (até dois metros da fêmea focal) e se a fêmea carregava ou não o (s) filhote (s). Os dados comportamentais foram registrados com o auxílio de um Palmtop (PalmOne Zire) e com o programa EZ Record. A cada 15 minutos era registrado numa planilha o número de animais visíveis e suas posições, com o auxílio de um GPS (eTrex; Garmin), além de dados climáticos (temperatura e a umidade) com uma estação climática portátil (EXTECH Instruments, China), os animais avistados e o extrato utilizado por estes animais. Os comportamentos registrados estão listados na Tabela 1.2.

#### Observações na plataforma de alimentação:

A plataforma de alimentação era uma estrutura de madeira com um piso de grade metálica medindo: 120 cm (comprimento) X 60 cm (largura) X 20 cm (profundidade), apoiada em um suporte de 110 cm de altura, para facilitar a visualização e identificação dos animais pelo observador. Sob o piso de grade foram acoplados 20 recipientes de gelo (Fig. 1). Através dessa plataforma foi feita uma coleta seletiva de fezes (retida no fino gradil metálico) e de urina (recolhida nos recipientes de gelo). A plataforma foi colocada próxima

ao local onde os animais pernoitavam e em locais freqüentados pelos grupos. O método de registro comportamental foi o de “plataforma focal”, uma variação do método de árvore focal, com registro de todas as ocorrências ou comportamentos realizados pelas fêmeas e outros membros do grupo, durante o período de utilização da plataforma. Na plataforma de alimentação, os grupos foram observados por no máximo 30 minutos durante 10 dias. O grupo 1 foi observado nos meses de junho-julho de 2006 e 2007 e nos meses de dezembro/2006–janeiro/2007. Já o grupo 2 foi observado apenas nos meses de junho-julho de 2007. Como alimento de alto valor apetitivo, foram fornecidas 20 rodelas de banana, de aproximadamente 1cm cada, colocadas em uma cubeta de alumínio no centro da plataforma. Os comportamentos observados, baseados em outros estudos com primatas e descritos na Tabela 1.2, forneceram subsídios para diagnosticar algumas relações hierárquico-alimentares como: quem consome mais o alimento de alto valor apetitivo, desce à plataforma e quem tenta roubá-los. A observação era suspensa após o término do período ou quando todos os pedaços de banana eram consumidos (ou retirados da plataforma).



Figura 1: Ilustração da plataforma de alimentação, mostrando os recipientes de gelo para coleta da urina, a cubeta de alumínio onde foram colocadas as rodelas de banana e o animal se alimentado das bananas.

### Análise Hormonal:

As amostras de fezes foram recolhidas frescas, colocadas em frascos e armazenadas para serem posteriormente submetidas a exame endócrino. A coleta das amostras foram oportunísticas e ocorreram ao longo de todo o tempo de estudo. Para evitar interferências das variações fisiológicas circadianas, todo o material foi coletado entre 06:00 h e 10:00 h. O material coletado foi mantido em freezer (-20°C) dentre 6 horas do momento em que foi coletado até o momento da análise. As análises hormonais para cortisol, estrógeno e progesterona foram realizadas por ELISA, no Laboratório de Endocrinologia Comportamental da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), de acordo com o protocolo descrito Ziegler e Sousa (2002). Antes de realizada a reação por enzima imunoenensaio, os esteróides hormonais foram extraídos das fezes por hidrólise e solvólise. Os coeficientes de variação inter e intra-específicos foram respectivamente de 10,62 e 2,62 para o estradiol, 7,46 e 5,5 para a progesterona e 3,61 e 2,43 para o cortisol. Foram coletados 06 amostras para a fêmea 1 (FDM), 06 amostras para a fêmea 2 (FBR) 06 amostras para a fêmea 3 (FBC) e 09 amostras para fêmea 4 (FCT). Para o grupo 2, foram coletadas apenas 2 amostras para duas das fêmeas (FDM2 e FBL, respectivamente as fêmeas 5, 6).

### Análise Estatística:

Os dados foram analisados no programa SPSS 11.0 para Windows. Os dados comportamentais e hormonais deste trabalho, como não apresentaram uma distribuição normal, foram analisados por estatística não-paramétrica. Para os cálculos relacionados à ordem de chegada das fêmeas na plataforma de alimentação, valores absolutos foram utilizados. Para os cálculos das taxas de roubo de alimentos, frequências médias, calculadas em relação ao número de dias de observações foram feitas. Para os cálculos dos das frequências relativas dos comportamentos e dos valores hormonais, uma média ponderada foi feita para cada uma das fêmeas. Quando houve a necessidade de compararmos três ou mais variáveis independentes, como no caso dos comportamentos alimentares e sociais, utilizamos os testes Kruskal-Wallis ou o Qui-quadrado. Quando duas amostras

independentes foram comparadas, utilizamos o teste Mann-Whitney e no caso de amostras dependentes, utilizamos Wilcoxon. Todas as distribuições foram assumidas como bicaudais e o nível de significância foi igual ou menor do que 5%.

## RESULTADOS

### Hierarquia Alimentar

A expectativa de que existiria uma hierarquia alimentar com a primazia das fêmeas reprodutoras sobre as não reprodutoras não foi confirmada. Reprodutoras apresentaram maiores frequências relativas dos comportamentos alimentares em relação às não reprodutoras. No entanto, diferenças entre as taxas de gomivoria, forragear, comer, comer animal e comer vegetal não foram estatisticamente significativas (Tabela 1). Quando comparamos as fêmeas dentro de seus grupos, independente do seu *status* reprodutivo, fêmeas do grupo 1 se diferenciaram apenas em relação ao comportamento de comer vegetal ( $X^2 = 8,46$ ;  $gl = 2$ ;  $P = 0,01$ ), o que não foi observado para as fêmeas do grupo 2.

A hierarquia alimentar avaliada através da plataforma alimentar refletiu alguns padrões semelhantes ao que foi verificado em ambiente natural. Verificou-se, inicialmente para os dois grupos juntos, que os primeiros a chegarem à plataforma foram sempre os filhotes, diferenciando-se significativamente das demais categorias em relação à chegada primeiro à plataforma (fêmeas reprodutoras, fêmeas não-reprodutoras, machos e juvenis;  $X^2 = 28,71$ ,  $gl = 4$ ;  $P = 0,0001$ ). No grupo 1, pode-se constatar que houve diferenças entre as fêmeas para quem chegou primeiro à plataforma, onde a fêmea dominante é a primeira a chegar, quando comparada às outras fêmeas (Kruskal-Wallis,  $X^2 = 10,20$ ,  $gl = 2$ ,  $P = 0,006$ ), mas o mesmo não foi observado no grupo 2 (Kruskal-Wallis,  $X^2 = 0,77$ ,  $gl = 2$ ,  $P = 0,67$ ).

No grupo 1, a fêmea 2 (não reprodutora), chegou à plataforma significativamente menos, independente da ordem de chegada, ( $1,37 \pm 0,49$ / dia de observação) do que a fêmea 1 (reprodutora;  $1,60 \pm 0,49$  vezes; Mann-Whitney,  $Z = -2,16$ ,  $P = 0,03$ ,  $n_1 = 64$ ,  $n_2 = 40$ ) ou 4 (reprodutora;  $1,72 \pm 0,45$  vezes; Mann-Whitney,  $Z = -3,12$ ,  $P = 0,002$ ,  $n_2 = 40$ ,  $n_4 =$

40). Entre as fêmeas 1 e 4 não foram observadas diferenças significativas (Mann-Whitney,  $Z = -1,35$ ,  $P = 0,17$ ,  $n_1 = 64$ ,  $n_4 = 40$ ). No grupo 2, a média de chegadas ( $1,21 \pm 0,41$ / dia de observação) da fêmea 5 (reprodutora), não foi estatisticamente diferente quanto às médias de chegadas à plataforma em relação à fêmea 6 (não reprodutora,  $1,10 \pm 0,31$ / dia de observação; Mann-Whitney,  $Z = -0,87$ ,  $P = 0,38$ ,  $n_5 = 19$ ,  $n_6 = 19$ ) e à fêmea 7 (não reprodutora,  $1,16 \pm 0,38$ / dia de observação; Mann-Whitney,  $Z = -0,33$ ,  $P = 0,73$ ,  $n_5 = 19$ ,  $n_7 = 18$ ). Também não ocorreu diferença significativa entre a fêmea 6 e a fêmea 7 (Mann-Whitney,  $Z = -0,53$ ,  $P = 0,75$ ,  $n_6 = 19$ ,  $n_7 = 18$ ).

Tabela 1: Valores médios  $\pm$  desvio padrão, valores de Z (Wilcoxon) e níveis de significância ( $P$ ) das diferenças entre fêmeas reprodutoras e não reprodutoras (reprodutoras = R,  $n = 3$ ; não reprodutoras = NR,  $n = 3$ ) dos grupos 1 e 2 quanto aos comportamentos alimentares.

Grupo	Fêmea	Status	Gomivoria	Forragear	Comer	Comer Animal	Comer Vegetal
1	1	R	4,34 ( $\pm 9,07$ )	3,84 ( $\pm 9,93$ )	0,8 ( $\pm 1,38$ )	0,81 ( $\pm 1,91$ )	0,35 ( $\pm 0,15$ )
	2	NR	2,83 ( $\pm 6,34$ )	2,69 ( $\pm 3,23$ )	1,12 ( $\pm 1,23$ )	0,35 ( $\pm 1,21$ )	0,47 ( $\pm 1,36$ )
	4	R	1,21 ( $\pm 2,49$ )	4,38 ( $\pm 12,2$ )	1,01 ( $\pm 1,23$ )	0,33 ( $\pm 0,57$ )	0,29 ( $\pm 1,16$ )
2	5	R	2,59 ( $\pm 1,72$ )	1,57 ( $\pm 1,86$ )	1,14 ( $\pm 1,46$ )	0,45 ( $\pm 1,0$ )	0,46 ( $\pm 0,19$ )
	6	NR	0,42 ( $\pm 0,71$ )	3,52 ( $\pm 4,78$ )	0,85 ( $\pm 0,93$ )	0,51 ( $\pm 1,74$ )	0,11 ( $\pm 0,4$ )
	7	NR	0,89 ( $\pm 1,58$ )	2,59 ( $\pm 2,04$ )	1,17 ( $\pm 0,91$ )	0,14 ( $\pm 0,32$ )	0,19 ( $\pm 0,37$ )
	Z		-1,06	-1,06	-0,53	-1,06	-0,53
	P		0,28	0,28	0,59	0,28	0,59

O roubo de alimentos pareceu ser comum entre algumas categorias etário-sexuais de sagüis. Por isso, no teste da plataforma, analisamos com que frequência este comportamento ocorreu, quem roubava e quem foi roubado. Considerando os dados dos dois grupos em conjunto, observou-se que a metade de todos os episódios de roubo (50,6%) foi realizada pelas fêmeas reprodutoras e que estas foram diferentes em relação a todas as outras categorias de animais (fêmeas não-reprodutoras, machos e filhotes;  $X^2 = 34,06$ ,  $gl = 3$ ,  $P = 0,0001$ ; Fig. 2).

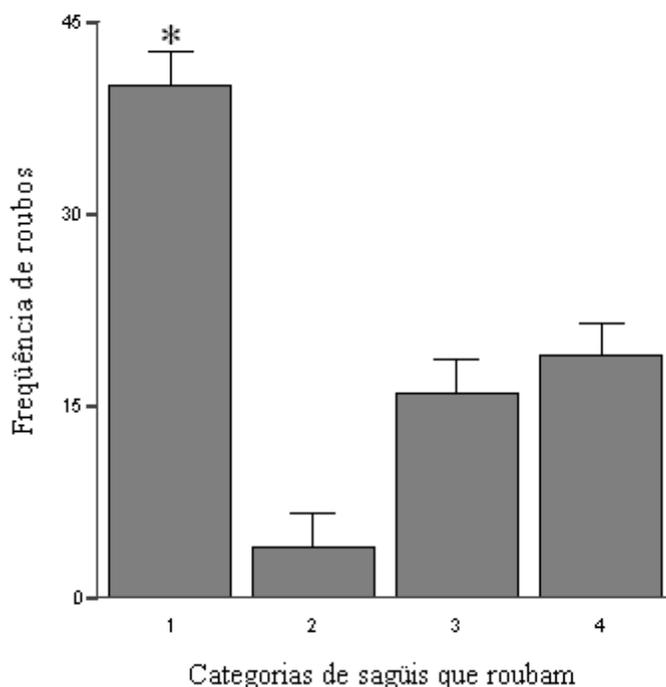


Figura 2: Frequência absoluta nos número de roubos de banana realizados na plataforma de alimentação, segundo as categorias etário-sexuais (1 = fêmeas reprodutoras, 2 = fêmeas subordinadas (reprodutoras e não-reprodutoras), 3 = machos e 4 = filhotes e juvenis) para os grupos 1 e 2 (\*  $P < 0,001$ ).

Quando verificamos qual categoria foi roubada mais frequentemente, observamos que todas as categorias sofreram algum tipo de roubo, mas somente os machos foram significativamente mais roubados (48,7%;  $X^2 = 55,21$ ,  $gl = 4$ ,  $P = 0,0001$ ) que as demais categorias (fêmeas dominantes = 5,1%; fêmeas subordinadas = 10,3%; filhotes = 29,5%;

juvenis = 6,4%; Fig. 3). Ao analisar a frequência média de roubos de alimentos das fêmeas na plataforma, pode se verificar que há diferenças dentro do grupo 1 (Kruskal-Wallis,  $X^2 = 28,73$ ,  $gl = 2$ ,  $P = 0,001$ ) e dentro do grupo 2 (Kruskal-Wallis,  $X^2 = 16,39$ ,  $gl = 2$ ,  $P = 0,001$ ). Uma matriz foi construída para ilustrar a distribuição da execução/recebimento dos roubos de banana, tanto para o grupo 1 (Fig. 4) quanto para o grupo 2 (Fig. 5).

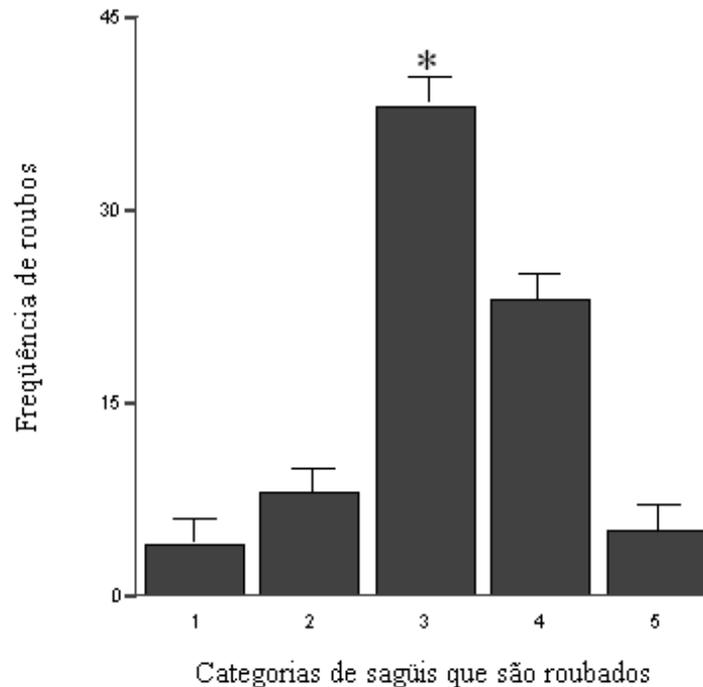


Figura 3: Frequência absoluta nos número de roubos de banana recebidos na plataforma de alimentação, segundo as categorias etário-sexuais (1 = fêmeas reprodutoras, 2 = fêmeas subordinadas (reprodutoras e não-reprodutoras), 3 = machos, 4 = filhotes e 5 = juvenis) para os grupos 1 e 2 (\*  $P < 0,001$ ).

Para as fêmeas do grupo 1, a fêmea 1 (FDM) roubou significativamente mais em relação à fêmea 2 (FBR; Mann-Whitney,  $Z = -3,78$ ,  $P < 0,001$ ,  $n_1 = 16$ ,  $n_2 = 16$ ) e 4 (FCT; Mann-Whitney,  $Z = -4,68$ ,  $P < 0,001$ ,  $n_1 = 16$ ,  $n_4 = 16$ ; Fig. 4). Já a fêmea 2 roubou significativamente mais do que a fêmea 4 (Mann-Whitney,  $Z = -2,1$ ,  $P = 0,035$ ;  $n_1 = 16$ ,  $n_2 = 16$ ; Figura 6). No grupo 2, a fêmea 5 (FDM2) monopolizou os roubos de alimentos em relação às outras duas fêmeas, com uma diferença estatisticamente significativa em relação

à fêmea subordinada 6 (Mann-Whitney,  $Z = -3,14$ ,  $P = 0,002$ ;  $n_5 = 6$ ,  $n_6 = 6$ ) e à 7 (Mann-Whitney,  $Z = -3,14$ ,  $P = 0,002$ ;  $n_5 = 6$ ,  $n_7 = 6$ ). Entre as subordinadas 6 e 7, porém, não ocorreu diferença.

Figura 4: Matriz com a frequência absoluta do comportamento roubo na plataforma de alimentação registrado para os membros do grupo 1. Nas linhas estão representadas as frequências absolutas do comportamento roubo agonístico recebido pelo animal e na coluna estão representadas as dadas pelo mesmo.

	FDM	FCT	FBR	MDM	FIL	JUV	MAP	MLD	ANI	MCM	MAP	MCR	MLE	MDI	MPT
FDM		0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FCT	1		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FBR	1	0		0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MDM	1	0	0		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FIL	1	1	1	1		1	1	1	0	0	0	0	1	1	0
JUV	7	0	0	2	1		0	1	2	0	0	0	1	2	0
MAP	2	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
MLD	0	0	0	0	0	0	0		0	0	1	0	0	0	0
ANI	5	0	0	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0
MCM	1	0	0	0	2	0	0	0	1		0	0	0	0	0
MAP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0
MCR	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1		0	0	0
MLE	8	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0		0	0
MDI	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		0
MPT	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Figura 5: Matriz com a frequência absoluta do comportamento roubo na plataforma de alimentação registrado para os membros do grupo 2. Nas linhas estão representadas as frequências absolutas do comportamento roubo agonístico recebido pelo animal e na coluna estão representadas as dadas pelo mesmo.

	FDM	FBL	FLD	MDM	MLE	MCM	FIL
FDM		0	2	0	2	0	4
FBL	0		0	0	0	0	0
FLD	0	0		0	0	0	0
MDM	0	0	0		0	0	0
MLE	1	0	0	0		0	1
MCM	0	0	0	0	0		1
FIL	0	0	0	0	0	0	

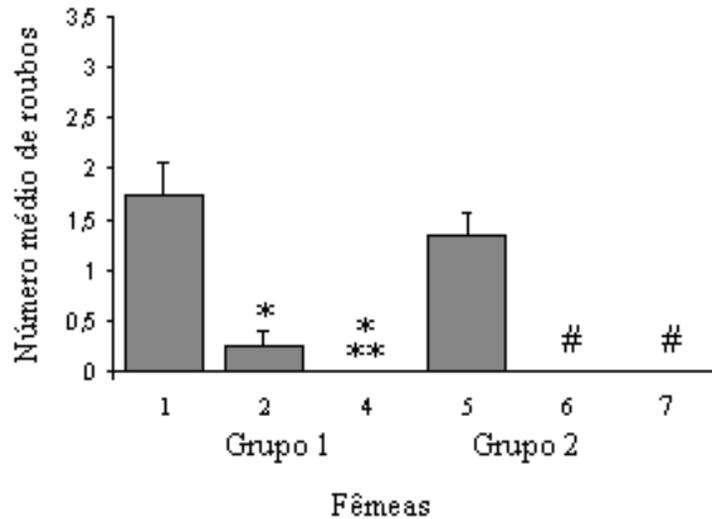


Figura 6: Comparação do número médio de roubos de banana executados na plataforma de alimentação, entre as fêmeas dos grupos 1 (1 = FDM; 2 = FBR; 4 = FCT) e 2 (5 = FDM2; 6 = FBL; 7 = FLD; \*  $P < 0,001$ ; \*\*  $P < 0,001$ ; #  $P < 0,001$ ).

### Hierarquia Social

A hipótese foi que, além de existir uma hierarquia alimentar, esta estaria relacionada à hierarquia social. Esperávamos que existiria uma hierarquia social refletida em maiores taxas de agonismo realizadas por fêmeas que tenham maior acesso a recursos alimentares, que recebam menores taxas de agonismo e sejam alvos mais frequentes da catação. Porém fêmeas reprodutoras e não reprodutoras não apresentaram diferenças significativas para os comportamentos agonístico e catação, como ilustrada na Tabela 2.

No entanto, estes resultados referem-se à análise comportamental do animal focal, que leva em consideração os valores relativos das frequências dos comportamentos registrados. Quando analisamos todas as ocorrências de agonismo e catação, levando em consideração quem dá e quem recebe estes comportamentos, diferenças são observadas. Numa matriz social (Figura 7), a fêmea 1 (FDM) é a que mais apresenta agonismo, porém a que menos recebe, quando comparada às outras fêmeas, mas também a todos os outros

membros do grupo. Da mesma forma, esta fêmea apresenta altos níveis de recebimento de catação e baixas taxas de catação em comparação a outros animais.

Tabela 2: Valores médios  $\pm$  desvio padrão, valores de Z (Wilcoxon) e níveis de significância ( $P$ ) das diferenças entre fêmeas reprodutoras e não reprodutoras (reprodutoras = R,  $n = 3$ ; não reprodutoras = NR,  $n = 3$ ) dos grupos 1 e 2 quanto aos comportamentos sociais.

Grupo	Fêmeas	Status reprod.	Agonismo	Alocação
1	1	R	0,29 ( $\pm 0,65$ )	1,1 ( $\pm 2,39$ )
	2	NR	0,23 ( $\pm 0,41$ )	1,41 ( $\pm 5,28$ )
	4	R	0,16 ( $\pm 0,37$ )	0,16 ( $\pm 0,77$ )
2	5	R	0,33 ( $\pm 0,56$ )	1,44 ( $\pm 4,04$ )
	6	NR	0,47 ( $\pm 1,4$ )	0,16 ( $\pm 0,39$ )
	7	NR	0,22 ( $\pm 0,38$ )	0,28 ( $\pm 0,66$ )
	Z		-0,53	0,00
	P		0,59	1,0

Em relação ao grupo 2, as fêmeas não diferiram entre si com relação aos comportamentos de catação e agonismo. Porém, assim como foi feito para o grupo 1, uma matriz hierárquica indicou que a fêmea reprodutora também apresenta os maiores níveis de agonismo, é a que menos recebe este comportamento, e quem recebe mais catação e a que menos o realiza (Figura 8).



Figura 8: Matriz hierárquica com a frequência absoluta do comportamento agonístico registrado para os membros do grupo 2. Nas linhas estão representadas as frequências absolutas do comportamento agonístico recebido pelo animal e na coluna estão representadas as dadas pelo mesmo.

	FDMG2	FBL	FLD	MDMG2	MCM	MLE	MNM	FILS
FDMG2		0	0	0	0	0	0	3
FBL	0		0	0	0	0	0	2
FLD	0	0		0	0	0	0	2
MDMG2	0	0	0		0	0	0	1
MCM	0	0	0	0		0	0	0
MLE	0	0	0	0	0		0	0
MNM	0	0	0	0	0	0		0
FILS	0	0	0	0	0	0	0	

Esperávamos ainda que fêmeas que detêm a posição social mais elevada na hierarquia alimentar, utilizassem o comportamento agonístico para assegurar o alimento. Quando analisamos todos os registros agonísticos das fêmeas dominantes dos grupos 1 e 2, onde o contexto foi anotado, observamos que em sua totalidade, o contexto foi alimentar, seja tentando roubar o alimento de alguém, seja defendendo este recurso. No teste da plataforma de alimentação observamos os níveis de agressão para a aquisição da banana para os dois grupos juntos. A agressão foi semelhante entre as categorias de sexo e idade ( $X^2 = 2,75$ ,  $gl = 3$ ,  $P = 0,43$ ) e houve uma forte tendência de algumas categorias etário-sexuais serem mais agredidas do que outras ( $X^2 = 7,75$ ,  $gl = 3$ ,  $P = 0,05$ ). Os filhotes sofreram a maior taxa de agressão (37,5%), sendo seguidos pelos machos adultos (34,4%) e fêmeas não reprodutoras (21,9%). Os juvenis sofreram baixas taxas de agressão (6,2%) enquanto que as fêmeas reprodutoras nunca foram alvos de agressão nesse contexto.

### Sucesso Reprodutiva

A hipótese do trabalho sugere que as hierarquias acima citadas (alimentar e social) também estão associadas ao sucesso reprodutivo. Uma vez comprovada a sinergia destes dois tipos de ranqueamentos, resta verificar os critérios que indiquem um vínculo com o *status* reprodutivo destas fêmeas. Uma expectativa foi de que a fêmea social e

nutricionalmente dominante tivesse um perfil endócrino que representasse uma aptidão reprodutiva. Esperou-se, portanto, que esta tivesse maiores níveis fecais de estrógeno, progesterona e cortisol, quando comparada às outras fêmeas do grupo. Quando comparamos todas as fêmeas para verificar diferenças entre estas, nenhuma diferença significativa foi observada para os hormônios: estrógeno, (Kruskal-Wallis,  $X^2 = 3,58$ ,  $gl = 5$ ,  $p = 0,61$ ), progesterona (Kruskal-Wallis,  $X^2 = 7,61$ ,  $gl = 5$ ,  $p = 0,17$ ) e cortisol (Kruskal-Wallis,  $X^2 = 8,16$ ,  $gl = 5$ ,  $p = 0,14$ ). Porém, quando agrupamos os dados e comparamos fêmeas reprodutoras e não reprodutoras, encontramos diferença significativa apenas para a progesterona (Fig. 9; Mann-Whitney,  $Z = -1,96$ ,  $P = 0,05$ ,  $n_1 = 3$ ,  $n_2 = 3$ ). Diferenças não foram significativas para os níveis de estradiol (Mann-Whitney,  $Z = -0,65$ ,  $P = 0,51$ ,  $n_1 = 3$ ,  $n_2 = 3$ ) e cortisol (Mann-Whitney,  $Z = -1,52$ ,  $P = 0,12$ ,  $n_1 = 3$ ,  $n_2 = 3$ ). Os valores médios para cada uma das fêmeas e os coeficientes de variação estão listados na Tabela 3.

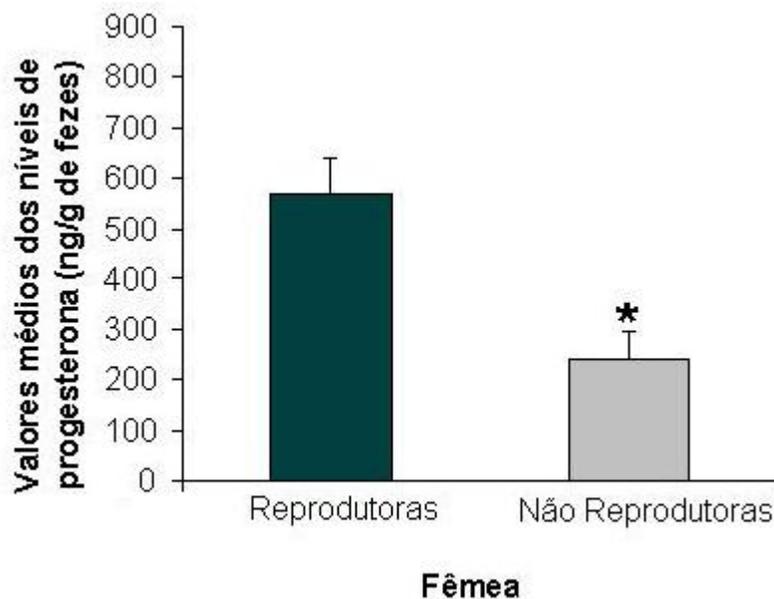


Figura 9: Valores médios dos níveis de progesterona (ng/g de fezes) para fêmeas reprodutoras e não reprodutoras (\*  $P = 0,05$ ).

Tabela 3: Valores médios dos níveis fecais de estradiol, progesterona e cortisol para cada uma das fêmeas e os valores de referência para estas dosagens.

Fêmea	Categoria	Estradiol (ug/g)	Progesterona (ng/g)	Cortisol (ng/g)
FDM (1)	R	51,93	398,593	112,06
FBR (2)	NR	14,7	263,502	71,19
FBC (3)	NR	348,7	283,935	63,83
FCT (4)	R	32,78	524,426	140,14
FDM2 (5)	R	130,03	777,481	2277,99
FBL (6)	NR	4,86	170,624	130,81
Inter-ensaio ( $\pm$ dp)		$\pm$ 10,62	7,46 ( $\pm$ 1,88)	3,610 $\pm$ 3,132
Intra-ensaio ( $\pm$ dp)		$\pm$ 2,62	5,5 ( $\pm$ 2,85)	2,430 $\pm$ 1,051

Esperávamos, ainda, que as fêmeas social e nutricionalmente dominantes apresentassem o maior número de nascimentos dentro do grupo e que fossem amplamente auxiliadas no cuidado dos filhotes por todos os outros membros do grupo. Em relação aos nascimentos de filhotes, observamos que a fêmea dominante do grupo 1 (Fêmea 1) apresentou o abdômen aumentado nos períodos de fevereiro e outubro de 2006 e fevereiro de 2007, com partos de gêmeos nos períodos de março de 2006 e 2007. Não houve nascimento em outubro de 2006, pois, na gestação correspondente ao período de seca (setembro, outubro e novembro de 2006), não observamos o nascimento dos filhotes, sendo que a mesma, possivelmente devido à grande estiagem e à falta de recursos, parece tê-los perdido. No entanto, a fêmea subordinada (Fêmea 4), também apresentou abdômen aumentado neste período de seca, culminando com o nascimento de gêmeos em dezembro de 2006.

Para o grupo 2 apenas um nascimento foi observado: a fêmea dominante (Fêmea 5) gerou dois filhotes no mês de junho de 2007, sendo que ao início da observação deste grupo, em janeiro, 4 filhotes de aproximadamente 2 meses faziam parte deste grupo,

indicando que pelo menos duas fêmeas pariram sincronicamente, ou que a fêmea reprodutora gestou quatro filhotes.

Quando comparamos o comportamento de carregar filhotes, não houve diferenças significativas entre os animais ( $X^2 = 10,63$ ,  $gl = 6$ ,  $P = 0,10$ ) para o grupo 1 e para o grupo 2 ( $X^2 = 1,57$ ,  $gl = 3$ ,  $P = 0,66$ ). Porém, enquanto a fêmea dominante do grupo 1 foi vista carregando seus filhotes, registros de carregar não foram feitos para a fêmea dominante do grupo 2.

## DISCUSSÃO

A primazia alimentar de fêmeas reprodutoras é bem descrita na literatura, explicada pelo alto custo da reprodução e lactação (LOPES *et al.*, 1997), sendo que o aumento na ingestão de recursos parece ser assegurado por maiores taxas de agonismo (TARDIFF & RICHTER, 1981). As fêmeas reprodutoras, além de apresentarem maiores frequências de comportamentos alimentares quando comparadas às não reprodutoras, também comeram mais alimentos de alto valor nutricional: insetos, ovos de pássaros e pequenos vertebrados. Estes alimentos exigem uma grande capacidade de forrageio e habilidade de captura, visto que constituem uma fonte fortuita de proteínas (STEVENSON & RYLANDS, 1988).

Na situação experimental, onde foram oferecidas ao grupo 20 rodela de banana em uma plataforma alimentar, as fêmeas dominantes e reprodutoras apresentaram primazia de acesso ao recurso. Este acesso privilegiado foi evidenciado tanto pela descida das fêmeas à plataforma para a aquisição da banana, quanto pelas altas taxas de roubo de bananas de outros membros do grupo que desceram à plataforma, principalmente machos e filhotes.

O cleptoparasitismo constitui um comportamento altamente difundido em várias espécies de invertebrados e vertebrados, mas principalmente estudado em aves (MORAND-FERRON *et al.*, 2007). Caracteriza-se pelo roubo do alimento descoberto e capturado por outro animal, podendo ser interespecífico ou intraespecífico. É reconhecido como um mecanismo importante através do qual muitos animais obtêm um recurso limitado. Poucos trabalhos têm evidenciado comportamentos cleptoparasitários em

primatas. O roubo em *Cebus apella* está associado a fatores como a posição social, a tolerância, a idade e o sexo do animal que achou o alimento (DI BITETTI & JANSON, 2001). Neste trabalho, assim como em LOPES *et al.* (1997), as fêmeas reprodutivas não apenas possuem a prioridade alimentar mantida através de altos níveis de agonismo, como também não são contestadas em seu acesso privilegiado.

Quando analisamos a descida da fêmea ao aparato experimental, é importante destacar que a plataforma e a banana constituem de certa forma uma situação nova para todo o grupo, visto que estes animais comprovadamente exibem neofobia (DAY *et al.*, 2003; YAMAMOTO & LOPES, 2004; VOELKL, SCHRAUF & HUBER, 2004, ADESSI *et al.*, 2007). Embora a neofobia tenda a ser reduzida com o aumento da exposição ao estímulo aversivo, as fêmeas dominantes contornaram a neofobia ao adotar uma estratégia alternativa de cleptoparasitismo. O roubo de alimentos por adultos que foi observado neste estudo segue uma regra inversa em calitriquídeos; normalmente a partilha e o roubo de alimentos são realizados pelos filhotes sobre os adultos (YAMAMOTO & LOPES, 2004). Nesse estudo, não somente o cleptoparasitismo serviu para um aporte de alimentos extras para as fêmeas dominantes, como também pode ter servido para reforçar a posição hierárquica destas fêmeas.

Relações de dominância entre fêmeas reprodutoras são tipicamente baseadas na frequência e direção de comportamentos sexuais, afiliativos e agressivos, além de comportamentos de submissão (ARRUDA *et al.*, 2005; SOUSA *et al.*, 2005; SALTZMAN, *et al.*, 2008). Condições naturais podem ser mais favoráveis à expressão dos comportamentos de contestação de dominância, pois muitos fatores, como a provisão alimentar, podem interferir no sucesso das fêmeas subordinadas e dominantes além de interferir nas estratégias reprodutivas de ambas (HILL, 1999; ALENCAR *et al.*, 2006).

Agonismo (agressão) e catação são comportamentos sociais, associados ao convívio e estabelecimento de hierarquias dentro de um grupo. Alocação é o comportamento afiliativo mais comum dentre os primatas, embora represente menos de 5% do seu orçamento comportamental diário (SUSSMAN *et al.*, 2003). Possui função higiênica, pela remoção de ectoparasitas (ZAMMA, 2002) e de redução na tensão, pela produção de endorfinas (SCHINO *et al.*, 1988), além de prover alguns benefícios sociais, como o acesso

preferencial a recursos (VENTURA *et al.*, 2006). No entanto, o comportamento de catação não foi significativamente diferente entre fêmeas dos dois grupos, embora fêmeas dominantes e reprodutoras sejam, dentro do grupo as mais catadas e fêmeas subordinadas e não reprodutoras sejam as que mais catam.

Relações de dominância e subordinação podem estar associadas à competição por comida, pares para acasalamento, territórios ou outros recursos, podendo esta dominância ser contestada ou não (ALENCAR *et al.*, 2006). Neste trabalho, diferenças foram observadas entre a fêmea reprodutiva dominante e a subordinada não reprodutora ao construirmos a matriz hierárquica, para ambos os grupos. A fêmea dominante foi a maior agressora embora nunca tenha sido agredida, sendo que esta hierarquia apresentou-se evidentemente como uma hierarquia não linear. Muitas espécies de primatas apresentam relações de dominância ambíguas ou complexas, porém a ausência de estabilidade ou linearidade não é sinônimo de relações de dominância não hierárquicas (IZAR *et al.*, 2006). Além de não ser linear, a hierarquia demonstrou-se parcial e não transitiva, como foi também demonstrado por Decanini (2006).

As outras fêmeas apresentaram valores de execução/recebimento de agonismo semelhantes. Além do segundo grupo observado não ser significativamente diferente para o agonismo, a matriz demonstrou baixíssimas taxas deste comportamento entre os membros, sendo que os filhotes foram os únicos receptores. Portanto, parecem existir diferenças em relação ao estilo de dominância entre as fêmeas dos dois grupos. Enquanto no grupo 1 altas taxas de agonismo e submissão podem indicar uma dominância contestada, baixas taxas de agonismo entre os integrantes no grupo 2 podem indicar uma dominância clara. Em *C. jacchus*, subordinadas em grupos com dominância contestada exibem também altas taxas de comportamento de dominância enquanto que na dominância incontestada, fêmeas dominantes realizam muito mais comportamentos de dominância que suas subordinadas e subordinadas muito mais comportamentos de subordinação que suas dominantes, o que não foi visto em relações de dominância contestada (ALENCAR *et al.*, 2006; SALTZMAN, *et al.*, 2008).

Em estudos de cativeiro e campo com *C. jacchus*, as relações de dominância entre as fêmeas não são uniformes, especialmente na presença de um macho não relacionado

(SALTZMAN *et al.*, 1997 a, b; ARRUDA, *et al.*, 2005; ALENCAR *et al.*, 2006). Além da presença deste macho, a fêmea subordinada pode reproduzir quando há abundância de recursos alimentares, quando a idade da fêmea reprodutora é avançada e/ou está debilitada ou quando há baixas oportunidades de dispersar. Portanto, a contestação da dominância pode ser uma estratégia alternativa para fêmeas subordinadas que não ovulam e que permanecem em seus grupos natais. Sob tais circunstâncias, reproduzir como uma fêmea secundária pode ser mais vantajoso que esperar pela vaga de fêmea dominante em um grupo vizinho ou optar por emigrar para outra área (ARRUDA, *et al.*, 2005).

O modelo de sistema de acasalamento do gênero *Callithrix* é divergente entre os autores (FERRARI & LOPES FERRARI, 1989; DIGBY & BARRETO, 1993; DIGBY & FERRARI, 1994; DIGBY, 1995; SAVAGE & BAKER, 1996). Da mesma forma dentro os grupos estudados, enquanto o grupo 1 parece ser poligínico, muito embora o sucesso reprodutivo de ambas as fêmeas não seja similar, o grupo 2 parece não se enquadrar exatamente neste perfil reprodutivo, pois foram observadas cópulas extra-grupo de uma das fêmeas subordinadas, embora sem gestação. Além de ser um tipo de arranjo social raro (DIETZ & BAKER, 1993), a poliginia tem custos para a reprodutora, como maior intervalo entre os nascimentos, menores taxas de sobrevivência dos filhotes, diminuindo, portanto, o sucesso reprodutivo das fêmeas, principalmente da fêmea dominante.

A poliginia pode ser tolerada pela fêmea dominante quando esta e a fêmea subordinada têm filhotes em períodos distintos, evitando a competição por comida e auxiliares. Enquanto o grupo 1 apresentou ao longo de todo o estudo uma média de 15 integrantes, sendo a maioria machos adultos, o grupo 2 tinha, além do macho reprodutor, apenas três machos. Machos são importantes ajudantes no cuidado dos filhotes (ABBOTT *et al.*, 1998; STEVENSON & RYLANDS, 1988). Porém quando existe mais de uma fêmea reprodutora dentro do grupo, a ajuda prestada por esta fêmea (reprodutora e subordinada), tanto no carregar, como no alimentar, torna-se limitada (DIGBY, 1995; SALTZMAN *et al.*, 2008). Carregar é uma demanda energética excessiva para a fêmea subordinada, o que pode resultar em maiores intervalos entre os nascimentos (DIETZ *et al.*, 1994), o que também foi observado em nosso trabalho.

Mesmo que existam diferenças claras entre os grupos no que diz respeito à organização sócio-reprodutiva das fêmeas, não foram observadas diferenças significativas entre as fêmeas nos níveis hormonais de cortisol, estrógeno e progesterona. Porém quando agrupamos estas fêmeas em reprodutoras e não reprodutoras, os níveis de progesterona foram diferentes entre estes dois grupos. A progesterona é um dos principais hormônios associados à reprodução/gestação, e é amplamente utilizado para ilustrar as relações de dominância/reprodução e subordinação/ausência de reprodução em calitriquídeos (ALENCAR *et al.*, 1995; ALBUQUERQUE *et al.*, 2001; ALENCAR *et al.*, 2006).

Embora os níveis de progesterona tenham sido diferentes entre as fêmeas reprodutoras e não reprodutoras, os níveis de cortisol e estrógeno não o foram. Em grupos de *C. jacchus*, em ambiente natural, existem evidências da ocorrência simultânea de ovulação em mais de uma fêmea (ALBUQUERQUE *et al.*, 2001). Também em sagüis comuns, mas em cativeiro, fêmeas reprodutoras únicas, várias mães reprodutoras ou várias filhas reprodutoras não diferiram de forma significativa nos níveis de estrógeno, nem no número de filhotes nascidos vivos (SALTZMAN *et al.*, 2008). Portanto, embora estudos demonstrando diferenças hormonais entre subordinadas e dominantes, reprodutoras e não reprodutoras, sejam mais freqüentes na literatura (ABBOTT, 1984; ABBOTT, 1987; SALTZMAN *et al.*, 1997 a, b; ABBOTT *et al.*, 1998; FRENCH, *et al.*, 2003), os trabalhos acima citados são exemplos que estas diferenças podem ser mais tênues que o esperado, principalmente em ambiente natural (LÖTTKER, *et al.*, 2004).

Os hormônios esteróides influenciam e são influenciados pelo meio onde os animais vivem, sendo determinantes para a expressão de comportamentos específicos, como a reprodução e o cuidado com a prole (HONESS & MARIN, 2006). O *status* reprodutivo, a estabilidade social, experiências estressantes e o estágio reprodutivo podem afetar os níveis de cortisol. Altos níveis de cortisol para subordinadas estão associados a altas taxas de agressão e baixo suporte social (HONESS & MARIN, 2006). Por outro lado, níveis baixos de cortisol são descritos em espécies onde a fêmea subordinada recebe pouca agressão, possuem apoio social e os grupos consistem de indivíduos com alto grau de parentesco (ABBOTT *et al.*, 2003). Os nossos resultados estão de acordo com o padrão de baixa agressão e algum suporte social, reduzindo a taxa de cortisol, aproximando os perfis hormonais de fêmeas subordinadas e dominantes. O status de dominância parece não afetar

os níveis de cortisol, que seriam influenciados primariamente pelo estágio reprodutivo em contraposição ao status social (BALES *et al.*, 2005).

Como esperado, as fêmeas socialmente dominantes geraram maior número de filhotes vivos. Porém, a fêmea 1 (FDM), dominante do grupo 1, apresentou a perda de uma gestação. Embora obscuro, este fato ocorreu na estação seca e pode estar associado à restrição energética. Alternativamente, o infanticídio também pode ser uma explicativa viável para a não visualização dos filhotes durante as observações, quando se esperava o parto da fêmea 1. Entretanto, infanticídio parece ocorrer somente com filhotes das fêmeas subordinadas (DIGBY, 1995; MELO *et al.*, 2003). Como vem sendo demonstrado, a fêmea 1 parece ser plenamente dominante sobre as demais.

Sendo assim, a partir deste trabalho foi possível observar que existe uma relação entre hierarquia social, alimentar e o sucesso reprodutivo em fêmeas de *C. penicillata*. A chave para a compreensão desta relação está não somente na fêmea dominante social e reprodutiva, mas também nas fêmeas subordinadas e seus mecanismos de aceitação ou contestação da hierarquia. Esta relação parece também basear-se nas características do grupo social, como o número de indivíduos, principalmente o número de machos e o grau de parentesco entre estes. A observação da dinâmica social destes grupos, assim como uma análise genética destes animais, possibilitará identificar os mecanismos que desencadeiam esta complexa rede de interações sociais.

## REFERÊNCIAS

- ABBOTT, D .H. Behavioral and physiological suppression of fertility in subordinate marmoset monkeys. *American Journal of Primatology*, 6: 169-186, 1984.
- ABBOTT, D. H. Behaviorally mediated suppression of reproduction in female primates. *Journal of Zoology*, 213: 455-470, 1987.
- ABBOTT, D. H.; SALTZMAN, W.; SCHULTZ-DARKEN, N. J.; TANNENBAUM, P. L. Adaptations to subordinate status in female marmoset monkey. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 119: 261-274, 1998.
- ABBOTT, D. H.; KEVERN, E. B.; BERCOVITCH, F. B.; SHIVELY, C. A.; MENDOZA, S. P.; SALTZMAN, W.; SNOWDON, C. T.; ZIEGLER, T. E.; BANJEVIC, M.;

- GARLAND, T.; SAPOLSKY, Jr.; SAPOLSKY R. M. Are subordinates always stressed? A comparative analysis of rank differences in cortisol levels among primates. *Hormones and Behavior*, 43 (1): 67-82, 2003.
- ADDESSI, E.; CHIAROTTI, F.; VISALBERGHI, E.; ANZENBERGER, G. Response to Novel Food and the Role of Social Influences in Common Marmosets (*Callithrix jacchus*) and Goeldi's Monkeys (*Callimico goeldii*). *American Journal of Primatology*, 69:1210–1222 (2007).
- ALENCAR, A. I.; SOUSA, M. B. C.; ABBOTT, D. H.; YAMAMOTO, M. E. Contested dominance diminishes the anovulatory consequences of social subordination in female marmosets. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 39: 647-658, 2006.
- ALBUQUERQUE A. C. S.R.; SOUSA M. B. C.; SANTOS H. M.; ZIEGLER T. E. Behavioral and hormonal analysis of social relationships between oldest females in a wild monogamous group of common marmosets (*Callithrix jacchus*). *International Journal of Primatology*, 22 (4): 631-645, 2001.
- ALTMANN, J. Observational study of behaviour: sampling method. *Behaviour*, 49: 227-267, 1974.
- ANZENBERGER, G. How stranger encounters of common marmosets (*Callithrix jacchus jacchus*) are influenced by family members: the quality of behavior. *Folia Primatologica*, 45: 204-224, 1985.
- ARRUDA, M. F.; ARAÚJO, A.; SOUSA, M. B. C.; ALBUQUERQUE, F. S.; ALBUQUERQUE, A. C.; YAMAMOTO, M. E. Two-breeding females within free-living groups may not always indicate polygyny: alternative subordinate female strategies in common marmosets (*Callithrix jacchus*). *Folia Primatologica*, 76 (1): 10-20, 2005.
- BALES, K. L.; FRENCH, J. A.; HOSTETLER, C. M.; DIETZ, J. M. Social and Reproductive Factors Affecting Cortisol Levels in Wild Female Golden Lion Tamarins (*Leontopithecus rosalia*). *American Journal of Primatology*, 67: 25-35, 2005.
- BARRETT J.; ABBOTT D. H.; GEORGE L. M. Sensory cues and the suppression of reproduction in subordinate female marmoset monkeys, *Callithrix jacchus*. *Journal of Reproduction and Fertility*, 97 (1): 301-310, 1993.

- BARRETTA, G. M.; SHIMIZUB, K., BARDIC, M., ASABAD, S.; MORI, A. Endocrine Correlates of Rank, Reproduction, and Female-Directed Aggression in Male Japanese Macaques (*Macaca fuscata*). *Hormones and Behavior*; 42 (1): 85-96, 2002.
- BARROS, M.; TOMAZ, C. Non-human primate models for investigating fear and anxiety. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 26 (2): 187-201, 2002.
- di BITETI, M. S.; JANSON, C. H. Social foraging and finder's share in capuchin monkeys, *Cebus apella*. *Animal Behaviour*, 62: 47-56, 2001.
- BENNETT, N. C.; FAULKES, C. G.; MOLTENO, A. J. Reproductive suppression in subordinate, non-breeding female damaraland mole-rats: two components to a lifetime of socially induced infertility. *Proceedings: Biological Sciences*; 263 (1376): 1599-1603, 1996.
- BOERE, V.; PINHEIRO, E. C.; SILVA, I. O.; PALUDO, G. R.; CANALE, G.; PIANTA, T.; WELKER, A.; ROCHA-DE-MOURA, R. C. Comparison between sex and age class on some physiological, thermal, and hematological indices of the cerrado's marmoset (*Callithrix penicillata*). *Journal of Medical Primatology*, 34 (3): 156-162, 2005.
- CARLSON, A. A.; ZIEGLER, T. E.; SNOWDON, C. T. Ovarian function of pygmy marmoset daughters (*Cebuella pygmaea*) in intact and motherless families. *American Journal of Primatology*, 43: 347-355, 1997.
- DAY, R. L.; COE, R. L.; KENDAL, J. R.; LALAND, K. N. Neophilia, innovation and social learning: a study of intergeneric differences in callitrichid monkeys. *Animal Behaviour*, 65: 559-571, 2003.
- DECANINI, D. P. Socialidade em Sagüis do Cerrado (*Callithrix penicillata*): Estratégias Comportamentais nas Relações Intra e Intergrupo. Dissertação - Universidade de Brasília, 84p., 2006.
- DIETZ, J. M.; BAKER, A. J.: Polygyny and female reproductive success in golden lion tamarins, *Leontopithecus rosalia*. *Animal Behaviour*, 46: 1067-1078, 1993.
- DIETZ, J. M.; BAKER, A. J.; MIBLIORETTI, D. Seasonal variation in reproduction, juvenile growth, and adult body mass in golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*). *American Journal of Primatology*, 34:115-132, 1994.

- DIGBY, L. J. & BARRETO, C. E. Social organization in the wild population of *Callithrix jacchus*. *Folia Primatologica*. 61: 123-134, 1993.
- DIGBY, L. J. & FERRARI, S. F. Multiple breeding females in free-ranging groups of *Callithrix jacchus*. *International Journal of Primatology*, 15 (3): 389-397, 1994.
- DIGBY, L.J. Social organization in the wild population of *Callithrix jacchus*: II. *Primates*, 36 (3): 361-375, 1995.
- DIGBY, L. Infant care, infanticide, and female reproductive strategies in polygynous groups of common marmosets (*Callithrix jacchus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*; 37 (1): 51-61, 1995.
- EMLLEN, S. T. Evolution of cooperative breeding in birds and mammals. In: Krebs, J. R. and Davies, N. B. (eds.), *Behavioral Ecology: An Evolutionary Approach*. Oxford: Blackwell Scientific, pp. 301–337, 1991.
- FARIA, D.S. Tamanho e composição de um grupo social e área de vivência (home-range) do sagüi *C. jacchus penicillata* na mata ciliar do córrego Capetinga, Brasília-DF. In: Mello, M.T. (ed.) *A Primatologia no Brasil 2*: pp.87-105, 1985.
- FERRARI, S. F. & LOPES FERRARI, M. A. A re-evaluation of the social organization of the Callitrichidae, with reference to ecological differences between genera. *Folia Primatologica*, 52: 132-147, 1989.
- FRENCH, J. A.; BREWER, K. J.; SCHAFFNER, C. M.; SCHALLEY, J.; HIGHTOWER-MERRITT, D.; SMITH, T.; BELL, S. M. Urinary steroid and gonadotropins excretion across the reproductive cycle in female Wied's black tufted-ear marmosets (*Callithrix kuhli*). *American Journal of Primatology*, 40: 231-245, 1996.
- FRENCH, J. A.; BALES, K. L.; BAKER, A. J.; DIETZ, J. M. Endocrine monitoring of wild dominant and subordinate female *Leontopithecus rosalia*. *International Journal of Primatology* 24 (6) 1281-1300, 2003.
- GITTLEMAN, J. L.; THOMPSON, S. D. Energy allocation in mammalian reproduction. *American Zoologist*, 28 (3): 863-875, 1988.
- HAMILTON, I. M. A commitment model of reproductive inhibition in cooperatively breeding groups. *Behavioral Ecology*, 15: 585–59, 2004.

- HILL, D. A. Effects of Provisioning on the Social Behaviour of Japanese and Rhesus Macaques: Implications for Socioecology. *Primates*, Special Edition: Primate Socioecology, 40(1): 187-198, 1999.
- HONESS, P. E. & MARIN C. M. Behavioural and physiological aspects of stress and aggression in nonhuman primates. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*; 30 (3): 390-412, 2006.
- IZAR, P.; FERREIRA, R. G.; SATO, T. Describing the organization of dominance relationships by dominance-directed tree method. *American Journal of Primatology*; 68: 189-207, 2006.
- KIRKPATRICK-TANNER, M.; AESCHLIMANN, C.; ANZENBERGER, G. Occurrence of an infanticide within a captive polygynous group of common marmosets, *C. jacchus*. *Folia Primatologica*, 67: 52-58, 1996.
- KOENIG A. Competition for Resources and Its Behavioral Consequences Among Female Primates. *International Journal of Primatology*; 23(4): 759-783, 2002.
- LOPES, F. A.; YAMAMOTO, M. E.; MEDEIROS, I. S.; DELGADO, K. V. C. A influência do estado reprodutivo da fêmea na competição por alimento no sagüi comum (*Callithrix jacchus*). *Anais de Etologia*, 15: 35-46, 1997.
- LÖTTKER, P.; HUCK, M.; HEYMAN, E. W.; HEISTERMANN, M. Endocrine Correlates of Reproductive Status in Breeding and Nonbreeding Wild Female Moustached Tamarins. *International Journal of Primatology*, 25 (4): 919-937, 2004.
- MELO, L.; MENDES PONTES, A. R.; MONTEIRO DA CRUZ, M. A. O. Infanticide and Cannibalism in Wild Common Marmosets. *Folia Primatologica*; 74: 48-50, 2003.
- MORAND-FERRON, J.; SOL, D.; LEFEBVRE, L. Food stealing in birds: brain or brawn? *Animal Behaviour*, 74: 1725-1734, 2007.
- RAINEY, W. E., REHMAN K. S.; CARR, B. R. Fetal and maternal adrenals in human pregnancy. *Obstetrics and Gynecology Clinics of North America*, 31 (4): 817-835, 2004.
- RYLANDS, A. B. Habitat and the evolution of social and reproductive behavior in Callitrichidae. *American Journal Primatology*, 38:5-18, 1996.

- SALTZMAN, W.; SCHULTZ-DARKEN, N. J.; ABBOTT, D. H. 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, 1997a.
- SALTZMAN, W.; SCHULTZ-DARKEN, N.J.; ABBOTT, D.H. Familial influences on ovulatory function in common marmosets (*Callithrix jacchus*). *American Journal of Primatology*, 41: 159-178, 1997b.
- SALTZMAN, W.; PICK, R. R.; SALPER, O. J.; LIEDL, K. J.; ABBOTT, D. H. Onset of plural cooperative breeding in common marmoset families following replacement of the breeding male. *Animal Behaviour*, 68: 59-73, 2004.
- SALTZMAN, W.; LIEDL, K. J.; SALPER, O. J.; PICK, R. R.; ABBOTT, D. H. Post-conception reproductive competition in cooperatively breeding common marmosets. *Hormones and Behavior*, 53:274-286, 2008.
- SAVAGE, A; BAKER, A J. Callitrichid social structure and mating system: evidence from field studies. *American Journal of Primatology*, v. 38, p. 1-3, 1996.
- SCHINO, G.; SCUCCHI, S.; MAESTRIPIERI, D.; TURILLAZZI, P. G. Allogrooming as a tension-reduction mechanism - A behavioral-approach. *American Journal of Primatology*, 16 (1): 43-50, 1988.
- SOLOMON N. G., FRENCH J. F. The study of mammalian cooperative breeding. In: Solomon, N. G. and French, J. F. (eds.), *Cooperative Breeding in Mammals*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 1–10, 1997.
- SOUSA M. B. C.; PEREGRINO H. P. A.; CIRNE M. F. C.; MOTA M. T. S. Reproductive patterns and birth seasonality in a South-American breeding colony of common marmosets, *Callithrix jacchus*. *Primates*, 40 (2): 327-336, 1999.
- SOUSA, M. B. C.; ALBUQUERQUE, A. C. S. R.; ALBUQUERQUE, F. S.; ARAÚJO, A.; YAMAMOTO, M. E.; ARRUDA, M. F. Behavioral strategies and hormonal profile of dominant and subordinate common marmoset (*Callithrix jacchus*) females in wild monogamous groups. *American Journal of Primatology*; 67 (1): 37-50, 2005.
- STAHL, D.; KAUMANN, W. Food competition in captive female sooty mangabeys (*Cercocebus torquatus atys*). *Primates*, 44 (3): 203-216, 2003.

- STERCK, E. H. M.; WATTS, D. P.; VAN SCHAIK, C.P. The evolution of female social relationships in nonhuman primates. *Behavioral Ecology and Sociobiology*; 41: 291–309, 1997.
- STEVENSON, M.F.; RYLANDS, A.B. The Marmosets, Genus *Callithrix*. In: Mittermeier, R.A.; Rylands, A.B.; Coimbra-Filho, A. and Fonseca, G.A.B. (eds.) *Ecology and Behavior of Neotropical Primates*. WWF, Washington, pp. 131-222, 1988.
- SUSSMAN, R. W.; ANDRIANASOLONDRRAIBE, O.; SOMA, T., ICHINO I. Social behavior and aggression among ringtailed lemurs. *Folia Primatologica*, 74(3): 168-172, 2003.
- TARDIF, S. D.; RICHER C. B. Competition for desired food in family groups of the common marmoset (*Callithrix jacchus*) and the cotton top tamarin (*Saguinus oedipus*). *Laboratory Animal Science*, 31: 52-55, 1981.
- VAN SCHAIK, C. P. The ecology of social relationships amongst female primates. In: Standen, V. and Foley, R. A. (eds.). *Comparative Socioecology: The Behavioural Ecology of Humans and other Mammals*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 195-218, 1989.
- VENTURA, R.; MAJOLO, B.; KOYAMA, N. F.; HARDIE, S.; SCHINO, G. Reciprocation and Interchange in Wild Japanese Macaques: Grooming, Cofeeding, and Agonistic Support. *American Journal of Primatology*, 68:1138-1149, 2006.
- VOELKL, B; SCHRAUF, C.; HUBER, L. Social contact influences the response of infant marmosets towards novel food. *Animal Behaviour*, 72, 365-372, 2006.
- YAMAMOTO, M. E. From Dependence to Sexual Maturity: The Behavioural Ontogeny of Callitrichidae. In: Rylands, A.B. (Org.). *Marmosets And Tamarins: Systematics, Ecology and Behaviour*. Oxford: Oxford University Press, pp. 235-254, 1993.
- YAMAMOTO, M. E. ; LOPES, F. A. . Effect of removal from the family group on feeding behavior by captive *Callithrix jacchus*. *International Journal of Primatology*, 25 (2): 489-500, 2004.
- YAMAMOTO, M. E.; ALENCAR, A. I.; SOUSA, M. B. C.; ARAÚJO, A.; ARRUDA, M. F. Mating systems and female-female competition in the common marmosets, *Callithrix jacchus*. (*no prelo*). In: Ford, S.M.; Davis, L.C.; Porter, L.M. (Org.). *The smallest anthropoids: the marmoset callimico radiation*. 2008.

- YOUNG, A. J.; CARLSON, A. A.; MONFORT, S. L.; RUSSELL, A. F.; BENNETT, N.C.; CLUTTON-BROCK, T. Stress and the suppression of subordinate reproduction in cooperatively breeding meerkats. *Proceedings of National Academy of Sciences*; 103 (32): 12005-12010, 2006.
- ZAMMA, K. Grooming site preferences determined by lice infection among Japanese Macaques in Arashiyama, *Primates*, 43 (1): 41-49, 2002.
- ZIEGLER, T. E.; SOUSA, M. B. C. Parent-daughter relationship and social controls on fertility in female common marmosets, *Callithrix jacchus*. *Hormones and Behavior*, 42: 356-367, 2002.



## *Capítulo 2*

## FLEXIBILIDADE COMPORTAMENTAL E REPRODUTIVA GARANTEM IGUALDADE NA AQUISIÇÃO DE GOMA PARA FÊMEAS DE SAGÜIS (*C. penicillata*)?

### INTRODUÇÃO:

Os sagüis da espécie *Callithrix penicillata* são antropóides muito ativos, possuem um metabolismo acelerado, são incapazes de armazenar grandes quantidades de gordura e possuem um alto custo reprodutivo (KELLY, 1993; NIEVERGELT & MARTIN, 1999). O alto custo energético demandado pela fêmea do gênero *Callithrix* na reprodução está associado ao desgaste da gestação, lactação, à gemelaridade, ao grande peso dos filhotes (até 21% da massa corporal da mãe ao nascimento) e à possibilidade de uma nova gestação logo após o parto (RYLANDS, 1984). Com uma alta exigência nutricional de proteínas, energia e sais minerais, esta espécie adota estratégias alimentares otimizadoras e conta com um pequeno porte e adaptações morfológicas para explorar itens com alto valor nutritivo (RYLANDS & FARIA, 1993). Classificados como exudado-insetívoros, os sagüis se alimentam basicamente de exudados de plantas como seiva, goma e resinas. Sagüis complementam a dieta, oportunisticamente, com invertebrados e vertebrados de pequeno porte, além de frutas, flores, brotos e botões. O forrageio por insetos pode ocorrer esporadicamente ao longo do dia, existindo, no entanto, períodos bem definidos em que se encontram ativamente envolvidos neste comportamento (STEVENSON & RYLANDS, 1988). No entanto, os exudados constituem a principal fonte alimentar para esta espécie, fornecendo um importante aporte de carboidratos e sais minerais (POWER & OFTEDAL, 1996; POWER *et al.*, 1999).

O consumo de exsudatos nesta espécie pode compor até 70% da sua dieta (MIRANDA, 1997), e não parece ser aleatório, mas estar sincronizado a outros comportamentos e à ecologia da espécie (KELLY, 1993). O comportamento de escarificação é observado em sagüis cativos, onde não há a disponibilidade de gomas, parecendo que este padrão de comportamento está profundamente inserido na programação genética dos sagüis, fazendo parte do conjunto das necessidades comportamentais (KELLY, 1993; VITALE & MANCIOCCO, 2004). A ingestão de goma é muito mais que uma estratégia alimentar,

sendo um traço nutricional, ecológico, comportamental e evolutivo importante, que permite a subsistência a baixos níveis de competição com outros animais frugívoros e folívoros (KELLY, 1993).

A ingestão de exsudados varia entre as estações do ano, podendo dobrar na estação seca, quando comparada à chuvosa, fato que pode ser explicado pelo baixo número de árvores frutificando e uma oscilação na abundância e na diversidade de insetos ao longo desta estação (MIRANDA & FARIA, 2001; VILELA & FARIA, 2004). O consumo pode variar conforme a disponibilidade de frutos e de insetos, mas outros fatores como o clima, a cobertura aérea (SILVA & BOERE, 2005) e a disponibilidade de água (KELLY, 1993) também poderiam afetar a preferência alimentar por gomas. Portanto, diferenças nos habitats determinam o consumo de recursos.

Outra observação pertinente é que o consumo de exsudações arbóreas não é aleatório, existindo uma tendência no gênero em restringir a alimentação a algumas árvores de goma por um longo período de tempo (FONSECA & LACHER, 1984; SANTEE & FARIA, 1985; STEVENSON & RYLANDS, 1988). As razões para esta preferência por uma ou algumas poucas árvores, não são conhecidas. Sendo assim, os sagüis do cerrado concentram suas atividades em torno de uma árvore que possa regularmente prover exsudações para sua manutenção alimentar. A árvore de exsudação é regularmente visitada, existindo uma grande variedade de espécies arbóreas utilizadas para este fim, principalmente *Vochysia pyramidalis* (gomeira de macaco), *Tapirira guianensis* (jobo) e *Callisthene major* (pau terra, carvoeira) (SANTEE & FARIA, 1985).

As exsudações são fontes altamente energéticas, temporais, espacialmente previsíveis e no caso de *C. penicillata*, compõem-se principalmente de goma e seiva (FERRARI, 1993; HARRISON & TARDIF, 1994). A exsudação contém água, polissacarídeos complexos e vários minerais (ferro, alumínio, silício, potássio, magnésio e sódio) que servem como substitutos nutricionais para frutos sazonais (NASH, 1986; KELLY, 1993; DE PAULA *et al.*, 1997). A goma também é rica em cálcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ) e, devido à dieta insetívora com um grande aporte de fósforo ( $\text{P}^+$ ), acredita-se que a gomivoria traria adaptações no balanço do metabolismo do Ca/P para os sagüis (POWER *et al.*, 1999).

A importância das exsudações para o sagüi do cerrado é refletida na dentição inferior modificada, com incisivos com um espesso esmalte na face labial e caninos

“incisiformes”, criando uma estrutura em forma de cinzel (HERSHKOVITZ, 1977), que permite que raspem o tronco das árvores no processo de escarificação. A retirada das exsudações ocorre a partir de furos (escaras) feitos pelos animais com sua dentição inferior para induzir o aparecimento da goma (SANTEE & FARIA, 1985). Harrison e Tardiff (1994) argumentam que a gomivoria, com seus aspectos comportamentais derivados, se refletiria na organização social de sagüis, tornando-os exploradores de goma obrigatórios.

Os sagüis exibem alterações no sistema gastrointestinal para digestão da goma, apresentando uma aparente estratégia digestiva mista: fermentadores de longo prazo na digestão, e transformação de açúcares complexos e conversores energéticos ligeiros para o metabolismo de proteínas (POWER & OFTEDAL, 1996). Estas alterações se caracterizam principalmente por um aumento no tamanho do ceco e cólons, e presença de microorganismos fermentadores que são necessários para a extração da energia presente na goma. Tais adaptações aumentam o tempo de trânsito da goma dentro do trato gastrointestinal, incrementando possivelmente a eficiência digestiva por fornecer um aporte de glicose lento e constante para manter a glicemia em períodos de jejum (POWER & OFTEDAL, 1996).

Estudos convergentes com sagüis das espécies *C. jacchus* e *C. penicillata* concluem que a árvore de exsudação concentra as atividades do grupo como fonte alimentar de uma forma diária, pela manhã e antes do anoitecer (STEVENSON & RYLANDS, 1988; RYLANDS & FARIA, 1993). A aglomeração do grupo nos períodos de exploração pode aguçar as tensões pré-existentes e propiciar a definição, ou a ascensão de posições hierárquicas em *C. capucinus* (VOGEL & JANSON, 2007). Assim como em outros primatas, alguns conflitos intragrupais podem ser observados no principal sítio de alimentação (a árvore), com a exclusão temporária de animais hierarquicamente subjugados pelos dominantes durante cada incursão (VOGEL & JANSON, 2007).

A estrutura hierárquica de grupos de primatas é bem descrita em relação à primazia alimentar das fêmeas (TARDIF & RICHTER, 1981). Em cativeiro, as fêmeas geralmente consomem a maior porção do alimento, defendendo seu recurso principalmente dos machos adultos (TARDIF & RICHTER, 1981; MICHELS, 1998). Trabalhos com *C. jacchus* em árvores de goma demonstram que existe uma distribuição desigual dos recursos alimentares

dentro do grupo social (TARDIF & RICHTER, 1981), sendo que a competição alimentar é baixa quando forrageiam por insetos ou frutos, que são recursos relativamente dispersos (MAIER *et al.*, 1982; MICHELS, 1998), mas que a exsudação é um recurso agressivamente defendido, por ser o maior componente da dieta, ser um recurso renovável e estar concentrada nos troncos e galhos das árvores (MAIER *et al.*, 1982; FONSECA & LACHER, 1984; SCANLON *et al.*, 1989; RYLANDS & FARIA, 1993).

Devido ao alto custo energético demandado pela fêmea do gênero *Callithrix*, esta necessita de fontes ricas e abundantes de alimentos. Uma das estratégias da fêmea reprodutora para preencher suas necessidades nutricionais é o acesso preferencial ao alimento em relação aos outros membros do grupo, inclusive o macho reprodutor, e principalmente na fase de lactação (LOPES *et al.*, 1997; NIEVERGELT & MARTIN, 1999). Este acesso é caracterizado pelo monopólio das fontes de alimento e agressão a possíveis competidores. Os comportamentos agonistas realizados nesse contexto já foram descritos como comportamentos de defesa de alimento (TARDIFF & RICHTER, 1981). A fêmea reprodutora parece ser a mais agressiva e a que menos recebe agressão, ou seja, não apenas mantém a prioridade de acesso através da agressão como também não é contestada em sua dominância no acesso ao recurso (LOPES *et al.*, 1997; Capítulo 1 desta Tese). O macho também se torna mais agressivo em relação aos outros animais do grupo, beneficiando sua parceira e assumindo parte dos custos da reprodução em favor desta (LOPES *et al.*, 1997).

A ingestão de cálcio e outros sais minerais aumenta durante a gestação e lactação (PRENTICE, 1994; POWER *et al.*, 1999). A goma parece ser a maior fonte de cálcio para estes pequenos primatas (POWER *et al.*, 1999) e a alta taxa reprodutiva pode tornar a fêmea de *C. penicillata* suscetível à deficiência de cálcio. Há um gradiente na motivação para ingerir cálcio, conforme o sexo e a paridade: fêmeas em lactação, seguidas por fêmeas que já pariram, tendem a consumir mais cálcio, quando comparadas a fêmeas nulíparas e machos (POWER *et al.*, 1999).

A forte motivação para o consumo de goma pode ser usada para determinar as relações sociais em grupos de sagüis. Nesse contexto, o estudo em ambiente natural, que analise o acesso de árvores de goma, pode esclarecer como a disponibilidade de recursos

alimentares influencia a organização hierárquica das fêmeas. De uma forma mais geral, o presente estudo pretendeu traçar o perfil comportamental das fêmeas de um grupo de *C. penicillata*, avaliar o balanço entre escarificação e comer gomas, a ocupação espaço-temporal dos animais na árvore e a relação destas variáveis com a dinâmica social. Dados temporais do padrão de uso da árvore de goma incluem a hora do dia e estação do ano. Ainda, foi observado o efeito da sazonalidade (estação seca/ estação chuvosa) na exploração das árvores gomíferas.

Em um contexto mais específico, o trabalho tem por objetivo observar a hierarquia alimentar na árvore de goma, relacionando-a com a hierarquia social, com o sucesso reprodutivo das fêmeas e com fatores ambientais. Para isso, averiguamos algumas variáveis sociais e ecológicas. Com relação ao comportamento alimentar, previu-se de modo geral que a hierarquia social fosse refletida na taxa de agressão para monopólio da goma. A primeira hipótese é de que a fêmea reprodutora tem acesso privilegiado aos recursos alimentares oferecidos pela árvore. Esta hipótese gera duas expectativas: (1) a fêmea reprodutora chegará primeiro e mais frequentemente à árvore ao amanhecer; e (2) permanecerá na árvore mais tempo que as outras fêmeas não reprodutoras. A hipótese nula é que não existem tais diferenças.

A segunda hipótese é que, caso haja diferentes fêmeas reprodutoras no mesmo grupo, estas adotam estratégias alimentares diferenciadas para ter acesso ao mesmo recurso. Estas estratégias refletem em duas expectativas: (1) as fêmeas reprodutoras terão um uso temporal diário diferenciado; e (2) ao utilizarem a árvore em períodos simultâneos, ocuparão áreas diferentes na árvore.

A terceira hipótese é de que a fêmea reprodutora altera seu comportamento no período próximo ao nascimento de seus filhotes e durante a lactação. Esta hipótese também gera duas expectativas: (1) a fêmea dominante aumentará a frequência do comportamento de gomivoria na árvore nos períodos pré- e pós-nascimento de filhotes; e (2) nesse período aumentará o comportamento agonístico, excluindo por agressão outros membros do grupo na árvore de goma e garantindo seu acesso privilegiado ao recurso da goma.

## MATERIAIS E MÉTODOS:

Para descrever como a hierarquia alimentar pode estar relacionada à social, no contexto alimentar específico da árvore de goma, foram observadas as fêmeas de um grupo de *C. penicillata* numa região de mata mesofítica, no Jardim Botânico de Brasília (JBB; 15°52'21"S e 47°50'50"W; altitude cerca de 1056m). O JBB é uma importante área de preservação ambiental no Distrito Federal, pois abriga extensões consideráveis de muitas das fisionomias do Cerrado em uma área aproximada de 5.000 ha, dos quais 526 ha compõem a área de visitação, que já teve parte da sua florística e fitossociologia estudadas (AZEVEDO *et al.*, 1990; FONSECA & SILVA JUNIOR, 2004).

O estudo foi realizado no período de abril de 2006 a setembro de 2007, entre 06h e 18h, com pelo menos uma observação por semana. Foram 53 dias de observações ao longo de 18 meses (total: 636 horas), dentre os quais 39 dias (total: 468 horas) ocorreram no período de seca e 14 (total: 168 horas) no úmido. O período de seca corresponde aos meses que vão de abril a setembro e o período úmido aos meses de outubro a março. Um total de 762 registros comportamentais foi feito durante a varredura para todos os animais do grupo, dentre os quais 204 são das três fêmeas.

A árvore focal foi um angico (*Anadenanthera macrocarpa*; família Leguminosae), escolhido devido às várias escaras ativas que continha, por ser uma árvore continuamente utilizada pelo grupo e por sua localização estratégica, no centro da área de vivência ocupada pelo mesmo. A árvore possui aproximadamente 12m de altura, localiza-se na borda da mata e é margeada por uma via de acesso a visitantes do parque.

O grupo observado era formado por 15 a 17 animais no período do estudo (Tabela 1.1), todos habituados à presença dos pesquisadores. No grupo havia 4 fêmeas: Fêmea 1 ou FDM, Fêmea 2 ou FBR, Fêmea 3 ou FBC e Fêmea 4 ou FCT. As fêmeas 1 e 4 reproduziram durante o período do estudo, enquanto a fêmea 2, não. A fêmea 3 foi observada no grupo somente nos meses de abril e maio, sendo observada em 8 de junho como fêmea dominante de outro grupo, o que ficou comprovado com o nascimento de filhotes, meses depois nesse outro grupo. Devido ao pequeno número de registros desta fêmea, esta foi removida da análise.

A fêmea 1 era a dominante social do grupo enquanto as fêmeas 2 e 4 eram subordinadas, de acordo com a matriz de dominância elaborada a partir de um estudo *a priori* (Ver Capítulo 1). Da fêmea 1 foram coletados 101 registros comportamentais, da fêmea 2 foram coletados 53 e da fêmea 4 foram coletados 50. A reprodução das duas fêmeas ocorreu em períodos distintos, sendo que para a fêmea 1 a reprodução ocorreu nos meses de março e outubro de 2006 e março de 2007 e para a fêmea 4, em dezembro de 2006. A fêmea 4 já fora observada com um filhote em dezembro de 2005, antes do início deste estudo. Com exceção dos filhotes gestados pela fêmea 1 em outubro de 2006, todos os demais filhotes sobreviveram e permaneceram no grupo durante todo o período do estudo.

Para cada período de observação na árvore focal foi registrada identidade e horário de chegada/saída do primeiro animal a chegar e do último a sair. Registrou-se o tempo que cada fêmea permaneceu na árvore. A cada dez minutos foi realizado o registro instantâneo (varredura; ver CULLEN JR. & VALLADARES- PÁDUA, 1997) dos comportamentos sendo executados por cada animal do grupo presente na árvore (Tabela 1.2) e o quadrante no qual se encontrava cada animal dentre os quatorze quadrantes pré-estabelecidos graficamente numa foto da árvore (Figura 1). Apesar dos comportamentos de todos os animais terem sido registrados na árvore, apenas os comportamentos das fêmeas adultas são utilizados neste estudo. Comportamentos agonísticos foram registrados *ad libitum*. Durante a observação da árvore focal, a cada meia hora, foram ainda registrados os dados climáticos de temperatura, umidade relativa do ar e pressão barométrica, a aproximadamente 15 cm do solo (Wireless Weather Station, Oregon Scientific, EUA) e a luminosidade (Luxímetro Extech; Taiwan) a 1 m do solo, sob a árvore, e em uma área exposta a aproximadamente 15 m da árvore, área esta identificada como local do observador.

Análise estatística:

Os dados foram analisados no programa SPSS 11.0 para Windows. As análises foram paramétricas quando a distribuição dos dados escalares configurou uma distribuição normal (temperatura, umidade, pressão atmosférica, tempo de permanência na árvore de goma), com valores intervalares e variância semelhante. O teste T (amostras independentes)

foi usado para comparar dados das estações seca e úmida. Os dados com uma distribuição não normal (ocupação dos quadrantes na árvore; intervalo horário preferencial de uso da árvore; frequência média do comportamento das fêmeas) foram analisados por estatística não-paramétrica. Na comparação dos parâmetros ambientais entre as estações seca e úmida, valores médios diários foram utilizados. No cálculo do uso temporal da árvore de goma para as diferentes estações, utilizou-se a frequência média de idas à árvore por dia de observação. Para os cálculos das frequências relativas dos comportamentos, quadrantes e horários de uso da árvore, médias mensais ponderadas foram feitas. Para os cálculos do tempo de permanência destas fêmeas na árvore, uma média ponderada foi feita para cada uma delas. Quando houve a necessidade de compararmos três variáveis independentes, no caso as três fêmeas no uso dos quadrantes, na hora do dia em que estas foram vistas na árvore, no tempo de permanência na árvore e nos comportamentos realizados, utilizamos o teste Kruskal-Wallis. Quando duas amostras foram comparadas, utilizamos o teste Mann-Whitney *U*. Quando o tempo de permanência na árvore foi analisado, utilizamos o teste *Good of fitness* (Teste G). Todas as distribuições foram assumidas como bicaudais e o nível de significância foi igual ou menor do que 5%.

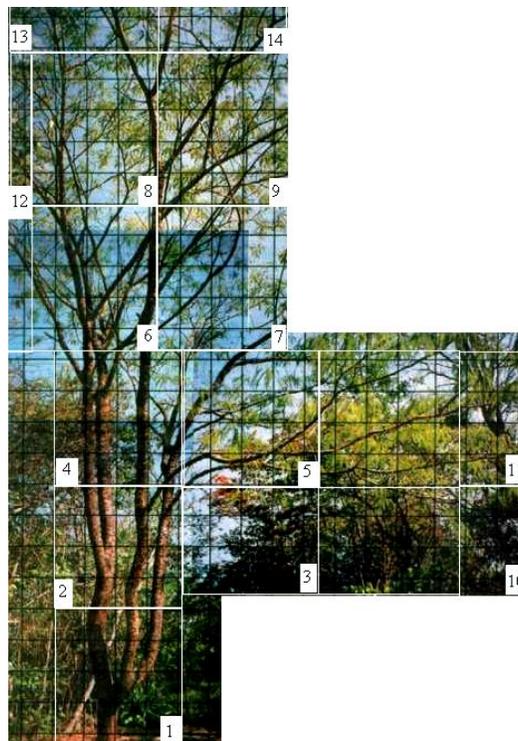


Figura 1: Esquema gráfico dos quatorze quadrantes da árvore focal (*Anadenanthera macrocarpa*).

## RESULTADOS

### Uso Temporal da Árvore de Goma

Na comparação dos parâmetros ambientais entre as estações seca e úmida (Fig. 2) verificamos que apenas umidade na árvore ( $t_{14} = 2,61$ ;  $P = 0,02$ ), observador ( $t_{14} = 2,58$ ;  $P = 0,02$ ) e luminosidade na árvore ( $t_{13} = -2,39$ ;  $P = 0,03$ ) foram significativos (Fig. 3 e Fig. 4). As fêmeas, assim como todo o grupo, apresentaram um uso temporal da árvore de goma, diminuindo drasticamente sua ida à árvore de goma nos meses de seca ( $t_4 = -4,65$ ,  $p = 0,01$ ; Fig. 5).

### A Fêmea Dominante Tem Acesso Privilegiado aos Recursos?

Para verificarmos se a fêmea dominante (FDM) teve primazia de acesso aos recursos alimentares da árvore, realizamos uma comparação entre o número de chegadas à árvore de goma no primeiro registro do dia. Nos 53 dias observados, a fêmea dominante foi sempre a primeira, dentre as fêmeas, a chegar à árvore (23 chegadas). Nos outros dias, ou um macho ou um filhote chegou primeiro à árvore de goma, ou os animais não foram à árvore. No entanto, não ocorreu diferença significativa no tempo de permanência destas fêmeas na árvore (Teste G,  $X^2 = 2,00$ ;  $gl = 2$ ;  $P = 0,368$ ).

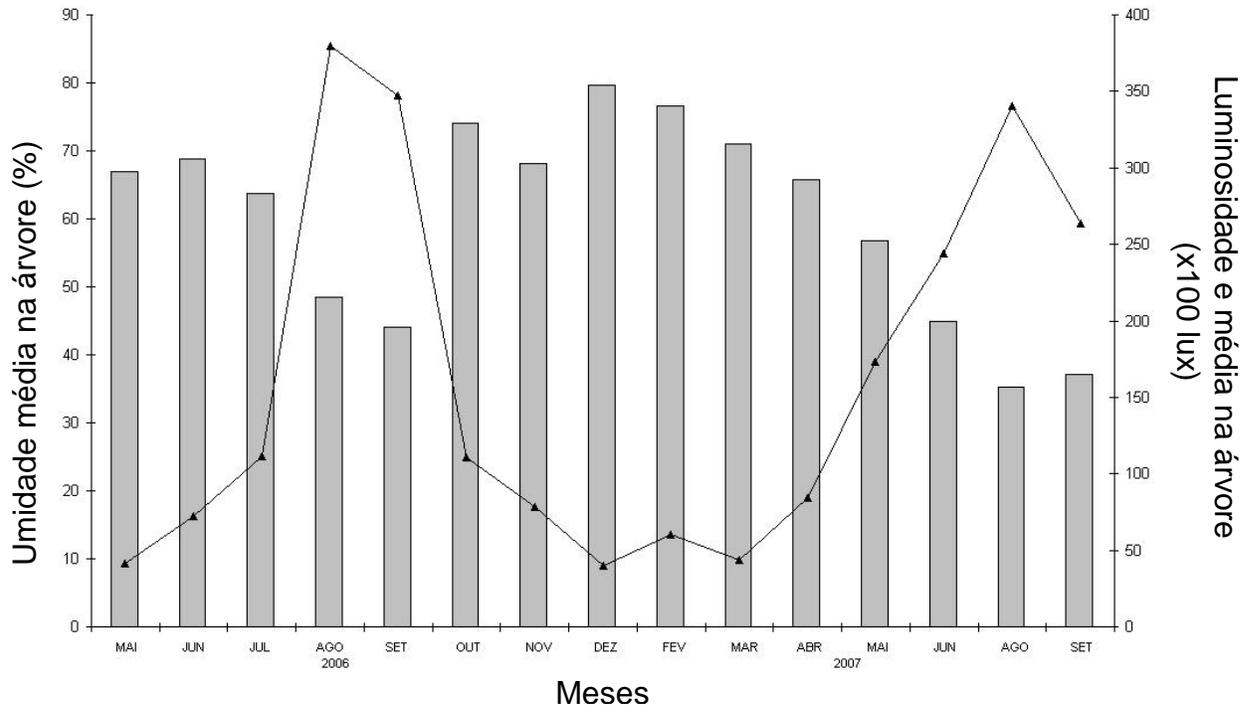


Figura 2: Distribuição da umidade (barras, %) e da luminosidade (pontos e linhas, X100 lux) média nos meses de observação na árvore de goma.

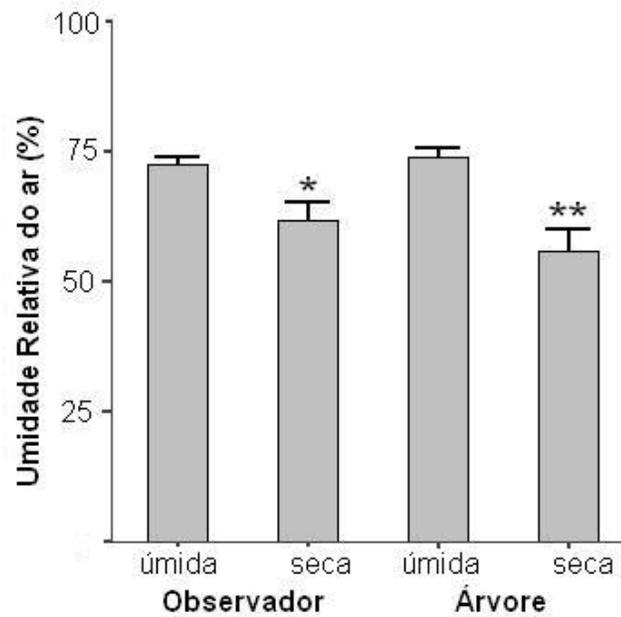


Figura 3: Valores médios da umidade relativa do ar nas estações de seca e chuva, medidas na posição do observador ( $t_{14} = 2,58$ ;  $*P = 0,02$ ) e sob a árvore ( $t_{14} = 2,61$ ;  $**P = 0,02$ ).

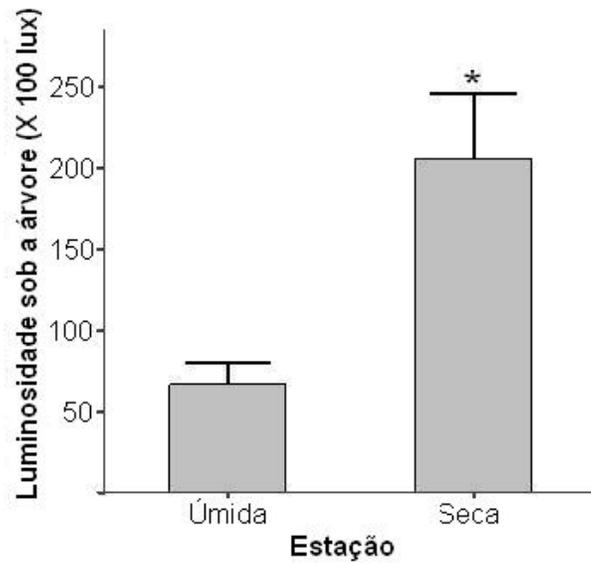


Figura 4: Valores médios da luminosidade (X100 lux) nas estações de seca e chuva, medidas sob a árvore ( $t_{13} = -2,39$ ;  $*P = 0,03$ ).

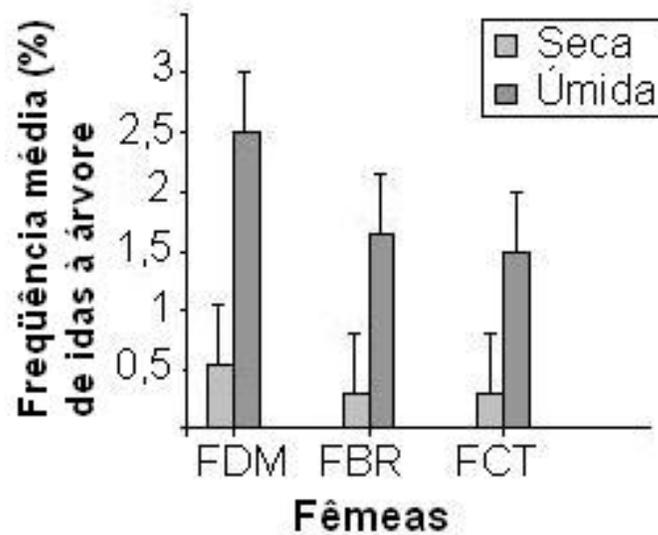


Figura 5: Frequência média por dia de observação e por estação, no número de idas à árvore nas estações seca e úmida para as três fêmeas do grupo.

#### Fêmeas Reprodutoras Adotam Diferentes Estratégias Alimentares?

Nossa segunda hipótese foi que, caso houvesse diferentes fêmeas reprodutoras no mesmo grupo, estas adotariam estratégias alimentares diferenciadas para ter acesso ao mesmo recurso. A primeira predição desta hipótese sugere que para isso, as diferentes

fêmeas reprodutoras fariam uso temporal diário diferenciado, para evitar a competição, visto que os membros do grupo permanece próximos a árvore enquanto há animais nela.

Calculamos a moda para verificar que quadrantes, comportamentos e horários foram mais utilizados, de modo geral, por todas as fêmeas. O intervalo horário (60 minutos) onde as fêmeas foram vistas com maior frequência na árvore foi o que se iniciava às 7h. Quando comparamos as duas fêmeas reprodutoras para verificar se estas exploravam a árvore em horários diferentes (períodos de 12 horas ao longo do dia), verificamos que, de modo geral, não existiram diferenças significativas entre as fêmeas do grupo ( $X^2 = 0,24$ ;  $gl = 2$ ;  $P = 0,88$ ), e que também não existiram diferenças significativas entre as duas fêmeas reprodutoras ( $X^2 = 0,00$ ;  $gl = 3$ ;  $P = 1,00$ ). Quando comparamos o número de chegadas à árvore em outras visitas ao longo do dia, que não o primeiro registro da manhã, observamos que a fêmea dominante contém ainda a primazia de chegada (Tabela 1).

Tabela 1: Frequência relativa (REL; %) e absoluta (ABS) de primeiras chegadas à árvore de goma para as diferentes fêmeas do grupo (FDM, FBR e FCT), ao longo do dia, tempo médio de permanência em segundos ( $\pm DP$ ) e horários mínimos e máximos de ocorrência deste evento.

CHEGADAS	NÚMERO DE CHEGADAS DAS FÊMEAS						TEMPO MÉDIO DE PERMANÊNCIA (seg.; $\pm DP$ )			HORA MÍNIMA	HORA MÁXIMA
	FDM (1)		FBR (2)		FCT (4)		FDM	FBR (2)	FCT (4)		
	REL	REL	REL	REL	REL	REL	REL	REL			
	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS			
1	100	23	-	0	-	0	766,34 ( $\pm 489,3$ )	-	-	06:00	16:19
2	66,6	10	20	3	13,3	2	896 ( $\pm 388,9$ )	754,6 (381,8 $\pm$ )	993 ( $\pm 785,5$ )	06:50	16:47
3	50	4	37,5	3	12,5	1	700,5 ( $\pm 587,7$ )	1132,5 ( $\pm 453,2$ )	1312	13:27	16:53
4	100	1	-	0	-	0	1675	-	-	15:51	-
5	-	0	-	0	100	1	-	-	685	17:02	-

Quanto aos quadrantes na árvore, o 2 foi o mais utilizado pelas fêmeas, e o consumo de goma foi o comportamento mais realizado. Quanto ao uso dos quadrantes pelas fêmeas do grupo, verificamos diferenças significativas entre elas ( $X^2 = 10,89$ ;  $gl = 2$ ;  $P = 0,004$ ). A fêmea 1 usou preferencialmente os quadrantes 4 e 2 (29,0 % e 26,9%, respectivamente), a fêmea 2 usou preferencialmente os quadrantes 4 (26,9 %), 11, e 12 (17,3 para ambos), enquanto a fêmea 4 usou preferencialmente os quadrantes 2 (20,8 %) e 6 (22%; Figura 6).

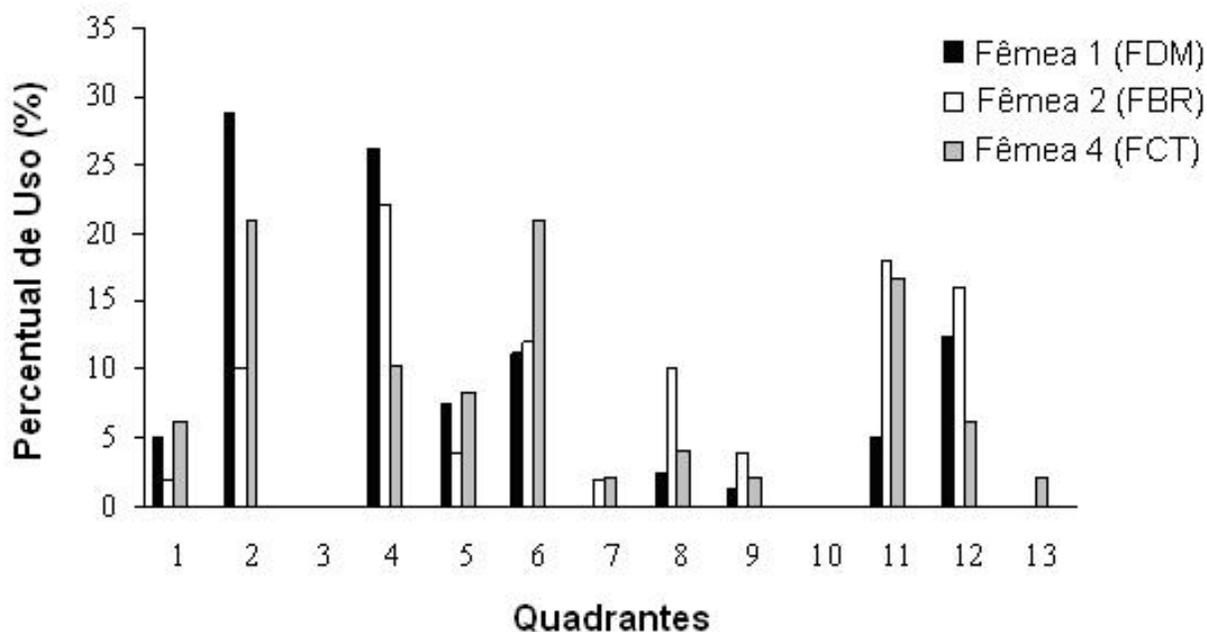


Figura 6: Percentual de uso, por fêmea, do número registros em cada um dos quadrantes utilizados na árvore de goma durante as estações seca e úmida.

A frequência relativa dos comportamentos observados na árvore de goma também foi comparada para as fêmeas reprodutoras. Apenas o comportamento agonístico foi significativamente diferente entre as fêmeas reprodutoras (Figura 7; Mann-Whitney teste  $U$ :  $Z = -2,99$ ,  $P = 0,009$ ,  $n_1 = 17$ ,  $n_2 = 17$ ) com valores médios maiores da fêmea 1 ( $\chi = 21,85$ ) comparativamente à 4 ( $\chi = 13,15$ ). Embora a fêmea 1 tenha comido mais goma (gomivoria;  $\chi = 20,56$ ), quando comparada à 4 ( $\chi = 14,44$ ), não houve diferença estatística significativa entre os valores (Mann-Whitney teste  $U$ :  $Z = -1,85$ ,  $P = 0,73$ ,  $n_1 = 17$ ,  $n_2 = 17$ ). Outros

comportamentos como locomover, parado, escarificar, marcar, vocalizar, comer e coçar também não foram significativamente diferentes entre as duas fêmeas.

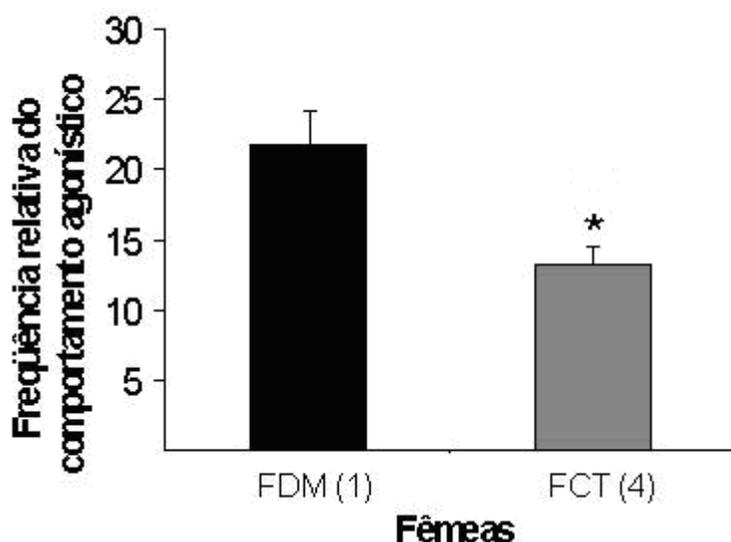


Figura 7: Frequência relativa média do comportamento agonístico (agressões) realizado na árvore de goma para as fêmeas reprodutoras do grupo (\* $P = 0,009$ ).

#### Fêmeas Reprodutoras Modificam Seu Comportamento Durante a Fase de Alta Demanda Energética?

Nossa terceira hipótese foi de que fêmeas reprodutoras alteram seu comportamento no período próximo ao nascimento de seus filhotes e durante a lactação, e isso deve estar refletido tanto no comportamento alimentar, quanto em suas interações sociais. Esperávamos, portanto, que as fêmeas reprodutoras aumentassem a frequência dos comportamentos de gomivoria e agonístico na árvore, garantindo seu acesso privilegiado ao recurso da goma. Para ambas as fêmeas que tiveram filhotes no período de observação, separamos o mês anterior à data de primeira visualização do filhote, que corresponde a cerca do terço final da gestação e o mês subsequente a este mesmo dia, que corresponde ao período inicial de lactação. Estes períodos foram considerados como de alta demanda energética. Os outros dias de observação foram agrupados como pertencendo ao período de baixa demanda energética. A fêmea FDM apresentou ao longo do estudo duas parições: em

outubro de 2006 e próximo a 06 de março de 2007. Já a FCT, apresentou apenas uma parição: próximo ao dia 20 de dezembro de 2006.

No que se refere ao comportamento alimentar, dois componentes podem ser considerados: primeiramente, o padrão de uso da árvore, e em segundo lugar, a frequência da própria gomivoria. Quando realizamos uma análise descritiva dos quadrantes usados pela fêmea dominante (FDM) nas diferentes fases, reprodutiva e não reprodutiva (maior e menor demanda energética), verificamos que esta utilizou preferencialmente os quadrantes 2 e 4 na fase de menor demanda (36,1% para ambos) e o quadrante 4 (24,6%) na fase da maior demanda energética. O número de quadrantes usados foi superior à fase de baixa demanda reprodutiva e a frequência de uso destes quadrantes também foi melhor distribuída, como indicado na Tabela 2. Quanto à fêmea 4, que foi vista com filhotes no dia 20 de dezembro de 2006, observamos que ela utilizou principalmente o quadrante 2 nas duas fases (32,4% e 38,1%), também utilizando os quadrantes 4 (19,71% e 23,8%) e 12 (18,3% e 21,4%), respectivamente, para os períodos de baixa e alta demanda. Quando realizamos a análise descritiva para o cálculo das frequências em relação aos comportamentos, verificamos que agonismo para a fêmea dominante e reprodutora foi mais freqüente na árvore na fase de baixa (34,1%) que na alta demanda energética (30%). O mesmo também foi observado para a gomivoria (48,8% e 41,7%, respectivamente).

Para a fêmea 4, fêmea reprodutora e subordinada, quando realizamos o cálculo das frequências em relação aos comportamentos, verificamos que gomivoria e escarificar (31,4% e 22,9%, respectivamente) foram os mais freqüentes na árvore na fase de baixa demanda. Porém, na fase de alta demanda energética, a fêmea apresentou apenas três comportamentos: gomivoria, escarificar e parado (46,7% e 26,7% e 26,7%, respectivamente). Para ambas as fêmeas, independente da fase reprodutiva, a moda indicou que o comportamento gomivoria foi o mais realizado por estas.

Sendo assim, nossa terceira hipótese foi parcialmente refutada, pois são poucas as diferenças apresentadas no comportamento das fêmeas reprodutoras durante o período de alta demanda energética. A gomivoria que garantiria maior aporte energético a estas fêmeas e o agonismo, que está relacionado à defesa deste recurso não aumentaram.

Tabela 2: Freqüência (%) do uso dos diferentes quadrantes pelas fêmeas 1 e 4 nas fases de alta e baixa demanda reprodutiva.

Fêmea	FDM (1)		FCT (4)	
	baixa demanda	alta demanda	baixa demanda	alta demanda
1	10	-	11	9
2	45	16	27	37
3	-	-	-	3
4	36	37	14	26
5	5	8	5	3
6	2	13	14	3
7	-	3	-	-
8	-	8	3	-
9	-	3	3	3
12	-	11	22	14
13	2	3	3	-
14	-	-	-	3

## DISCUSSÃO

O papel mais importante das alterações climáticas verificadas no presente estudo, e condizentes com a literatura, são aquelas modificações ambientais que são restritivas em relação aos recursos alimentares. Tais alterações podem reduzir a disponibilidade de frutos e variar a disponibilidade de insetos e goma, visto que durante a seca, o forrageio por insetos aumenta (MIRANDA, 1997), o que não significa, por sua vez, o aumento em seu consumo. Além disso, algumas árvores diminuem seu metabolismo, diminuindo também a produção de goma. A *A. macrocarpa*, árvore usada neste estudo, é uma espécie lenhosa, homeoídrica e que, no auge da seca evita ao máximo a queda do potencial hídrico interno, com conseqüente restrição dos processos metabólicos de fotossíntese e de respiração. Além disso, entre os fatores abióticos que limitam a produtividade das plantas, destaca-se a baixa disponibilidade de água no solo e altos níveis de radiação solar incidente (LEMOS FILHO, 2000). Portanto, o uso temporal da árvore de goma, principalmente pela fêmea dominante, que deixou de usar a árvore em julho/agosto de 2006 e maio/junho de 2007, justifica-se

pela própria fisiologia do angico. A redução da goma diminui o interesse do grupo em explorar esta árvore e o aumento da luminosidade pode aumentar o risco de predação, visto que os animais ficam mais visíveis aos predadores enquanto se alimentam.

Vários estudos que comparam machos e fêmeas mostram que a primazia alimentar das fêmeas é freqüente, devido ao alto custo energético demandado durante a reprodução, havendo uma distribuição desigual dos recursos alimentares dentro do grupo social (TARDIF & RICHTER, 1981; RYLANDS, 1984; MICHELS, 1998; NIEVERGELT & MARTIN, 1999). No entanto, resultados diferem dependendo da espécie estudada. Em um trabalho sobre hierarquia do gênero *Macaca*, a posição hierárquica do indivíduo não determina a ordem em que estes chegam ao local de alimentação (DUBUC & CHAPPAIS, 2007). Em várias outras espécies, como em *Cebus capucinus* (BOINSKI, 1993), *Saimiri oerstedii* (MITCHELL *et al.*, 1991) e em *Propithecus diadema edwardsi* e *Eulemur fulvus* (ERHART & OVERDORFF, 1999), as fêmeas lideram as jornadas e chegam primeiro às fontes alimentares, obtendo assim os melhores nutrientes, em relação aos machos. Porém, em *Saguinus mystax* as fêmeas parecem coordenar a jornada diária para sítios alimentares, mas no seu co-gênera *Saguinus fuscicollis* os machos são os líderes (SMITH *et al.*, 2003).

Contudo, outros trabalhos com primatas têm verificado que variações na distribuição da comida e na abundância podem afetar o quanto a estratificação social determina a ordem de chegada. Dominantes de macacos *Rhesus* em cativeiro e *Cebus* de vida livre chegam primeiro, mas principalmente quando a comida está limitada e insuficiente para o grupo (DEUTSCH & LEE, 1991; HALL & FEDIGAN, 1997; DUBUC & CHAPPAIS, 2007). Porém, pouco se sabe sobre o acesso privilegiado de fêmeas dominantes/subordinadas e reprodutoras/ não reprodutoras em sagüis. A primeira hipótese testada no presente trabalho foi de que a fêmea reprodutora teria acesso privilegiado aos recursos da árvore. Observamos que, embora a fêmea reprodutora dominante detenha a total primazia de chegada, as fêmeas não diferem entre si quanto ao tempo de permanência na árvore, e portanto, parecem consumir gomas na mesma freqüência. Esse último ponto está de acordo com estudo o realizado com babuínos amarelos onde, entre os indivíduos adultos de diferentes *status* não houve diferenças significativas na proporção de tempo gasto na alimentação (POST *et al.*, 1980). Portanto, a chegada da fêmea dominante à árvore, antes das outras fêmeas, pode ser uma estratégia importante, talvez permitindo a ela

um consumo de recursos de melhor qualidade ou em maior abundância logo no início dos períodos de forrageio. Essa chegada precoce também pode indicar simplesmente uma maior necessidade de alimentação da fêmea dominante. Finalmente, o ato de liderar o grupo na chegada ao alimento pode ser um indicativo comportamental de dominância, não ligado às necessidades alimentares dos animais.

Nossa segunda hipótese verificou se a presença de diferentes fêmeas reprodutoras no mesmo grupo leva estas a adotarem diferentes estratégias alimentares para ter acesso ao mesmo recurso. Embora as frequências no uso dos quadrantes e no horário de uso da árvore sugeressem que as fêmeas usam diferentes estratégias espaciais e temporais na exploração de gomas em sua principal árvore de exploração, diferenças significativas não foram encontradas. Além de haver uma assincronia reprodutiva das fêmeas reprodutoras, com nascimentos ocorrendo em meses diferentes, há também uma assincronia no uso da árvore, durante os horários do dia, na primeira chegada e no local de maior abundância e proteção do tronco, todos sendo prioritários para a FDM.

No gênero *Macaca* as fêmeas demonstram poucas estratégias para evitar confrontos e agressão: podem esperar pelos dominantes deixarem o local e então comer o que sobrou; comer um alimento de menor qualidade localizado próximo ao local principal de alimentação; ou podem se alimentar em locais que contenham alimentos de alta qualidade, porém localizados fora da área de dispersão do grupo, o que aumenta o risco de predação (DUBUC & CHAPPAIS, 2007). A posição espacial durante o forrageamento do grupo afeta, portanto, os ganhos alimentares potenciais do indivíduo, as taxas de agressão recebidas e o risco de predação.

Quando analisamos os quadrantes usados pelas fêmeas, observamos que as fêmeas subordinadas utilizam a estratégia de usar diferentes quadrantes em relação à dominante. O uso dos quadrantes pela fêmea dominante corresponde às áreas média e alta do tronco da árvore, utilizando pouco a região correspondente aos galhos. Os quadrantes usados correspondem aos locais onde parece ocorrer a produção de maior volume de goma, devido ao maior número de escarificações ativas observadas nestes quadrantes (I. O. S.). Porém, não sabemos se existem diferenças na composição ou quantidade da goma nestes diferentes quadrantes. A fêmea subordinada que reproduziu utilizou também o mesmo quadrante usado pela fêmea dominante (quadrante 2), além do quadrante 6. No trabalho de Dubuc e

Chapais (2007), animais de ranking mais elevados tendiam a usar a porção central e anterior do recipiente com alimento, o que dava aos indivíduos um conjunto ótimo de benefícios, por assegurar a máxima proteção contra predadores enquanto os possibilitava encontrar rapidamente novos pontos de comida. Para a fêmea subordinada e reprodutora deste trabalho, a estratégia ideal parece ter sido de uso temporal diferenciado ao da fêmea dominante, mesmo usando o mesmo quadrante.

Entre as fêmeas, a quantidade ingerida, medida pela quantidade de registros de gomivoria, foi muito semelhante, mas a aquisição dependeu de estratégias comportamentais diferentes (ocupação do espaço, período de acesso à árvore e nível de engajamento em agressão). Neste grupo estudado, além da fêmea dominante, ocorreram nascimentos com sucesso em uma segunda fêmea (FCT) socialmente subordinada. Em grupos de *C. jacchus* e *C. penicillata*, a maior disponibilidade de recursos pode favorecer um sistema de acasalamento poligínico, com mais de uma fêmea reproduzindo (DIGBY, 1995). Aparentemente, as reprodutoras podem ter estratégias diferenciadas para o acesso aos recursos, mas não necessariamente prioridade de acesso por si só. Sendo assim, independente do período reprodutivo, as fêmeas possivelmente se engajam em defender recursos previsíveis, como a goma das árvores.

Este trabalho está de acordo com o realizado em *C. jacchus* por Lopes e colaboradores (1997), onde a fêmea reprodutora é a mais agressiva e a que menos recebe agressão, ou seja, não apenas mantém a prioridade de acesso através da agressão, como também, sua dominância no acesso ao recurso não é contestada. Segundo o modelo socioecológico de van Schaik (1989), pode-se dizer que o número médio de fêmeas adultas numa árvore de alimentação pode ser um forte preditor do agonismo, visto que os recursos alimentares são mais importantes para estas. Até mesmo em cativeiro, quando o comportamento de escarificação e gomivoria foi estimulado artificialmente, o comportamento de territorialidade sobre os “comedouros” e um sistema hierárquico pronunciado emergiu nas famílias (KELLY, 1993). Portanto, se o recurso em questão é um fator limitante no sucesso reprodutivo e pode ser facilmente defendido, então, a competição dentro do grupo é esperada e a seleção deve favorecer a formação de hierarquias.

A terceira hipótese apresentada neste trabalho pretendeu investigar a associação entre reprodução, em termos de necessidade fisiológica, com comportamentos exibidos

pelas fêmeas. Embora a fêmea dominante detenha a primazia alimentar identificada em nossa primeira hipótese e realize com maior frequência o comportamento agonístico na árvore, quando comparada às outras fêmeas, não observamos diferenças significativas no agonismo e gomivoria durante a fase crítica do final de gestação e lactação. Além disso, a fêmea dominante, na fase de maior demanda energética (final da gestação e lactação), quando comparada aos outros momentos de sua fase reprodutiva, parece diminuir a gomivoria e o comportamento agonístico e aumentar a frequência dos comportamentos parado e escarificação. Para as fêmeas de mamíferos, a lactação constitui uma fase da reprodução de alto custo energético, levando estas a se alimentarem muito mais que fêmeas não lactantes (COELHO, 1986; KOENIG *et al.*, 1998). No entanto, muito embora o comportamento alimentar aumente na lactação, muitos trabalhos têm demonstrado que fêmeas gastam menos tempo comendo do que é predito (BARRET *et al.*, 2006). Então, como estas adquirem a energia necessária para a lactação? Vários animais adotam estratégias fisiológicas e ecológicas de conservação de energia, como o baixo metabolismo basal, baixa produção de leite e baixos níveis de atividade (NAGY & MARTIN, 1985; KROCKENBERGER, 2003). Trabalhos realizados em babuínos (DUNBAR & DUNBAR, 1988; BARRET *et al.*, 2006) indicam alterações na frequência de alguns comportamentos, com a diminuição da locomoção, aumento do tempo parado ou descansando, aumento da vigilância e, até mesmo, diminuição de comportamentos sociais. Portanto, comportamentos que demandam um alto custo de energia parecem ser suplantados por comportamentos que favorecem o armazenamento ou a economia energética.

O agonismo constitui um comportamento que representa um alto custo energético para quem o expressa. Trabalhos com babuínos têm demonstrado que fêmeas lactantes possuem maiores concentrações de glicocorticóides quando comparadas às não lactantes (WEINGRILL *et al.*, 2004). Em algumas espécies, tem-se demonstrado que os hierarquicamente subordinados são menos estressados que seus dominantes (ABBOTT, *et al.*, 2003) e, ao contrário do que se espera, as reprodutoras possuem significativamente maiores níveis de glicocorticóides plasmáticos em relação às subordinadas (ABBOTT *et al.*, 1998). Embora a redução do agonismo e da gomivoria na árvore focal e na fase de grande demanda energética refute a nossa hipótese, o aumento na diversidade dos

comportamentos manifestados e a adoção de estratégias de manutenção de energia podem representar maior flexibilidade comportamental deste animal.

Portanto, podemos sugerir três motivos pelos quais a fêmea adotou tais estratégias comportamentais. Primeiro, houve um aumento significativo do comportamento de baixo custo energético durante sua fase crítica. Estar parado é considerado um comportamento associado à estratégia de estocagem e reserva de energia. A fêmea fica mais tempo parada, diminuindo os outros comportamentos, inclusive o de forragear, comer e outras interações sociais de alta demanda energética, como o agonismo. Segundo, a observação *scan* na árvore de goma pode não ser o método adequado para avaliar diferenças entre as fêmeas nas diferentes fases reprodutivas. A fêmea reprodutora tem ao longo da área de vivência do grupo vários recursos alimentares disponíveis. A árvore parece exercer um importante papel na estrutura do grupo, através do estabelecimento da hierarquia social, não sendo, no entanto, útil para diferenciar as estratégias que as fêmeas adotam para estabelecer uma hierarquia alimentar. Terceiro, a observação de apenas dois períodos críticos pode ter levado a estes resultados. O comportamento social está em constante transformação e adaptação e os comportamentos adotados pelas fêmeas deste grupo podem representar uma estratégia flexível, porém conservadora, que por sua vez é adaptativa, pois uma única estratégia não é ótima para todo o tempo de vida do animal ou até mesmo de todo o grupo social.

Algumas conclusões mais gerais deste trabalho revelam perspectivas novas sobre a hierarquia social e alimentar entre fêmeas em grupos de *C. penicillata*. A hierarquia social parece estar pouco dissociada da alimentar e do sucesso reprodutivo das fêmeas, visto que subordinadas socialmente podem eventualmente reproduzir, além de passarem a mesma quantidade de tempo se alimentando, quando comparadas à dominante. Ou seja, existe mais flexibilidade hierárquica do que poderia ser suposto. Fêmeas subordinadas e dominantes possuem estratégias diferenciadas no que diz respeito à aquisição da goma. Enquanto a fêmea dominante têm primazia de chegada à árvore, talvez, consumindo uma goma de melhor qualidade, fêmeas subordinadas usam a árvore como recurso em diferentes períodos do dia, além de usarem quadrantes diferentes. Estas estratégias minimizam o risco de agressão dentro do grupo social e asseguram a manutenção da reprodução cooperativa. Finalmente, períodos ligados mais estritamente à reprodução (final de gestação e lactação)

não determinam um maior consumo de goma ou ocorrência do comportamento agressivo. Aparentemente as fêmeas reprodutoras compensam com menor atividade física e/ou social o possível aumento da necessidade energética durante esses períodos.

## REFERENCIAS

- ABBOTT, D. H.; SALTZMAN, W.; SCHULTZ-DARKEN, N.J.; TANNENBAUM, P.L. Adaptations to subordinate status in female marmoset monkey. *Comparative Biochemistry and Physiology*; 119: 261-274, 1998.
- ABBOTT, D. H.; KEVERN, E. B.; BERCOVITCH, F. B.; SHIVELY, C. A.; MENDOZA, S. P.; SALTZMAN, W.; SNOWDON, C. T.; ZIEGLER, T. E.; BANJEVIC, M.; GARLAND, T.; SAPOLSKY, Jr.; SAPOLSKY R. M. Are subordinates always stressed? A comparative analysis of rank differences in cortisol levels among primates. *Hormones and Behavior*; 43 (1): 67-82, 2003.
- AZEVEDO, L. G.; RIBEIRO, J. R.; SCHIAVINI, I.; OLIVEIRA, P. E. A. M. 1990. Levantamento da vegetação do Jardim Botânico de Brasília, DF. Fundação Zoobotânica do Distrito Federal, Brasília.
- BARRET, L.; HALLIDAY, J.; HENZI, P. The ecology of motherhood: the structuring of lactation costs by chacma baboons. *Journal of Animal Ecology*; 75: 875-886, 2006.
- BOINSKI, S. Vocal coordination of troop movement among white-faced capuchin monkeys, *cebus-capucinus*. *American Journal of Primatology*; 30 (2): 85-100, 1993
- COELHO, A. M. Time and energy budgets comparative primate biology, Volume 24: Behaviour, Conservation and Ecology. G. Mitchell and J. Erwin (eds.): pp 141-166, Alan R. Liss, Inc. New York, 1986.
- CULLEN JR, L.; VALLADARES-PADUA, C. B. Métodos para estudos de ecologia, manejo e conservação de primatas na natureza. In: Manejo e Conservação de Vida Silvestre no Brasil. C. Valladares Padua; R. Bodmer; L. Cullen Jr. (Org.). Sociedade Civil Mimirauá – CNPq, Brasília, 1: 239-269, 1997.
- DE PAULA, R. C. M.; BUDD, P. M.; RODRIGUES, J. F. Characterization of *Anadenanthera macracarpa* exudate polysaccharide. *Polymer International*, 44: 55-60, 1997.

- DEUTSCH, J. C.; LEE, P. C. Dominance and competition in captive Rhesus monkeys. *International Journal of Primatology*, 12 (6): 615-628, 1991.
- DIGBY, L.J. Social organization in the wild population of *Callithrix jacchus*. II. *Primates*; 36 (3): 361-375, 1995.
- DUBUC, C.; CHAPPAIS, B. Feeding competition in *Macaca fascicularis*. An assessment of the early arrival tactic. *International Journal of Primatology*; 28 (2): 357-367, 2007.
- DUNBAR, R. I. M.; DUNBAR, P. Maternal time budgets of gelada baboons. *Animal Behaviour*; 36 (4): 970-980, 1988.
- ERHART, E. M.; OVERDORFF, D. J. Female coordination of group travel in wild *Propithecus* and *Eulemur*. *International Journal of Primatology*; 20 (6): 927-940, 1999.
- FERRARI, S. F. Ecological differentiation in the Callitrichidae. In: *Marmosets and Tamarins: Systematics, Behaviour and Ecology*. Rylands, A. B. (ed.) Oxford Univ. Press, Oxford, 314-328, 1993.
- FONSECA, G. A. B.; LACHER, T. E. Exudate-feeding by *Callithrix jacchus penicillata* in semideciduous Woodland (Cerradão) in Central Brazil. *Primates*; 25 (4): 441-450, 1984.
- FONSECA, M. S.; SILVA JUNIOR, M. C. Phytosociology and floristic similarity between plateau and valley `Cerrado` woody vegetation in the Brasília Botanic Gardens, Federal District, Brazil. *Acta Botânica de Brasília*; 18(1): 19-29, 2004.
- HALL, C. L.; FEDIGAN, L. M. Spatial benefits afforded by rank in white-faced capuchins. *Animal Behavior*; 53: 1069-1082, 1997.
- HARRISON, M.L.; TARDIF, S.D. Social implications of gummivory in marmosets. *American Journal of Physical Anthropology*; 95: 399-408, 1994.
- HERSHKOVITZ, P. *Living new world monkeys*. Chicago, Illinois : University Press, 1977.
- KELLY, K. Environmental enrichment for captive wildlife through the simulation of gum feeding. *Animal Welfare Information Center Newsletter*; 4 (3): 1- 10, 1993.
- KOENIG, A.; BEISE, J.; CHALISE, M. K.; GANZHORN, J. U. When females should contest for food – testing hypotheses about resource density, distribution, size, and quality with Hanuman langurs (*Presbytis entellus*). *Behavior, Ecology and Sociobiology*; 42: 225-237, 1998.

- KROCKENBERGER, A. Meeting the energy demands of reproduction in female koalas, *Phascolarctos cinereus*: evidence for energetic compensation. *Journal of Comparative Physiology*; 173: 531-540, 2003.
- LEMONS FILHO, J. P. Fotoinibição em três espécies do cerrado (*Annona crassifolia*, *Eugenia dysenterica* e *Campomanesia adamantium*) na estação seca e na chuvosa. *Revista Brasileira de Botânica*. 23 (1), 2000.
- LOPES, F. A.; YAMAMOTO, M. E.; MEDEIROS, I. S.; DELGADO, K. V. C. A influência do estado reprodutivo da fêmea na competição por alimento no sagüi comum (*Callithrix jacchus*). *Anais de Etologia*; 15: 35-46, 1997.
- MAIER, W.; ALONSO, C.; LANGGUTH, A. Field observations on *Callithrix jacchus jacchus* L. *Z. Saugertierkunde*; 47: 334-346, 1982.
- MICHELS, A. M. Sex differences in food acquisition and aggression in captive common marmosets (*Callithrix jacchus*). *Primates*; 39 (4): 549-556, 1998.
- MIRANDA, G. H. B. Aspectos da ecologia e comportamento do mico-estrela (*Callithrix penicillata*) no cerrado e cerrado denso da Área de Proteção Ambiental (APA) do gama e Cabeça de Veado, DF. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 1997.
- MIRANDA, G. H. B. & FARIA, D. S., Ecological aspects of black-pincelled marmoset (*Callithrix penicillata*) in the cerradão and dense cerradão of the Brazilian Central Plateau. *Brazilian Journal of Biology*; 61 (3): 397-404, 2001.
- MITCHELL, C. L.; BOINSKI, S.; VAN SCHAIK, C. P. Competitive regimes and female bonding in two species of squirrel monkeys (*Saimiri oerstedii* and *S. sciureus*). *Behavior, Ecology and Sociobiology*; 28: 55-60, 1991.
- NAGY, K. A.; MARTIN R. W. Field metabolic rate, water flux, food consumption and time budget of koalas, *Phascolarctos cinereus* (Marsupialia: Phascolarctidea) in Victoria. *Australian Journal of Zoology*; 33: 655-665, 1985.
- NASH, L. T. Dietary, behavioral, and morphological aspects of gummivory in primates. *Yearbook of Physical Anthropology*; 29: 113-137, 1986.
- NIEVERGELT C. M.; MARTIN R. D. Energy intake during reproduction in captive common marmosets (*Callithrix jacchus*). *Physiology and Behavior*; 65 (4-5): 849-854, 1999.

- POST, D. G.; HAUSFATER, G.; MCCUSKEY, S.A. Feeding-behavior of yellow baboons (*Papio-cynocephalus*) - relationship to age, gender and dominance rank. *Folia Primatologica*; 34 (3-4): 170-195, 1980.
- POWER, M. L.; OFTEDAL, O. T. Differences among captive Callitrichids in the digestive responses to dietary gum. *American Journal of Primatology*; 40: 131-144, 1996.
- POWER, M. L.; TARDIF, S. D.; LAYNE, D. G.; SCHULKIN, J. Ingestion of calcium solutions by common marmosets (*Callithrix jacchus*). *American Journal of Primatology*; 47: 255-261, 1999.
- PRENTICE, A. Maternal calcium requirements during pregnancy and lactation. *American Journal of Clinical Nutrition*; 59 (2): S477-S483, 1994.
- RYLANDS, A. B. Exudate-eating and tree grouping by marmosets (Callitrichidae, Primates). In: *Tropical Rain Forest: The Leeds Symposium*. A.C. Chadwick; S.L. Sutton (eds.); Leeds Philosophical Society: 155-168, 1984.
- RYLANDS, A.B. & FARIA, D.S. Habitats, feeding ecology, and home range size in the genus *Callithrix*. In: *Marmosets and Tamarins: Systematics, Behavior and Ecology*. A.B. Rylands (Ed.) Oxford University Press, Oxford: 263-271, 1993.
- SANTEE, D. P. & FARIA, D. S. Padrões de comportamento utilizados pelos sagüis (*Callithrix jacchus penicillata*) na retirada do exudado. *Psicologia*; 11 (1): 65-74, 1985.
- SCANLON, C. E.; CHALMERS, N. R.; MONTEIRO DA CRUZ, M. A. O. Home range use and exploration of gum in the marmoset *Callithrix jacchus jacchus*. *International Journal of Primatology*; 10: 123-136, 1989.
- SILVA, R. G. A. ; BOERE, V. Comer gomas e a preferência alimentar de sagüis (*Callithrix penicillata*): Fenologia e composição química das exsudações – Terceiro ano. Brasília: Universidade de Brasília, 2p. (PIBIC Relatório Final), 2005.
- SMITH, A. C.; BUCHANAN-SMITH, H. M.; SURRIDGE, A. K. Leaders of progressions in wild mixed-species troops of saddleback (*Saguinus fuscicollis*) and mustached Tamarins (*S-mystax*), with emphasis on color vision and sex. *American Journal of Primatology*; 61 (4): 145-157, 2003.

- STEVENSON, M.F.; RYLANDS, A.B. The Marmosets, Genus *Callithrix*. In: Mittermeier, R.A.; Rylands, A.B.; Coimbra-Filho, A. & Fonseca, G.A.B. (Eds.) Ecology and Behavior of Neotropical Primates. WWF, Washington: 131-222, 1988.
- TARDIF, S. D.; RICHER C. B. Competition for desired food in family groups of the common marmoset (*Callithrix jacchus*) and the cotton top tamarin (*Saguinus oedipus*). Laboratory Animal Science; 31: 52-55, 1981.
- VAN SCHAIK, C. P. The ecology of social relationships amongst female primates. In: Standen, V.; FOLEY, R. A. (eds.) Comparative Socioecology: The Behavioural Ecology of Humans and other Mammals, Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 195-218, 1989.
- VILELA, S. L.; FARIA, D. S. de. Seasonality of the activity pattern of *Callithrix penicillata* (Primates, Callitrichidae) in the cerrado (scrub savanna vegetation). Brazilian Journal of Biology; 64 (2), 2004.
- VITALE, A.; MANCIOCCO, A. Environmental enrichment techniques in non-human primates. The case of Callitrichids. Annual 1Supper Sanità; 40(2): 181-186, 2004.
- VOGEL, E. R.; JANSON, C.H. Predicting the frequency of food-related agonism in White-Faced Capuchin Monkeys (*Cebus capucinus*), using a novel focal-tree method. American Journal of Primatology; 69: 533-550, 2007.
- WEINGRILL, T.; GRAY, D. A.; BARRETT, L.; HENZI, S. P. Fecal cortisol levels in free-ranging female chacma baboons: relationship to dominance, reproductive state and environmental factors. Hormones and Behaviour; 45: 259-269, 2004.



## *Capítulo 3*

## INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NA ÁREA DE USO E NO ORÇAMENTO COMPORTAMENTAL DE FÊMEAS DE SAGUIS (*Callithrix penicillata*)

Animais que habitam ambientes que sofrem grandes mudanças sazonais, como as que ocorrem no cerrado, podem adotar uma ou ambas estratégias alimentares: concentração em fontes alimentares específicas que estão disponíveis ao longo de todo o ano ou variação de dieta de acordo com a disponibilidade de recursos. Porém, a primeira estratégia, sozinha, parece ser rara em primatas (GUO *et al.*, 2007, para *Rhinopithecus roxellana*).

Para calitriquídeos, a distribuição de árvores produtoras de goma tem provavelmente uma forte influência nos padrões de locomoção e área de uso. O fato da goma ser produzida ao longo de todo o ano, a transforma em recurso previsível (RYLANDS & FARIA, 1993). Já insetos e frutos constituem recursos sazonais e, embora a disponibilidade de insetos possa variar durante o ano, este recurso parece ter pouca influência no orçamento comportamental e no tamanho do território ocupado pelos animais (ALBERNAZ & MAGNUSSON, 1999). No entanto, a disponibilidade de frutos parece ter grande influência nas variações mensais dos comportamentos de deslocamento e área de uso. Porém, enquanto algumas espécies reduzem seu território, aceitando uma redução na diversidade de sua dieta (RYLANDS, 1986; ALBERNAZ & MAGNUSSON, 1999), outras o aumentam, a fim de manter seu suprimento energético (TERBORGH, 1983). Sendo assim, inúmeras variações espaciais e temporais dos recursos, tais como comida, água e também proteção contra predadores, parecem interferir na área de uso e no orçamento de atividades diárias dos animais.

O comportamento alimentar, assim como a dieta de primatas, parecem ser fatores críticos no seu orçamento diário de atividades (*time budget*), devido à relação entre aquisição de energia e o custo metabólico dos diferentes comportamentos. Para a compreensão das variações em sobrevivência e reprodução, torna-se importante o estudo das interações entre ambiente e investimento energético (DEFLER, 1995; PASSAMANI, 1998; GUO *et al.*, 2007). A estratégia de forrageamento ativo prediz que quando os recursos alimentares diminuem, o animal devotará mais tempo no forrageamento a fim de conseguir energia suficiente para sua sobrevivência. Já na estratégia do forrageamento passivo, os animais irão forragear mais em situações onde há abundância e alimentos de alta qualidade, o que maximizará seu ganho energético e garantirá a energia necessária para sua sobrevivência em

épocas de escassez de recursos (GUO *et al.*, 2007). Muito embora os sagüis do cerrado tenham uma fonte contínua de energia, que estratégia eles adotam? E para as fêmeas, que possuem uma alta demanda energética devido à reprodução, existem diferenças nos comportamentos e áreas de uso entre as estações seca e úmida?

O sujeito do presente estudo foi o sagüi do cerrado ou mico-estrela (*Callithrix penicillata*), um primata do Novo Mundo de pequeno porte (300 a 450 g), pertencente à família Callitrichidae (VIVO, 1991). Esse pequeno primata é adaptado à vida arbórea, vive em unidades sociais compostas por 2 a 15 indivíduos e apresenta baixos níveis de agressividade entre os integrantes (STEVENSON & RYLANDS, 1988). O território e a composição dos grupos variam de acordo com o ambiente (FARIA, 1989), e é uma das espécies com comportamento mais plástico do gênero, sendo notável a variedade de habitats que ocupam, podendo ser matas de galeria, matas secundárias e cerradão (STEVENSON & RYLANDS, 1988).

As primeiras descrições detalhadas, em ambiente natural, a respeito do comportamento e ecologia deste primata datam de 1980 a 1988, e foram realizadas na Reserva Ecológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE; FONSECA *et al.*, 1980; FONSECA & LACHER, 1984) e na Fazenda Água Limpa-UnB (FARIA, 1983, 1984; STEVENSON & RYLANDS, 1988), ambas áreas de proteção em Brasília. Quando consideramos a área de uso desta espécie, um trabalho mais recente (BOERE *et al.*, 2000) estima sua área de uso entre 0,18 a 4,5 ha, enquanto que em outro trabalho (MIRANDA & FARIA, 2001) os grupos estudados ocuparam territórios de 8 a 18 ha, além de haver um aumento do território na estação úmida. Portanto, até mesmo em pequenos territórios, estes sagüis são capazes de sobreviver em condições precárias, como a seca sazonal que atinge os cerrados do Brasil Central. Porém, parece não haver nenhuma correlação significativa entre os tamanhos dos grupos e das áreas ocupadas, sendo, portanto, estas muito mais influenciadas pela distribuição e abundância dos principais recursos alimentares (RYLANDS, 1996).

Quando analisamos o orçamento comportamental, também encontramos divergências entre autores. O forrageio por insetos é o comportamento mais freqüente, sendo maior durante a estação seca, quando provavelmente serve para o acesso a uma fonte complementar de energia (VILELA & FARIA, 2004). Stevenson e Rylands (1988) sugerem que existem

períodos do dia bem definidos em que os sagüis estão ativamente envolvidos neste comportamento. Para Fonseca e Lacher (1984), realizam mais gomivoria que forrageiam, existindo diferenças entre as estações de seca e chuva (STEVENSON & RYLANDS, 1988), com maior uso da goma na estação seca. Outro estudo aponta para o uso constante da goma ao longo do ano (VILELA & FARIA, 2004). Já Miranda e Faria (2001) afirmam que a gomivoria seria realizada apenas em momentos de grande escassez de frutos e insetos, pois a aquisição de goma tem um alto custo energético. No entanto, é importante salientar que o forrageio por insetos também tem um alto custo energético, mas seu valor nutricional o torna indispensável para a dieta destes animais (KEUROGHLIAN e PASSOS, 2001).

No que se refere a gastos energéticos com comportamentos, o de locomoção ocupa posição principal (34-45%) e está em maior evidência na estação úmida, quando frutos e outros itens alimentares estão disponíveis (VILELA & FARIA, 2004). Miranda e Faria (2001) observam ainda o maior uso do estrato arbóreo médio, sendo o estrato baixo usado mais durante a seca, por causa do forrageio por insetos e, os estratos alto e médio, durante a estação úmida, por causa dos frutos. Quando aumenta o forrageio, os animais ficam mais dispersos. Porém a maior parte destes trabalhos, apesar de conduzidos com mais de um grupo de animais, foi realizada durante alguns meses de apenas um ano, o que pode explicar as diferenças encontradas.

O conhecimento dos possíveis fatores que interferem no tamanho da área de uso e no orçamento comportamental diário é essencial para estabelecer estratégias de manejo. O *C. penicillata* ainda permanece pouco estudado em seu ambiente natural, principalmente no que se refere às variações sazonais no orçamento comportamental diário e na sua área de uso. Sabe-se atualmente que a disponibilidade e a qualidade dos recursos alimentares ativam mudanças na fisiologia, no comportamento e no metabolismo, culminando em fases temporais ótimas para a corte, cópula, parto e o desmame dos filhotes (ABBOTT *et al.*, 1998).

Em um contexto mais específico, teve-se, por objetivo no presente trabalho, observar as variações existentes na área de uso e nos comportamentos nas estações de seca e chuva, relacionando-as a possíveis variações na hierarquia social e reprodutiva das fêmeas. Para tal, averiguamos algumas variáveis sociais e ecológicas. A primeira hipótese deste trabalho foi de que as fêmeas, que são as maiores responsáveis por liderar as jornadas

realizadas pelo grupo (MITCHELL *et al.*, 1991; BOINSKI, 1993; ERHART & OVERDORFF, 1999; SMITH *et al.*, 2003), sejam influenciadas por alterações ambientais na área de uso nas estações seca e úmida. Esta hipótese gera duas expectativas: (1) a área de uso no período úmido será maior, devido às melhores condições climáticas favoráveis à locomoção; e (2) o grupo adota a estratégia de forrageamento passivo, ou seja, forrageiam mais na estação úmida, onde há abundância e alimentos de alta qualidade, garantindo a energia necessária para sua sobrevivência em épocas de escassez de recursos.

A segunda hipótese foi que, além de estratégias diferenciadas na área de uso, as fêmeas alteram também vários comportamentos associadas à questão energética. Estas estratégias refletem em duas expectativas: (1) as fêmeas terão um aumento de comportamentos que economizem energia (e.g. descansar, parado e redução do locomover) na estação seca em relação à úmida; e (2) terão o aumento da gomivoria, que é um recurso disponível ao longo de todo o ano, na estação seca e um aumento de todos os comportamentos alimentares na estação úmida.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo se desenvolveu em uma área de mata mesofítica, compreendida por vias de acesso aos visitantes na entrada principal do Jardim Botânico de Brasília (JBB; 15°52'21"S e 47°50'50"W; altitude cerca de 1056m). O JBB é uma área de preservação ambiental incrustada no Plano Piloto de Brasília, e cercada por regiões habitadas; a proximidade de habitações humanas é característica da área onde ocorreu o estudo. O JBB possui uma fitossocionomia variada onde pode se encontrar cerrado, cerradão, campo sujo, buritizais, mata de galeria e mata de interflúvio. A área total do JBB é de 5.000 ha, dos quais 526 ha compõem a área de visitação, que já teve parte da sua florística e fitossociologia estudadas (AZEVEDO *et al.*, 1990; FONSECA & SILVA JUNIOR, 2004). Particularmente este estudo ocorreu em uma mata mesofítica, com característica caducifolia na época seca, da maioria das espécies arbóreas. O curso d'água mais próximo encontra-se

isolado a 2,2 Km. Parte do estudo foi realizado em trilhas e vias já existentes, e parte foi com deslocamento dentro da vegetação.

Dois grupos de *Callithrix penicillata* foram observados. Para identificação e marcação, os animais foram capturados utilizando uma armadilha de múltiplas entradas. Estimou-se a faixa etária dos sagüis, considerando a descrição de Yamamoto (1993) para *Callithrix jacchus*, que utilizou algumas características corporais como tamanho, dentição, pelagem e desenvolvimento dos órgãos genitais.

O primeiro grupo (grupo 1) foi observado de janeiro de 2006 a outubro de 2007, totalizando 72 dias de observação. Destes, 19 dias foram na estação úmida e 43 na estação seca. Já o segundo grupo (grupo 2) foi observado por 25 dias distribuídos entre abril e outubro de 2007, em que, 20 foram na estação seca e apenas 5 na estação úmida. A estação seca corresponde aos meses que vão de abril a setembro e a estação úmida aos meses de outubro a março. O grupo 1 já era observado e acompanhado há cinco anos e os indivíduos já estavam habituados à presença humana. Durante o primeiro ano de pesquisa, pelo menos uma vez por semana, (janeiro a dezembro de 2006), o grupo 1 foi acompanhado apenas no período da manhã (da hora que o grupo era encontrado às 12:00h) para as observações comportamentais e uma vez por mês, das 06:00h às 18:00h era realizado o registro de sua área de uso. Durante este período, foram 23 dias de observação na estação seca e 14 na úmida, perfazendo um total de 185 horas de observação. O padrão de observação diário variou dependendo da hora do estabelecimento do primeiro contato visual com o grupo e quando o contato visual foi perdido.

No segundo ano de estudo, ambos os grupos tiveram os registros comportamentais e área de uso realizados de forma concomitante, durante todo o dia, semanalmente, desde que o grupo era encontrado no período da manhã até as 18:00h, quando os animais já estavam reclusos na árvore que iria ser utilizada para o descanso durante a noite. Para o grupo 1, foram realizadas 17 observações na estação seca e 7 observações na estação úmida, perfazendo um total de 264 horas de observação. Para o grupo 2, como já foi descrito, 16 observações foram feitas na estação seca e apenas 2 na úmida, perfazendo 198 horas de observações.

O grupo 1 foi formado por 15 a 19 animais no período do estudo (Tabela 1.1) e na maior parte do tempo de observação incluiu 3 fêmeas. Fêmea 1 ou FDM, Fêmea 2 ou FBR e Fêmea 4 ou FCT. As fêmeas 1 e 4 reproduziram durante o período do estudo, o que não ocorreu para a fêmea 2. Porém a fêmea 1 foi definida *a priori* como dominante, baseando-se na observação de comportamentos de dominância e subordinação e também no status reprodutivo, enquanto as fêmeas 2 e 4 são subordinadas. Outra fêmea foi observada em períodos muito curtos durante o estudo. A fêmea 3 (FBC) foi observada no grupo nos meses de janeiro a maio, sendo observada em 8 de junho como fêmea dominante de outro grupo, o que foi comprovado com o nascimento de filhotes meses depois.

O grupo 2 era composto também por três fêmeas adultas, e um total de 11 a 14 animais no período do estudo (Tabela 1.1), que foram habituados à presença dos pesquisadores por quatro meses que antecederam a coleta de dados. As fêmeas foram denominadas fêmea 5 (FDM2), fêmea 6 (FBL) e fêmea 7 (FLD). A fêmea 5 é a fêmea dominante que reproduziu, dando origem a 2 filhotes. Fêmeas 6 e 7 parecem ser subordinadas, tanto socialmente, quanto reprodutivamente. No entanto, no início do estudo, havia 4 filhotes de aproximadamente 4 meses, cuja origem é desconhecida e não soubemos elucidar se foram migrantes, nascidos no próprio grupo (todos da fêmea 5 ou de outra fêmea) ou raptados.

Os dados comportamentais foram coletados por meio do método de animal focal com duração de 10 minutos e intervalo mínimo de 10 min entre observações das fêmeas, além do registro de todas as ocorrências do comportamento agonístico, cópula e catação (ALTMANN, 1974). Este método nos permitiu analisar, tanto a frequência, como o tempo de duração dos comportamentos realizados. A ordem de observação das fêmeas foi aleatória, seguindo depois a ordem estabelecida. Caso o animal seguinte não fosse encontrado em 30 minutos, iniciava-se a procura pelo seguinte. Foram utilizadas nas análises estatísticas as observações com o animal visível por mais de cinco minutos. Ao início da observação e ao término desta, foram registrados com o auxílio de um gravador a hora, o estrato no qual se encontrava o animal focal (alto  $\geq 5$ m; médio = 2 a 5 m; baixo  $< 2$ m), a proximidade a outro animal (até dois metros da fêmea focal) e se a fêmea carregava ou não o (s) filhote (s). Os dados comportamentais foram registrados com o auxílio de um

Palmtop (PalmOne Zire) e com o programa EZ Record. A cada 15 minutos eram registrados numa planilha o número de animais visíveis e suas posições, com o auxílio de um GPS (eTrex; Garmin), além de dados climáticos (temperatura e a umidade) com uma estação climática portátil (EXTECH Instruments, China), os animais avistados e o estrato utilizado por estes animais. Os comportamentos registrados estão listados na Tabela 1.2. Os pontos geográficos captados pelo GPS foram plotados e analisados com o auxílio dos programas ARCGIS 9.2 e EXCEL. Para o cálculo da área de uso dos grupos, os pontos nas extremidades desta foram ligados e a mesma foi estimada.

#### Análise Estatística:

Os dados foram analisados no programa SPSS 11.0 para Windows. Os dados comportamentais e de deslocamento não apresentaram uma distribuição normal e foram analisados por estatística não-paramétrica. Na comparação das distâncias diárias percorridas nas estações seca e úmida, médias mensais ponderadas foram utilizadas. Para os cálculos das frequências relativas dos comportamentos, uma média ponderada foi feita para cada uma das fêmeas, onde cada fêmea representou uma unidade observacional nas estações seca e úmida. Como o objetivo deste trabalho foi comparar as estratégias comportamentais adotadas nas estações seca e úmida, a comparação das duas amostras independentes foi feita a partir do teste Mann-Whitney  $U$ . Todas as distribuições foram assumidas como bicaudais e o nível de significância foi igual ou menor do que 5%. Quando houve a necessidade de compararmos três ou mais variáveis independentes (comparação das fêmeas subordinadas dos dois grupos), utilizamos o teste Kruskal-Wallis. Para verificar a relação entre o uso do estrato baixo e as taxas de forrageio nas estações seca e úmida o teste Spearman's  $\rho$  foi utilizado.

## RESULTADOS

### Área de Uso e Estratégias de Forrageamento

Como o cerrado exibe duas estações distintas, esperávamos que as fêmeas fossem influenciadas por alterações ambientais na área de uso e nos comportamentos exibidos nas estações seca e úmida. Os dados de temperatura e umidade, no período de janeiro de 2006 a outubro de 2007, estão representados na Tabela 1.

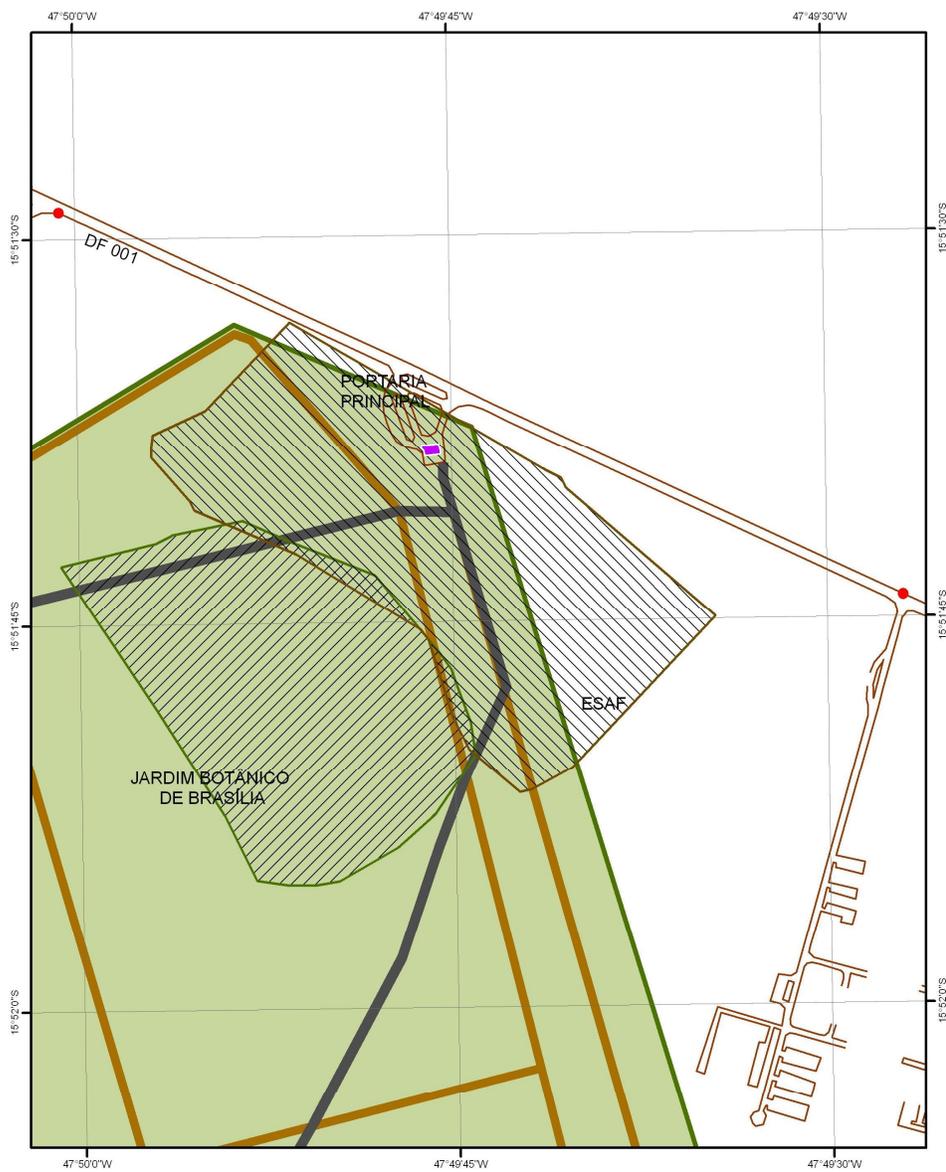
Tabela 1: Valores médios da temperatura (°C) e umidade (%) no período estudado e valores máximos e mínimos atingidos no mesmo.

Período	Estação	Temperatura (°C)			Umidade (%)		
		Valores Médios	MIN	MAX	Valores Médios	MIN	MAX
2006	seca	23	16,2	30,2	62	36	99
	úmida	26,6	19,9	35,2	70	58	99
2007	seca	28,8	13,6	39,7	43,8	20	89
	úmida	30,58	19	41,3	49,3	20	99

De acordo com essa expectativa, esperaríamos que a área de uso dos grupos fosse maior no período úmido (outubro a março), quando comparada ao período de seca (abril a setembro), devido às melhores condições climáticas favoráveis à locomoção e à maior abundância de recursos. Porém, diferenças significativas não foram observadas entre as estações seca e úmida no que se refere à distância (em metros) do deslocamento diário, tanto no grupo 1 (Mann-Whitney teste;  $Z = -1,06$ ;  $P = 0,30$ ;  $n_1 = 14$ ,  $n_2 = 30$ ), quanto no grupo 2 (Mann-Whitney teste;  $Z = -0,87$   $P = 0,43$ ;  $n_1 = 15$ ,  $n_2 = 21$ ). Comparamos os dois

grupos para verificar se havia diferenças entre as distâncias diárias percorridas, e apesar do grupo 1 ter um número maior de integrantes, diferenças significativas também não foram observadas (Mann-Whitney teste;  $Z = -0,52$ ;  $P = 0,61$ ;  $n_1 = 44$ ,  $n_2 = 36$ ). Os grupos ocuparam áreas de tamanhos diferentes (grupo 1 = 16,23 ha, grupo 2 = 12,95 ha; Fig. 1), mas como as diferenças de deslocamento entre os grupos não foram significativas, analisamos juntos os grupos 1 e 2 para as estações úmida e seca. Novamente, nenhuma diferença significativa foi encontrada (Mann-Whitney teste;  $Z = -1,23$ ;  $P = 0,22$ ;  $n_1 = 31$ ,  $n_2 = 51$ ), mesmo que para todas as análises realizadas, as distâncias diárias percorridas durante a estação úmida tenham sido maiores. Embora não exista uma diferença nas distâncias diárias percorridas entre as estações seca e úmida ou nas distâncias percorridas pelos dois grupos, as áreas físicas utilizadas pelos grupos (Figuras 2 e 3) diferem em cerca de 3 ha, sendo que a área ocupada pelo Grupo 1 é a maior, o que pode refletir o fato deste grupo ter um número maior de integrantes.

A segunda expectativa é de que existam diferentes estratégias de forrageamento das fêmeas entre as estações seca e úmida. Durante a estação úmida, estas fêmeas forrageariam e comeriam mais, devido à maior abundância de recursos, adotando a estratégia de forrageamento passivo. Desta forma, elas garantiriam um maior aporte energético durante a estação úmida, com a finalidade de construir reservas para a estação seca. Como o grupo 2 foi observado de abril a outubro, com apenas um mês da estação úmida, não foram realizadas análises estatísticas para as mesmas, sendo utilizados apenas os dados das fêmeas do grupo 1.



**Legenda**

-  AREA\_GRUPO\_1
-  AREA\_GRUPO\_2
-  vias asfaltadas
-  vias de visitação

Figura 1: Mapa da área de uso dos dois grupos de *C. penicillata*, no Jardim Botânico de Brasília.

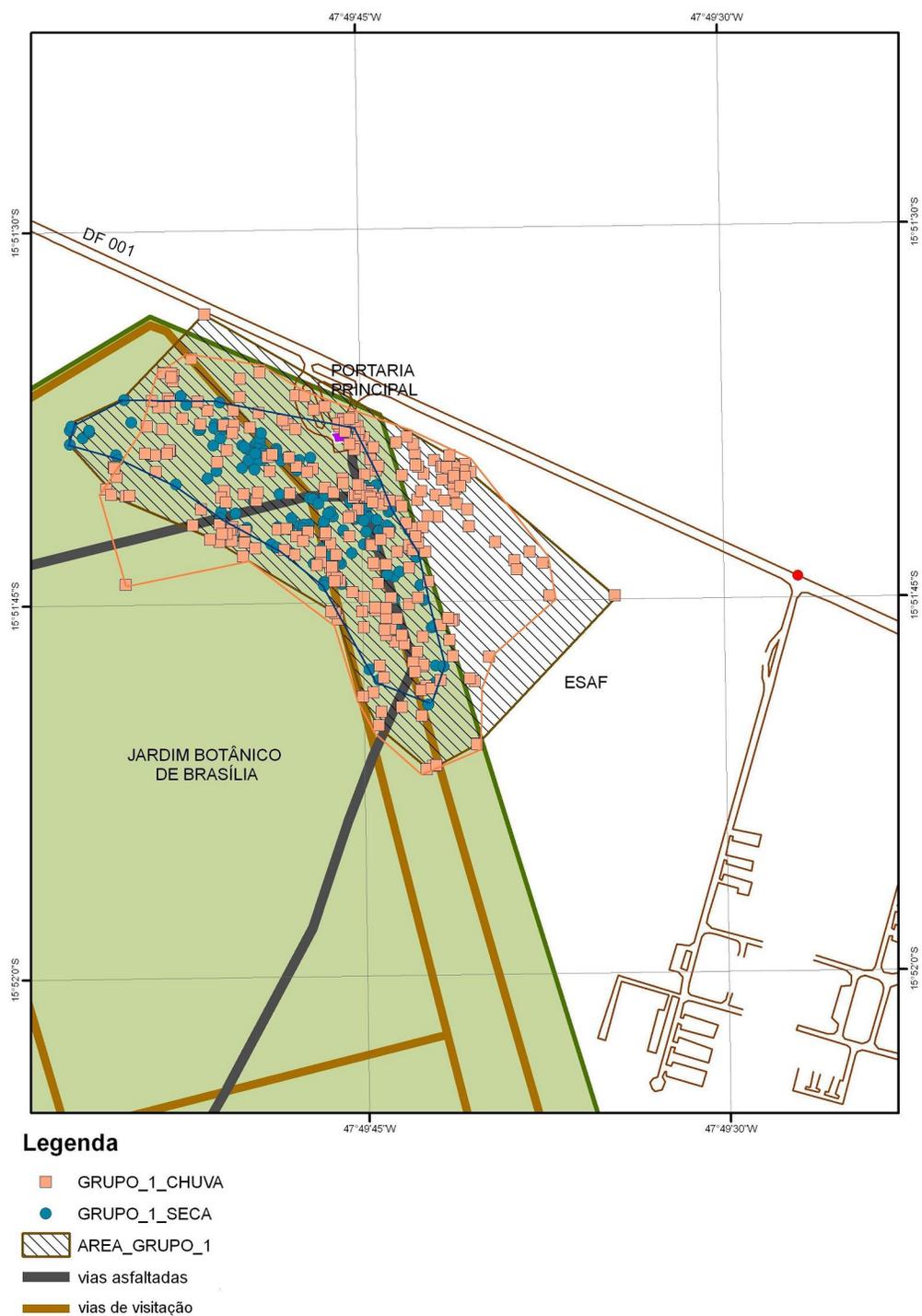


Figura 2: Mapa da área ocupada pelo grupo1 de *C. penicillata*, nas estações seca e úmida, no Jardim Botânico de Brasília.

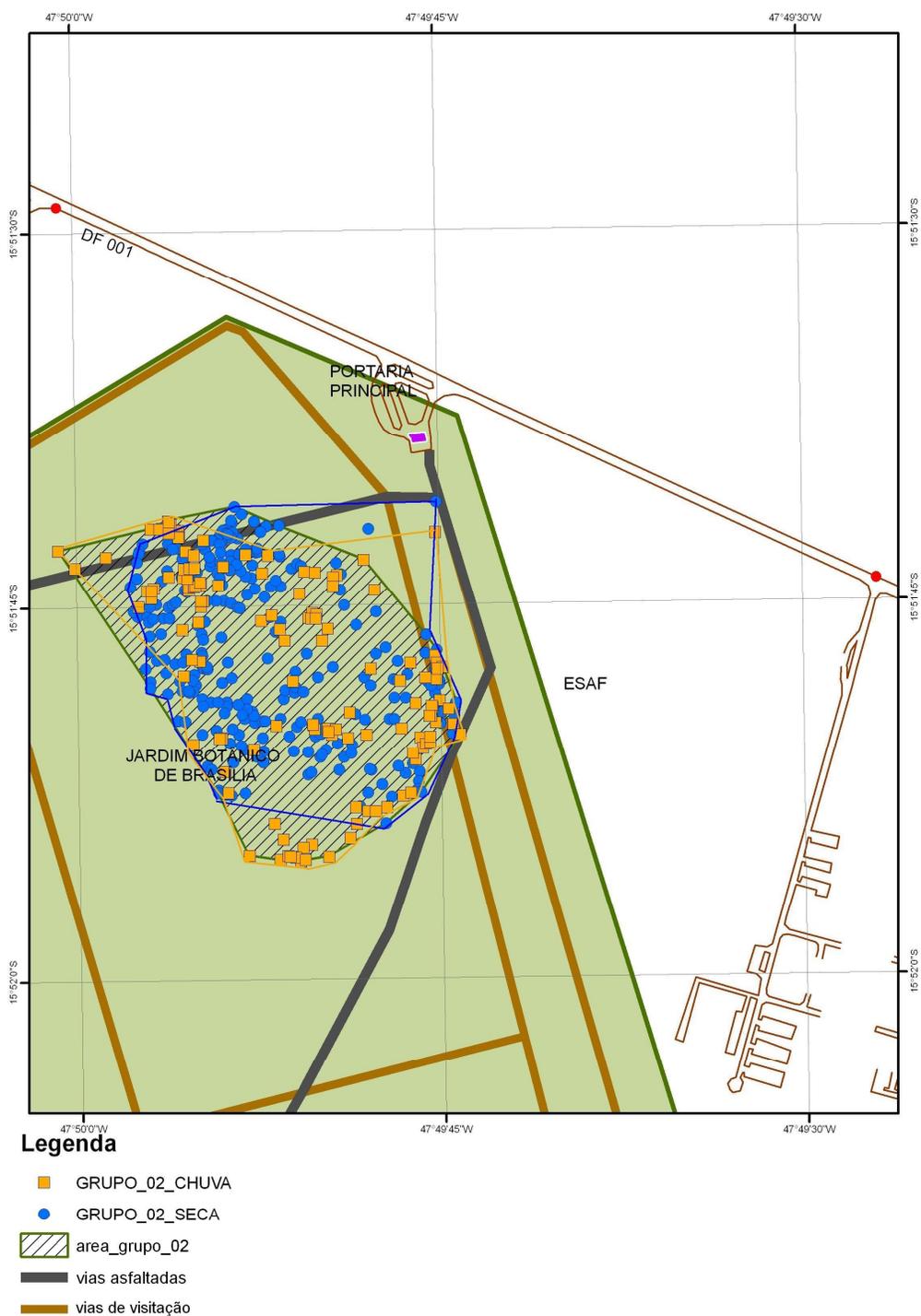


Figura 3: Mapa da área ocupada pelo grupo 2 de *C. penicillata*, nas estações seca e úmida, no Jardim Botânico de Brasília.

O comportamento de forrageio representou 6,1% do orçamento de atividades da fêmea 1 na estação úmida e 2,9% na estação seca. Para a fêmea 2, 3,1% na úmida e 2,6% na seca e para a fêmea 4, 7,2% na úmida e 2,4% na seca (Tabela 2). Quando o comportamento de forrageio foi comparado entre as estações úmida e seca, diferenças significativas foram encontradas (Mann-Whitney teste  $U$ :  $Z = -1,96$ ;  $P = 0,05$ ,  $n_1 = 3$ ,  $n_2 = 3$ ; Fig. 4), com maiores médias na estação úmida. Quando comparamos o uso dos estratos arbóreo pelas fêmeas durante a estação seca e úmida, para ver se existia uma relação com as taxas de forrageio (Tabela 3), encontramos independência entre as variáveis (Spearman's  $\rho$ ,  $\rho = -0,31$ ;  $P = 0,46$ ;  $n_1 = 6$ ,  $n_2 = 6$ ). Além disso, verificamos que estas fêmeas, embora preferencialmente utilizem o estrato alto com maior frequência quando comparado aos estratos médio e baixo, aumentam o uso do estrato baixo na estação seca.

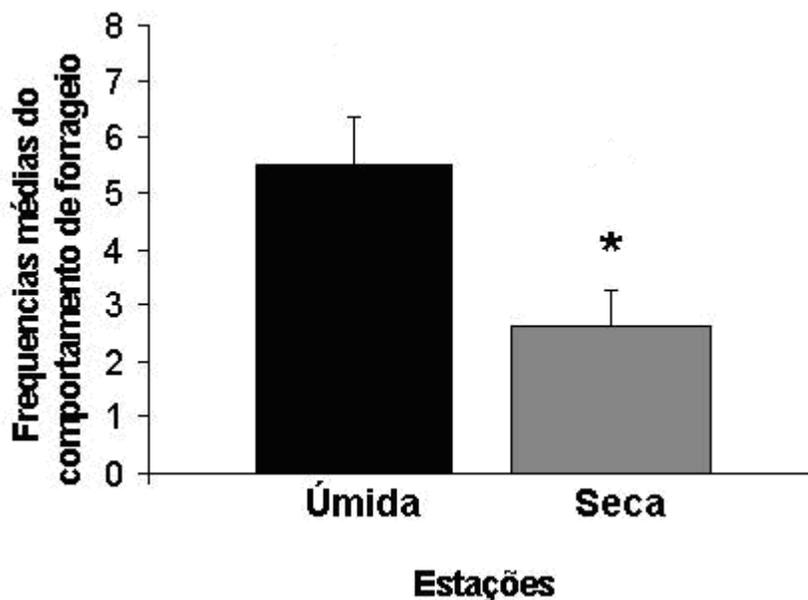


Figura 4: Frequência relativa média do comportamento de forrageio para as fêmeas, nas estações seca e úmida (\*  $P = 0,05$ ).

Tabela 2: Frequência relativa média dos comportamentos realizados pelas fêmeas na estação úmida e seca.

Fêmea	FDM (1)		FBR (2)		FCT (4)		
	Úmida	Seca	Úmida	Seca	Úmida	Seca	
COMPORTAMENTO	Locomover	34,7	42,03	29,45	35,48	29,53	33,75
	Parado	36,61	45,51	40,66	43,29	40,9	43,81
	Descansar	1,74	1,57	1,69	1,41	0,44	1,15
	Gomivoria	7,92	2,59	3,64	2,33	1,95	1,35
	FORAGEAR	6,24	2,9	3,08	2,59	7,21	2,4
	Comer	0,6	0,9	1,1	1,1	1,17	0,9
	Comer animal	0,5	0,92	0,63	0,21	0,57	0,28
	Comer vegetal	0,03	0,04	0,19	0,58	0,07	0,43

Tabela 3: Frequência relativa do uso dos diferentes estratos arbóreos pelas diferentes fêmeas.

Fêmea	FDM (1)		FBR (2)		FCT (4)	
	úmida	seca	úmida	seca	Úmida	seca
Estação						
Estrato Alto	73,75	50,95	74,7	64,7	36,55	49,5
Estrato Médio	20,9	22,75	20	20,95	43,25	29,2
Estrato Baixo	5,35	26,25	5,3	14,35	20,2	21,3

## Estratégia Comportamental de Economia de Energia

A segunda hipótese foi que, além de estratégias diferenciadas na área de uso, associada ao comportamento de forrageio, as fêmeas alteram também o locomover, o parado e o descansar além de comportamentos alimentares, como reflexo de uma maior ou menor necessidade de reter energia. Estas estratégias também refletem em duas expectativas. A primeira foi de que as fêmeas teriam um aumento de comportamentos que garantem esta retenção, como descansar e parado e redução do locomover na estação seca em relação à úmida. Comparamos os valores médios das fêmeas para cada um destes comportamentos e encontramos diferenças significativas apenas para o comportamento parado (Mann-Whitney teste  $U$ :  $Z = -1,96$ ;  $P = 0,05$ ,  $n_1 = 3$ ,  $n_2 = 3$ ; Fig. 5), com maiores valores apresentados na estação seca (Tabela 4).

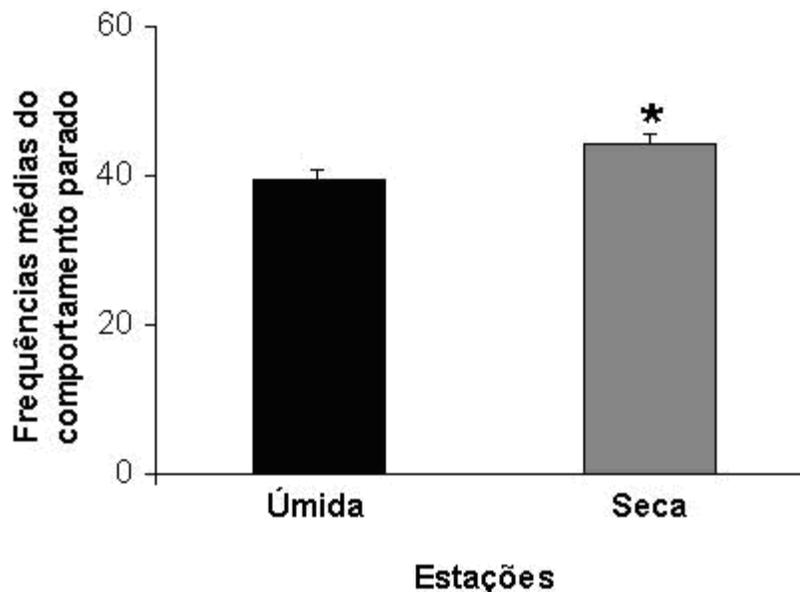


Figura 5: Frequência relativa média do comportamento parado para as fêmeas, nas estações seca e úmida (\*  $P = 0,05$ ).

A segunda expectativa foi de que estas fêmeas teriam o aumento da gomivoria, que é um recurso disponível ao longo de todo o ano, na estação seca e um aumento de todos os

comportamentos alimentares na estação úmida. Porém, como ilustrado na Tabela 4, diferenças significativas não foram encontradas entre as estações para este comportamento.

Tabela 4: Valores  $Z$  e  $P$  (Mann-Whitney teste  $U$ ,  $n_1 = 3$ ,  $n_2 = 3$ ), para os comportamentos realizados pelas fêmeas nas estações úmida e seca; \* diferenças significativas.

Comportamento							
	locomover	parado	descansar	comer	comer animal	comer vegetal	gomivoria
$Z$	-1,51	-1,96	-0,65	-0,21	-0,65	-1,09	-1,09
$P$	0,12	0,05*	0,51	0,82	0,51	0,27	0,27

## DISCUSSÃO

A sazonalidade, manifestada por oscilações anuais nas variáveis climáticas, que repercutem na abundância de recursos, custos na termoregulação, riscos de predação, abundância de comida e disponibilidade de água, geram alterações ecológicas e comportamentais diversas e parcialmente conflitantes para primatas pouco estudados em ambiente natural. Primatas que vivem em ambientes sazonais parecem exibir um conjunto de adaptações comportamentais, fisiológicas e de história de vida para atender às mudanças ecológicas e energéticas (SCHOLZ & KAPPELER, 2003). Portanto, identificar como estes primatas dividem sua atividade ao longo das estações do ano e, até mesmo diariamente, é importante para compreender como eles interagem com o seu ambiente e investem seu tempo e energia para uma sobrevivência e reprodução ótimas.

A primeira expectativa deste trabalho foi de que a área de uso ocupada pelos grupos observados fosse maior no período úmido (outubro a março), quando comparado ao período de seca (abril a setembro), devido às melhores condições climáticas favoráveis à locomoção

e à maior abundância de recursos. Embora as áreas de uso dos grupos e, também seus tamanhos, sejam diferentes para os dois grupos, não houve diferença na distância média de deslocamento diário entre os dois grupos. O tamanho da área pode estar relacionado ao tamanho do grupo. No entanto, Rylands (1996) acredita que não haja nenhuma correlação significativa entre os tamanhos de grupo e de áreas ocupadas, sendo estas muito mais influenciadas pela distribuição e abundância dos principais recursos alimentares. Para poder fazer uma avaliação mais objetiva da existência ou não de tal relação, seriam necessários dados de um número grande de grupos e de suas respectivas áreas.

Para Isbell e Young (1993), a distribuição espacial da comida também interfere no orçamento de atividades. Concentrar-se no recurso asseguradamente distribuído pode ser energeticamente mais eficiente que aumentar a área de uso a procura de árvores frutíferas muito dispersas, como descrito para *C. argentata* (ALBERNAZ & MAGNUSSON, 1999). Embora esta estratégia possa levar à ausência de diferenças entre os deslocamentos nas estações úmida e seca, não é possível determinar, de uma forma geral, se estas são devidas a influências climáticas e geográficas ou a variações entre os grupos, independente destas diferenças. Para *C. jacchus*, alterações nas áreas de uso estão relacionadas às diferentes densidades e distribuições de árvores de goma (SCANLON *et al.*, 1989), que influenciam os padrões de movimento e uso da área ao longo do ano. Insetos, por sua vez, parecem ter pouca influência sobre estes padrões, enquanto que a disponibilidade de frutos pode estar relacionada a variações mensais na área de uso e padrões de deslocamento.

Diferenças significativas no comportamento de forrageio parecem refletir estratégias alimentares específicas associadas às estações seca e úmida. Embora os animais forrageiem mais durante a estação úmida, o que indica uma estratégia de forrageamento ativo, diferenças não foram observadas para os vários comportamentos alimentares (comer, comer animal e comer vegetal). Maiores taxas de forrageio durante a estação úmida quando comparada à seca podem, portanto, indicar maior disponibilidade de recursos alimentares, mas também representam maior cobertura vegetal, que por sua vez, garantindo uma maior proteção contra predadores aéreos, o que motivaria os animais a se deslocarem e forragearem mais livremente (GARBER, 1987; BICCA-MARQUES, 2003).

O fato das fêmeas terem usado o estrato mais baixo com maior frequência na estação seca pode indicar uma utilização maior de insetos (ver Miranda e Faria, 2001). No entanto,

Cunha e colaboradores (2006) mostraram também que *C. jacchus* usa mais o estrato baixo como uma estratégia antipredatória, visto que a predação aérea é um importante fator que influencia o comportamento de locomoção e ocupação de estratos dos sagüis.

### Estratégia Comportamental de Economia de Energia

A segunda hipótese foi que, além de estratégias diferenciadas na área de uso, as fêmeas alteram também vários comportamentos associados à questão de reserva energética, seja pelo aumento dos comportamentos que garantem a retenção de energia, seja pelo aumento do consumo de alimentos. No entanto, quando comparamos as estações úmida e seca, diferenças foram encontradas apenas para o comportamento parado. Embora todas as fêmeas tenham se locomovido mais na estação seca que na úmida, e tenham ficado mais paradas na estação seca que na úmida, o comportamento de descansar variou entre elas. Para o comportamento descansar, as fêmeas 1 e 2 descansaram mais na estação úmida, enquanto que a fêmea 4 apresentou maiores valores na estação seca. Embora o principal comportamento descrito para *C. penicillata* seja o de locomoção (MIRANDA, 1997), com valores mais altos na estação úmida quando frutos e outros itens alimentares estão disponíveis (VILELA & FARIA, 2004), no presente estudo encontramos maiores frequências relativas médias para o comportamento parado, e na estação úmida.

Para a família Callitrichidae, existe uma forte pressão seletiva para economizar energia a ser utilizada durante a fase comparativamente longa de inatividade, durante a noite (SUCHI & ROTHE, 1999). A termorregulação é uma demanda crítica e consome até 2,65 vezes a taxa metabólica basal de energia em pequenos mamíferos não-voadores (PROSSER & HEATH, 1991; KARASOV, 1992) em condições termoneutras. Em calitriquídeos, a temperatura corporal chega a cair 2° C à noite, apresentando uma espécie de torpor, o que é interpretado como uma estratégia para economia metabólica. No entanto, durante a estação seca, período onde os recursos alimentares estão presumivelmente mais escassos, os animais se locomovem mais, embora diferenças significativas não tenham sido observadas. Este maior deslocamento pode ser devido à necessidade de encontrar maior quantidade e melhores recursos. Já durante a estação úmida, quando se espera que exista

uma maior disponibilidade de recursos, os animais podem ficar mais tempo parados, seja como uma forma adicional de poupar energia, ou como um mecanismo de termoregulação, devido às temperaturas mais elevadas neste período e/ou seja como um mecanismo para se tornarem mais crípticos aos predadores (BICCA-MARQUES, 1993; GARBER & BICCA-MARQUES, 2002).

Diferenças entre os trabalhos no que diz respeito ao orçamento comportamental podem estar relacionadas a variações e modificações que ocorrem no território, como variações na quantidade de insetos e de outros recursos que tenham uma natureza sazonal. Diante destas modificações o animal se desloca mais ou menos para consegui-lo. Provavelmente, diferenças metodológicas podem também ter gerado resultados discrepantes, quando comparamos este trabalho ao realizado por Miranda e Faria (2001), embora a estratégia de permanecer mais tempo parado na estação úmida, período de maior abundância de recursos alimentares, esteja de acordo com o que foi observado em outras espécies de primatas (DA SILVA, 1992).

Embora as fêmeas tenham se locomovido mais na seca, elas variaram ao descansar. Enquanto a fêmea 1 descansou mais na estação úmida, período de maior registro de nascimento de seus filhotes, a fêmea 4 descansou mais na estação seca, período em que seus filhotes nasceram. Fêmeas reprodutoras reduzem seus níveis de locomoção durante a fase final de gestação (MILLER, 2006). Durante a lactação elas também podem gastar mais tempo se alimentando e forrageando. Estas alterações comportamentais parecem exprimir a importância da reprodução cooperativa, dados os custos que incorrem sobre a fêmea durante a reprodução (PRICE, 1992). Também, os eventos reprodutivos podem interferir nos orçamentos de atividades mais do que os fatores associados a recursos alimentares.

Era esperado que as fêmeas aumentariam a gomivoria na estação seca e também exibiriam um aumento de todos os outros comportamentos alimentares na estação úmida. Porém, nenhuma diferença significativa foi observada para nenhum destes comportamentos. Comer e comer animal foram maiores para a fêmea 1 durante a seca e maiores para a fêmea 4 na estação úmida. Maiores médias das frequências relativas para o comportamento comer vegetal foram mais frequentes na estação úmida, para todas as fêmeas, assim como foi observado para o comportamento de gomivoria. Nossos dados são contrários ao observado em vários outros trabalhos, onde a ingestão de goma e de frutos está inversamente

relacionada (RYLANDS, 1986; CORREA, 1995; MARTINS & SETZ, 2000; PASSAMANI, 2000). Embora Miranda e Faria (2001) assegurem que a aquisição de goma tem um alto custo energético e esta seria realizada apenas em momentos de grande escassez de frutos e insetos, o mesmo não foi observado em nosso trabalho. Os resultados estão mais de acordo com Vilela e Faria (2004), onde o uso da goma foi constante ao longo do ano, visto que diferenças significativas não foram observadas para este comportamento.

Variações no padrão comportamental dependem não somente da área, mas também do grupo estudado e de fatores ambientais como sazonalidade, distribuição e abundância de alimentos (FERRARI, 1988; PASSAMANI, 1998). Porém, não é aconselhável realizar generalização dos padrões de atividade entre os grupos, mesmo quando estes são de uma mesma população. Sendo assim, embora mudanças sazonais no comportamento de calitriquídeos sejam conhecidas por ocorrer na natureza, é importante avaliar o perfil do grupo social como uma unidade comportamental. Os resultados obtidos neste trabalho enfatizam a necessidade do estudo do comportamento com enfoque mais específico. Cada animal parece possuir uma estratégia comportamental própria frente às adversidades ambientais e sociais. A sobrevivência deste animal parece, portanto, estar altamente relacionada ao uso eficiente dos recursos disponíveis que variam qualitativamente, temporalmente e espacialmente no ambiente onde vive. Adicionalmente, diferenças individuais tais como sexo, idade, estado de saúde e nutricional, e estado reprodutivo, podem alterar o perfil do grupo e podem determinar os padrões de utilização de recursos ambientais.

## REFERENCIAS

- ABBOTT, D. H.; SALTZMAN, W.; SCHULTZ-DARKEN, N. J.; TANNENBAUM, P. L. Adaptations to subordinate status in female marmoset monkey. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 119: 261-274, 1998.
- ALBERNAZ A. L.; MAGNUSSON W. E. Home-Range Size of the Bare-ear Marmoset (*Callithrix argentata*) at Alter do Chão. *International Journal of Primatology*, 20(5): 665-677, 1999.

- ALTMANN, J. Observational study of behaviour: sampling method. *Behaviour*, 49:227-267, 1974.
- AZEVEDO, L. G.; RIBEIRO, J. R.; SCHIAVINI, I.; OLIVEIRA, P. E. A. M. Levantamento da vegetação do Jardim Botânico de Brasília, DF. Fundação Zoobotânica do Distrito Federal, Brasília, 1990.
- BARROS, M.; ALENCAR, C.; TOMAZ, C., Differences in aerial and terrestrial visual scanning in captive black tufted-ear marmoset (*Callithrix penicillata*) exposed to a novel environment. *Folia Primatologica*, 75: 85–92, 2004.
- BICCA-MARQUES, J. C. Padrão de atividades diárias do bugio-preto *Alouatta caraya* (Primates, Cebidae): Uma análise temporal e bioenergética. In: M. E. Yamamoto; M. B. C. de Sousa. (Org.). *A Primatologia no Brasil. Volume 4*. Natal: Editora Universitária – UFRN: 35-49, 1993.
- BICCA-MARQUES, J. C. Sexual selection and the evolution of foraging behavior in male and female tamarins and marmosets. In: Clara B. Jones. (org.). *Sexual Selection and Reproductive Competition in Primates: New Perspectives and Directions*. Norman, Oklahoma (USA): American Society of Primatologists. 3: 455-475, 2003.
- BOERE, V.; TILLMANN, L.; RESENDE, M. C.; TOMAZ, C. Uso do espaço e comportamento social em sagüis do cerrado (*Callithrix penicillata*) selvagens, no Centro de Primatologia da Universidade de Brasília. In: C. Alonso; A. Langguth (eds), *A Primatologia no Brasil-7*, Editora Universitária, João Pessoa: 35-48, 2000.
- BOINSKI, S. Vocal coordination of troop movement among white-faced capuchin monkeys, *Cebus capucinus*. *American Journal of Primatology*, 30 (2): 85-100, 1993.
- CORRÊA, H. K. M. Ecologia e Comportamento Alimentar de um Grupo de Sagüis-da-Serra-Escuros (*Callithrix aurita* e *geoffroy*, 1812) no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, São Paulo. Master's thesis, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1995.
- CUNHA A. A.; VIEIRA M. V.; GRELLE C. E. V. Preliminary observations on habitat, support use and diet in two non-native primates in an urban Atlantic forest fragment: The capuchin monkey (*Cebus* sp.) and the common marmoset (*Callithrix jacchus*) in the Tijuca forest. *Urban Ecosystems*, 9(4): 351 – 359, 2006.

- DA SILVA, G. The western black-and-white colobus as a low-energy strategist: activity budgets, energy expenditure and energy intake. *Journal of Animal Ecology*, 61: 79-91, 1992.
- DEFLER, T.R. The time budget of a group of wild woolly monkeys (*Lagothrix lagotricha*). *International Journal of Primatology*, 16(1): 107-120, 1995.
- ERHART, E. M.; OVERDORFF, D. J. Female coordination of group travel in wild *Propithecus* and *Eulemur*. *International Journal of Primatology*, 20 (6): 927-940, 1999.
- FARIA, D. S. Uso de árvores gomíferas do cerrado por *Callithrix jacchus penicillata*. In: M.T. Mello (ed.) *A Primatologia no Brasil*. Belo Horizonte, UFMG, 83-96, 1983.
- FARIA, D. S. Aspectos gerais do comportamento de *Callithrix jacchus penicillata* em mata ciliar de cerrado. *A Primatologia no Brasil*. In: M. T. Mello. *Sociedade Brasileira de Primatologia*, Brasília, DF, 55-66, 1984.
- FARIA, D. S. O estudo de campo com o mico estrela no Planalto Central Brasileiro. In: C. Ades (ed.), *Etologia de animais e de homens*. Edicon/Edusp, São Paulo, SP, 109-121, 1989.
- FERRARI, S. F. The Behaviour and Ecology of the Buffy-Headed Marmoset, *Callithrix flaviceps* (O. Thomas, 1903). Doctoral thesis, University College London, London, 1988.
- FONSECA, G. A. B.; LACHER Jr., T. E.; ALVES Jr., C.; MAGALHÃES CASTRO, B. Observações preliminares em *Callithrix jacchus penicillata*. *Anais do VIII Congresso Brasileiro de Zoologia*, 1980.
- FONSECA, G. A. B.; LACHER, T. E. Exudate-feeding by *Callithrix jacchus penicillata* in semideciduous Woodland (Cerradão) in central Brazil. *Primates*, 25(4): 441-450, 1984.
- FONSECA, M. S.; SILVA JUNIOR, M. C. Phytosociology and floristic similarity between plateau and valley `Cerrado` woody vegetation in the Brasília Botanic Gardens, Federal District, Brazil. *Acta Botânica Brasileira*, 18(1): 19-29, 2004.
- GARBER, P. A. Foraging strategies among living primates. *Annual Review of Anthropology*, 16: 339-364, 1987.
- GARBER, P.A.; BICCA-MARQUES, J. C. Evidence of predator sensitive foraging and traveling in single- and mixed-species tamarin troops. In: L. E. Miller. (org.). *Eat or Be*

- Eaten: Predator Sensitive Foraging in Primates. Cambridge: Cambridge University Press: 138-153, 2002.
- GUO, S.G.; LI, B.G.; WATANABE, K. Diet and activity budget of *Rhinopithecus roxellana* in the Qinling Mountains, China. *Primates*, 48(4): 268-276, 2007.
- ISBELL, L.A.; YOUNG, T.P. Social and ecological influences on activity budgets of vervet monkeys, and their implications for group living. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 32(6): 377-385, 1993.
- IWAMOTO, T & DUNBAR, R. I. M. Thermoregulation, habitat quality and the behavioural ecology of Gelada baboons. *Journal of Animal Ecology*, 52: 357-366, 1983.
- KARASOV, W. H. Daily energy expenditure and the cost of activity in mammals. *American Zoologist*, 32 (2):238-248, 1992.
- KEUROGHLIAN, A.; PASSOS, F. C. Prey foraging behavior, seasonality and time-budgets in black lion tamarins, *Leontopithecus chrysopygus* (Mikan, 1823) (Mammalia, Callitrichidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 61(3):455-459, 2001.
- MARTINS, M. M.; SETS, E. Z. F. Diet of buffy tufted marmosets (*Callithrix aurita*) in a forest fragment in southeastern Brazil. *International Journal of Primatology*, 21: 467-476, 2000.
- MILLER, K. E.; BALES, K. L.; RAMOS, J. H.; DIETZ, J. M. Energy intake, energy expenditure, and reproductive costs of female wild golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*). *American Journal of Primatology*, 68 (11): 1037-1053, 2006.
- MIRANDA, G. H. B. Aspectos da ecologia e comportamento do mico-estrela (*Callithrix penicillata*) no cerrado e cerrado denso da Área de Proteção Ambiental (APA) do gama e Cabeça de Veado, DF. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 1997.
- MIRANDA, G. H. B. & FARIA, D. S. Ecological aspects of black-pincelled marmoset (*Callithrix penicillata*) in the cerradão and dense cerradão of the Brazilian Central Plateau. *Brazilian Journal of Biology*, 61 (3): 397-404, 2001.
- MITCHELL, C. L.; BOINSKI, S.; VAN SCHAIK, C. P. Competitive regimes and female bonding in two species of squirrel monkeys (*Saimiri oerstedii* and *S. sciureus*). *Behavior, Ecology and Sociobiology*, 28: 55-60, 1991.

- PASSAMANI, M. Activity budget of Geoffroy's marmoset (*Callithrix geoffroyi*) in an Atlantic Forest in South-eastern Brazil. *American Journal of Primatology*, 46: 333-340, 1998.
- PASSAMANI, M.; RYLANDS, A.B. Feeding behavior of Geoffroy's marmoset (*Callithrix geoffroyi*) in an Atlantic forest fragment of south-eastern Brazil. *Primates*, 41(1): 27-38, 2000.
- PRICE, E. C. The costs of infant carrying in captive cotton-top tamarins, *American Journal of Primatology*, 26: 23–33, 1992.
- PROSSER, C. L. & HEATH, J. E. Temperature. In: *Environmental and Metabolic Animal Physiology*. C. L. Prosser (ed.). New York, EUA, Wiley-Liss, p. 109-166, 1991.
- RYLANDS, A. B. Habitat and the evolution of social and reproductive behavior in Callitrichidae. *American Journal Primatology*, 38:5-18, 1996.
- RYLANDS, A. B. Ranging behaviour and habitat preference of a wild marmoset group, *Callithrix humeralifer* (Callitrichidae-Primates). *Journal of Zoology*, 210: 1-26, 1986.
- RYLANDS, A.B. & FARIA, D.S. Habitats, feeding ecology, and home range size in the genus *Callithrix*. In: A.B. Rylands (ed.) *Marmosets and Tamarins: Systematics, Behavior and Ecology*. Oxford University Press, Oxford: 263-271, 1993.
- SCANLON, C. E.; CHALMERS, N. R.; MONTEIRO DA CRUZ, M. A. O. Home range use and exploration of gum in the marmoset *Callithrix jacchus jacchus*. *International Journal of Primatology*, 10: 123-136, 1989.
- SCHOLZ, F.; KAPPELER, P. M. Effects of Seasonal Water Scarcity on the Ranging Behavior of *Eulemur fulvus rufus*. *International Journal of Primatology*, 25(3): 599 - 613, 2003.
- SMITH, A. C.; BUCHANAN-SMITH, H. M.; SURRIDGE, A. K. Leaders of progressions in wild mixed-species troops of saddleback (*Saguinus fuscicollis*) and mustached tamarins (*S. mystax*), with emphasis on color vision and sex. *American Journal of Primatology*, 61 (4): 145-157, 2003.
- STEVENSON, M.F.; RYLANDS, A.B. The Marmosets, Genus *Callithrix*. In: R.A. Mittermeier; A.B. Rylands; A. Coimbra-Filho, and G.A.B. Fonseca (eds.) *Ecology and Behavior of Neotropical Primates*. WWF, Washington, pp. 131-222, 1988.

- SUCHI S., ROTHE, H. The influence of abiotic factors on the onset and cessation of activity of semi-free *Callithrix jacchus*. *American Journal of Primatology*, 47:241–253, 1999.
- TERBORGH J. Five new world primates: a study in comparative ecology. Princeton University Press, New Jersey ,1983.
- VILELA, S. L.; FARIA, D. S. de. Seasonality of the activity pattern of *Callithrix penicillata* (Primates, Callitrichidae) in the cerrado (scrub savanna vegetation). *Brazilian Journal of Biology*, 64 (2): 363-370, 2004.
- VIVO, M. Taxonomia de *Callithrix Erxleben, 1777* (Callitrichidae, Primates). Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, MG, 105 p., 1991.
- YAMAMOTO, M. E. From Dependence to Sexual Maturity: The Behavioural Ontogeny of Callitrichidae. In: Rylands, A.B. (Org.). *Marmosets And Tamarins: Systematics, Ecology and Behaviour*. Oxford: Oxford University Press, 235-254, 1993.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fêmeas de sagüis do cerrado (*C. penicillata*) parecem apresentar várias similaridades sociais, comportamentais e fisiológicas suas cogêneres mais estudadas, o sagüi (*C. jacchus*). Contudo, algumas características apresentadas pelas fêmeas parecem remeter à importância de se estudar o grupo como unidade e/ou as diferenças a níveis individuais. Torna-se necessário um estudo mais amplo do grupo social, incluindo machos e fêmeas, para compreender como estes se relacionam e como estas relações interferem no comportamento das fêmeas. As fêmeas reprodutoras, embora sejam as dominantes sociais por realizarem maiores taxas de agonismo, não serem contestadas e receberem maiores taxas de catação, parecem não apresentar uma primazia alimentar. Mesmo em situações de alta demanda energética, os comportamentos alimentares não foram diferentes quando comparados às situações de baixa demanda. Aparentemente, essa primazia precisa ser assegurada através de maiores taxas de agonismo, evidenciada pelas observações realizadas na plataforma de alimentação, mesmo que os níveis de cortisol não sejam diferentes entre as fêmeas. Sendo assim, são então as subordinadas mais estressadas? No contexto social do sagüi do cerrado, o suporte social parece surtir efeito assegurando que subordinadas permaneçam no grupo, para auxiliar no cuidado dos filhotes. Portanto, a reprodução cooperativa se apresenta para essa espécie, embora diferentes padrões ocorram para diferentes grupos. Em um dos grupos observados, a fêmea dominante, embora não seja contestada, talvez por ser um grupo maior, apresenta maiores taxas agonísticas. Em outro grupo, entretanto, que possui um número menor de indivíduos, além da fêmea não ser contestada, o grupo apresenta baixíssimos níveis de comportamento agonístico, direcionado apenas aos filhotes do grupo, como uma forma de estabelecer desde cedo a hierarquia. Respectivamente, o primeiro grupo citado apresentou duas fêmeas reproduzindo, embora o sucesso delas não tenha sido igual e o segundo, apresentou apenas uma fêmea reprodutora. Modelos reprodutivos, como o de Dominância Incompleta, sugerem que uma segunda fêmea deixa de reproduzir não por interferência da fêmea dominante, mas por ausência de um macho não aparentado. Para comprovar este modelo, visto que os grupos estudados apresentam características sociais e reprodutivas tão diferenciadas, é necessário um estudo genético dos indivíduos dentro de cada um dos grupos e entre grupos próximos, para

verificar o grau de parentesco destes animais. Embora estes animais sejam exudato obrigatórios, o uso da goma apresenta um padrão cíclico de uso, onde o consumo é maior na estação úmida. Assim, a fêmea reprodutora e socialmente dominante parece ter um custo social e reprodutivo ainda maior, quando comparada às outras fêmeas do grupo. Sendo assim, qual o valor da dominância? Provavelmente fêmeas subordinadas tenham motivos de sobra para evitar a reprodução (por exemplo: evita os comportamentos agonísticos e tem maior aceitação pelos membros do grupo, evita um custo ainda maior da reprodução e a possibilidade de ser expulsa do grupo). Desta forma, a inibição reprodutiva de fêmeas subordinadas de sagüis pode ser, muitas vezes, não ser uma imposição de sua dominante, mas sim uma auto-restrição, e esta situação parece ser adaptativa para ambas. Dados clínicos como o peso, hemograma e parasitologia podem revelar o real custo da reprodução para a fêmea dominante e reprodutora.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)