

Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Departamento de Biologia Animal

NADJA ROMERA SÜFFERT

**Balanço entre escarificar e obter exsudações em
Callithrix penicillata (Primates: Callitrichidae): uma
extensão do cuidado parental?**

Brasília, 2008

NADJA ROMERA SÜFFERT

Balço entre escarificar e obter exsudações em *Callithrix penicillata* (Primates: Callitrichidae): uma extensão do cuidado parental?

Dissertação apresentada ao Departamento de Biologia Animal da Universidade de Brasília, como requisito à obtenção do grau de Mestre em Biologia Animal.

Orientador: Vanner Boere

Brasília, 2008

NADJA ROMERA SÜFFERT

Dissertação aprovada junto ao Programa de Pós Graduação em Biologia Animal da Universidade de Brasília como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biologia Animal.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Vanner Boere Souza

Orientador - IB/CFS

Prof^a. Dr^a. Wânia Cristina Souza

Membro Interno não vinculado ao Programa - IP

Prof. Dr. Paulo César Motta

Membro Interno vinculado ao Programa - IB/ZOO

Prof. Dr. Sérgio Leme da Silva

Suplente - IP

Dedico este estudo:
aos meus amorosos pais, Rubem e Zalex;
ao meu amor, Gustavo.

AGRADECIMENTOS

Todo o trabalho aqui resumido resultou de anos de esforço e estudo. Muitos me ajudaram para que esta dissertação fosse possível, e a algumas dessas pessoas preciso agradecer especialmente.

Primeiramente, por terem sido os primeiros a acreditar em mim e no meu potencial, agradeço aos meus pais, por terem compreendido desde minha infância que o meu objetivo era ajudar os animais, quando comecei as minhas observações de comportamento com a Hanny e meus 47 hamsters.

Ao Gustavo, pela ajuda com os dados, e principalmente por ser companheiro, e me dar uma família maravilhosa: Guilherme, Tauana e Bin. Aos meus irmãos e irmã, por me amarem, cunhados, cunhadas e todos os 9 sobrinhos, que me alegravam fazendo muita bagunça. À minha sogra por não ter nada de sogra. À Fatinha por ser parte da família. Um agradecimento especial ao meu irmão Sandro, que me ajudou na elaboração do “abstract”.

Aos meus amigos: Sylvio pela ajuda com o incompreensível Excel, e por sempre ser “minha melhor amiga”; Luciana, pelas horas de descontração e ajuda com meu Inglês medíocre; Juliana Gondim-, por tanto ter ouvido meus lamentos e desesperos; Juliana Caldas, por ser minha turma inteira da UnB, sempre ajudando a me situar no mundo acadêmico; Marcelle, compartilhando comigo os sufocos da entrega da dissertação.

Aos colegas de UnB, Denise e Rogério, sempre tão legais me ajudando no início do meu mestrado. À minha mentora Ita, por ser sempre o melhor exemplo e inspiração para seguir, além de tão boa amiga, que me ajudou em vários momentos da elaboração de meu estudo. A todos que ajudaram na coleta dos dados: Denise, Ita, Gabriel, Kamila, Fernanda, Maíra, Maria Isabel, Samuel, Mariana, Sophia, Wellington e Sâmara, ajudando também com as conversas divertidas em momentos de desespero.

Aos professores da UnB, principalmente Andréa, Dulce e Valdir, que fizeram meu amor pela natureza se tornar conhecimento. Ao meu orientador Vanner, por aceitar a orientação de meu mestrado e conduzir seu desenvolvimento, com sabedoria, apoio e paciência. Aos professores Wânia e Paulo, pelas valiosas sugestões na banca examinadora.

À direção e funcionários do Jardim Botânico, que permitiram meu trabalho, e aos CNPq e CAPES pelas bolsas concedidas.

RESUMO

O *Callithrix penicillata* alimenta-se principalmente de exsudados vegetais, sendo que cada grupo pode escolher uma árvore preferencial de retirada desses compostos. Tal tipo de dieta demanda um custo energético com as escarificações, que devem ser feitas para a obtenção da goma. Associado a esse custo está o carregamento de filhotes, que é realizado cooperativamente por todos os membros do grupo. O carregamento cooperativo, o mais importante cuidado parental, é crítico para a economia energética das fêmeas reprodutoras que possuem um elevado custo na reprodução. Nesse estudo, se propôs investigar a relação entre o carregamento e o escarificar, que poderiam ser vistos como um comportamento parental direto e indireto, respectivamente. Um grupo de sagüis selvagens, que habita o Jardim Botânico de Brasília – Brasil, foi observado por 99 dias . Os dados foram obtidos pelo método de árvore focal com registro instantâneo. Para dados extras das fêmeas sobre carregamento de filhotes foi utilizado o método do animal focal. Um índice foi proposto: o de balanço de aquisição de gomas (BAG), que relaciona as frequências de gomivoria e escarificar. Proporcionalmente o comportamento de comer gomas foi o mais observado, seguido pelo escarificar. Fêmeas reprodutoras não comeram mais goma, e seu BAG não foi diferente das não-reprodutoras. Entretanto, em fases de maior demanda energética, tanto nos períodos pré-natais e peri-natais como nos de carregamento de filhotes, houve um aumento do BAG total do grupo e, especialmente da fêmea dominante em relação às demais fêmeas. Animais carregando filhotes normalmente não freqüentam a árvore de goma, e não há diferenças de BAG para animais que carregam mais assiduamente os filhotes em relação aos que não carregam. A partir desses resultados, conclui-se que o BAG está mais vinculado à hierarquia social no grupo do que ao estado reprodutivo ou ao gasto energético com o carregamento de filhotes. Por outro lado, o estado reprodutivo das fêmeas altera o BAG do grupo como um

todo. A influência da fêmea dominante, todavia, é maior do que a de fêmeas subordinadas reprodutoras. Conclui-se que a demanda energética originária do estado reprodutivo da fêmea e da presença de filhotes dependentes, altera os padrões de uso da árvore de goma. O carregar e o BAG são aumentados na fase de maior demanda energética. As fêmeas reprodutivas investem tanto quanto os demais membros do grupo no carregar. Entretanto, a inversão econômica entre escarificar e carregar é maximizada somente pela fêmea reprodutiva e dominante, em relação aos outros sagüis do grupo. Não foi possível concluir que a escarificação faz parte do cuidado parental indireto. Os dados sugerem um alto custo de reprodução para as fêmeas, que escarificam mais e comem mais gomas para aumentar a sua capacidade individual, e não por seleção de parentesco.

ABSTRACT

The *Callithrix penicillata* feeds primarily of plant exudates, and each group can choose a preferential tree for withdrawal of these compounds. This type of diet demand an energy cost with gouging which must be made to obtain the gum. Associated with this cost is the infant carrying, which is carried out cooperatively by all members of the group. The cooperative carrying, the most important parental care, is critical to the economy of breeding females that have a high cost in reproduction. This study proposes to investigate the relationship between the infant carrying and gouge, which could be seen as a direct and indirect parental behavior, respectively. A group of wild marmosets, which inhabits the Botanical Garden of Brasilia - Brazil, was observed for 99 days. The data were obtained by means of focal tree with scan sampling. For additional information about infant carrying, the method of focal animal was applied. An index was proposed: the balance of acquiring gum (BAG), which lists the frequencies of gommivory and gouging. Proportionally the behavior of eating gum was the most observed, followed by gouging. Breeding females ate no more gum, and its BAG was not different from non-breeding. Meanwhile, in periods of increased energy demand, both in pre-natal and peri-natal and in the infant carrying, was observed an increase in the group total BAG, and especially considering the dominant female in relation to other females. Animals carrying infants usually do not attend the tree gum, and there are no differences of BAG for animals that carry more frequently infants comparing with others that no carry. From these results, it appears that BAG is more linked to social hierarchy in the group than the state or the reproductive energy expenditure with the infant carrying. Moreover, reproductive state of females alters group BAG as a whole. The influence of the dominant female, however, is greater than that of subordinate breeding female. It follows that the energy demand from the state of reproductive female, and

the presence of dependent infants, change the patterns of use of tree gum. The infant carrying and BAG are increased at the stage of greater energy demand. The female reproductive invest as much as the other members of the group in charge. Meanwhile, the economic inversion between gouging and carrying is maximized only by the dominant reproductive female compared with other marmosets the group. It was impossible to conclude that the gouging is part of indirect parental care. The data suggest a high reproduction cost for females, which gouging more and eat more gum to increase their individual capacity, not by kinship selection.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - (Fotografia) O <i>Callithrix penicillata</i>	1
Figura 2 - (Fotografia) Fêmea reprodutora do grupo 2 e os quatro filhotes, de tamanhos semelhantes.....	13
Figura 3 - (Fotografia) Animal com patas traseiras marcadas.....	15
Figura 4 - (Fotografia) Árvore focal com esquema gráfico dos quadrantes.....	16
Figura 5 - (Fotografia) Carregamento de filhote realizado pelo animal 6 (macho dominante) do grupo 1.....	17
Figura 6 - (Fotografia) Animal (macho 10) escarificando.....	19
Figura 7 - (Gráfico) Frequências relativas dos comportamentos de gomivoria e escarificar para todos os animais do grupo.....	23
Figura 8 - (Gráfico) BAG - Balanço de aquisição de gomas durante as fases de alta demanda e baixa demanda.....	25
Figura 9 - (Gráfico) BAG – balanço de aquisição de gomas nas fases de dependência e independência dos filhotes.....	27
Figura 10 - (Gráfico) Comparação entre o BAG da fêmea 1 em relação às outras fêmeas juntas de um grupo de sagüis.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição e distribuição sexo-etária do grupo observado, segundo definições propostas por Yamamoto, 1993.....	12
Tabela 2 - Repertório de categorias comportamentais (baseado em Stevenson e Rylands (1988) e Canale (2003)).....	18
Tabela 3 - Frequências de todos os comportamentos encontrados ao longo do estudo na árvore de goma.....	21
Tabela 4 - Valores médios (\pm desvio padrão), valores de <i>t</i> (teste <i>t</i>) e níveis de significância (<i>p</i>) das diferenças entre cada fase de alta e baixa demanda.....	25
Tabela 5 - Valores médios (\pm desvio padrão), valores de <i>t</i> (teste <i>t</i>) e níveis de significância (<i>p</i>) das diferenças entre cada fase de dependência e independência dos filhotes.....	26
Tabela 6. Valores de média (\pm erro padrão) e níveis de significância (<i>p</i>) por um teste <i>t</i> pareado, dos comportamentos observados das fêmeas de sagüis durante a fase de dependência e independência dos filhotes.....	29
Tabela 7. Valores médios \pm desvio padrão, valores de <i>t</i> (Mann-Whitney U) e níveis de significância (<i>p</i>) das diferenças entre fêmeas reprodutoras e não reprodutoras quanto aos comportamentos de carregar, escarificar e gomivoria e o índice BAG.....	30
Tabela 8. Valores médios \pm desvio padrão, valores de <i>t</i> (teste <i>t</i>) e níveis de significância (<i>p</i>) das diferenças entre a fêmea 1 (FDM) reprodutora e dominante e as outras fêmeas quanto aos comportamentos de carregar, escarificar e gomivoria e o índice BAG.....	30
Tabela 9. Valores médios \pm desvio padrão, valores de <i>t</i> (teste <i>t</i>) e níveis de significância (<i>p</i>) das diferenças entre a fêmea 4 reprodutora e subordinada e as outras fêmeas -exceto FDM quanto aos comportamentos de carregar, escarificar e gomivoria e o índice BAG.....	32

SUMÁRIO**Introdução**

<i>Callithrix penicillata</i>	1
Dieta e Árvore de Goma.....	2
Cuidado Parental.....	4
Árvore de Goma X Cuidado Parental.....	7
Justificativas.....	8
Hipóteses.....	8

Materiais e Métodos

Área de Estudo.....	10
Grupo Estudado.....	11
Marcação.....	14
Coleta de Dados.....	15
Análise de Dados.....	18

Resultados	21
-------------------------	----

Discussão	33
------------------------	----

Referências Bibliográficas	43
---	----

INTRODUÇÃO

Callithrix penicillata (Geoffroy, 1812)

O Brasil possui 79 espécies de primatas (ROOSMALEN *et al.*, 2000), sendo que uma das sub-famílias mais significativas é a Callitrichidae, que aparece dividida em dois grupos de acordo com a morfologia dos caninos: o primeiro abrange *Leontopithecus* e *Saguinus*, e o segundo, *Callithrix* e *Cebuella* (MELLO, 1986). Apenas o gênero *Callithrix* concentra 21 espécies, divididas em 3 grupos: o grupo *C. humilis*, o *C. argentata* e o de *C. jacchus*. Esse, por sua vez, é composto por 6 espécies: *C. jacchus*, *C. penicillata*, *C. geoffroyi*, *C. aurita*, *C. flaviceps* e *C. kuhlli*, todos endêmicos do país (ROOSMALEN *et al.*, 2000).

Embora o *Callithrix jacchus* (sagüi comum) seja o mais conhecido representante desse gênero, outras espécies também vêm ganhando destaque no estudo de primatas, como é o caso do *Callithrix penicillata* (sagüi do cerrado ou mico-estrela).

Os *C. penicillata* (Figura 1) são conhecidos por possuírem a mais ampla distribuição geográfica; ocorrem em grande parte do bioma Cerrado (VIVO, 1991) e não são especialistas em habitats. Podem ser encontrados em matas de galeria, cerradões, cerrados propriamente ditos e áreas urbanas (FARIA, 1986).



Figura 1. O *Callithrix penicillata*.

O *C. penicillata* é um animal de pequeno porte, pesando entre 300 a 400 gramas (FEDIGAN, 1992). Organiza-se em famílias estendidas, com um casal dominante que reproduz e outros membros subordinados, tanto familiares como migrantes (STEVENSON e RYLANDS, 1988). Embora as fêmeas acasalem com mais de um macho, são considerados por alguns autores como grupos funcionalmente monogâmicos (DECANINI, 2004). Os grupos possuem de 2 a 13 indivíduos, ocorrendo dois nascimentos de gêmeos por ano (FEDIGAN, 1992).

Os sagüis do cerrado possuem especializações morfológicas para explorar pequenos frutos, caçar insetos e explorar exsudações de árvores em orifícios provocados pelos próprios animais (FERRARI, 1993). Possuem garras no lugar de unhas, exceto no hálux, permitindo que se posicionem verticalmente em troncos de árvores por longos períodos, para explorar orifícios de gomas (PASSAMANI, 1996). A mandíbula é em forma de “V”, projetada para frente, composta por dentes com densa camada de esmalte, incisivos superiores compridos, caninos curtos - criando uma estrutura em forma de cinzel (HERSHKOVITZ, 1977), e adaptações no trato gastrintestinal para digestão da goma (CATON *et al*, 1996).

Dieta e árvore de goma

A dieta do sagüi consiste basicamente em frutas, flores, exsudados de plantas, néctar, insetos, aranhas, lagartos, cobras e rãs (RYLANDS e FARIA, 1993). No entanto, a frequência de uso desses alimentos varia com os diferentes habitats e com mudanças sazonais, sendo que o consumo de exsudações arbóreas pode compor até 80% da sua dieta (MIRANDA, 1997). Estudos com *C. aurita* demonstraram que o consumo de gomas é também sazonal, sendo inversamente proporcional ao consumo de frutos (MARTINS e SETZ, 2000). Por isso, são considerados por alguns autores como exsudatívoros-insetívoros (RYLANDS e FARIA, 1993).

Os exsudados - no caso, a goma - são ricos tanto em proteínas (PASSAMANI e RYLANDS, 2000) como em carboidratos complexos, de difícil digestão (CATON, 1996). Mesmo assim, a goma é essencial como um recurso alimentar para a sobrevivência dos sagüis, servindo como fonte de energia quase exclusiva na estação seca, quando a disponibilidade de frutos normalmente é menor (COIMBRA FILHO e MITTEMEIER, 1977; DE PAULA *et al.*, 1997). Embora sejam de difícil digestão, os animais apresentam alterações fisiológicas que permitem a ingestão de goma, tornando-os mais hábeis nesse processo fisiológico quando comparado ao gênero *Saguinus* (POWER e OFTEDAL, 1996). Por esses motivos, considera-se que membros do gênero *Callithrix* são exploradores de goma obrigatórios (HARRISSON e TARDIFF, 1994). Esses exsudados são retirados das árvores por meio de furos feitos nos troncos pelos próprios animais, que usam sua dentição inferior para perfurá-los. O uso de gomas é diário, mesmo em épocas de abundância de outros alimentos. Devido à riqueza de cálcio da goma e à necessidade de um grande aporte desse mineral, há evidências de que a goma não serviria apenas como fonte de energia, mas teria um papel fundamental no balanço cálcio-fósforo de sagüis (STEVENSON e RYLANDS, 1988; PASSAMANI, 1996), principalmente em fêmeas reprodutoras que possuem uma deficiência de cálcio (POWER *et al.*, 1999).

A gomivoria está relacionada a uma série de outros comportamentos, como o escarificar e o marcar. Por sua vez, o comportamento de escarificação freqüentemente vem acompanhado do comportamento de marcação de cheiro, realizado normalmente pelo contato das glândulas circungenitais, interpretado como uma forma de interação social e comunicação (STEVENSON e RYLANDS, 1988). Suspeita-se que a marcação de cheiro pode servir também como marcação de território (LACHER *et al.*, 1981). Entretanto, Santee e Faria (1985) acreditam que a marcação de cheiro na árvore de goma possui função de marcação dos orifícios, e está ligada à alimentação.

O *C. jacchus* é relativamente bem estudado, mas há escassez de informações básicas sobre a ecologia e o comportamento do *C. penicillata*. Por exemplo, Faria (1986) e Miranda (1997) concordam que o consumo de frutos pelo *C. penicillata* aumenta na estação chuvosa, mas discordam em relação ao aumento do consumo de goma na estação seca.

Além disso, é desconhecida a hierarquia dos sagüis na exploração da goma na árvore. É possível que animais que chegam primeiro à árvore comam mais goma do que seus sucessores, e que os últimos animais escarifiquem mais do que se alimentem. Assim, os últimos animais têm um maior gasto energético com as escarificações, mas a goma gerada neste trabalho é consumida em grande proporção pelos primeiros animais que chegam à árvore.

Cuidado parental

Uma das características mais marcantes e bem estudadas no gênero *Callithrix* é o cuidado parental. O ciclo reprodutivo das fêmeas é limitado por pressões sociais e energéticas. Geralmente há somente uma fêmea reprodutora em cada grupo, mesmo que existam outras fêmeas adultas com capacidade plena para reproduzir (TARDIFF *et al.*, 1993). As outras fêmeas são socialmente subordinadas à fêmea reprodutora, auxiliando no cuidado dos filhotes dessa (TARDIFF *et al.*, 1993). O adiamento da reprodução nas fêmeas subordinadas ocorre devido à inibição por feromônios e ação comportamental (agressão) pela fêmea dominante (TARDIFF *et al.*, 1993). Ademais, o macho reprodutor e outros machos subordinados também participam do cuidado parental principalmente através do carregamento dos filhotes (SCHRADIN e ANZENBERGER, 2001).

A participação do pai e da mãe no cuidado parental, assim como dos outros membros do grupo, está sujeita a variações. Um estudo com *Leontopithecus rosalia rosalia* (HOAGE, 1977) demonstrou que a idade dos filhotes altera o cuidado parental dos pais, sendo que mães

se empenham mais nas primeiras semanas, mas os pais tornam-se mais participativos do que as mães após a quarta semana. Influências da idade dos filhotes na contribuição com carregamento de filhotes também foram encontradas em *Saguinus mystax* (HEYMANN, 1990). Estudo com *L. rosalia* (HOAGE, 1977) mostrou que a participação de ajudantes pode ser influenciada pelo sexo dos filhotes, pois os adultos tendem a ter um maior cuidado com indivíduos de seu sexo. Ademais, o *Saguinus oedipus* tem a participação dos progenitores afetada pela quantidade de ajudantes (membros adultos não reprodutores) do grupo, sendo que quanto maior o grupo, menor a participação dos pais no cuidado dos filhotes (TARDIFF *et al.*, 1990). Entretanto, para esta espécie não foi encontrada influência do sexo dos filhotes nessa participação (CLEVELAND e SNOWDON, 1984). Animais de cativeiro também possuem diferenças quanto ao comportamento de carregar relacionado com animais selvagens, sendo que em cativeiro as mães tendem a carregar menos seus filhotes (YAMAMOTO *et al.*, 1996). Rothe (1975) demonstrou que em *Callithrix jacchus*, em cativeiro, o pai e outros indivíduos do grupo não carregam filhotes fracos que demonstram alguma deficiência, podendo inclusive comer esses animais.

O cuidado parental possui custo elevado tanto para a mãe quanto para outros ajudantes. A mãe tem um gasto energético muito grande, principalmente devido à lactação (LOPES, 1997), enquanto os outros ajudantes despendem grande energia devido ao carregamento de filhotes, inclusive com perda da capacidade de locomoção, dificultando o forrageamento e tornando-os presas mais fáceis (PRICE, 1990). Segundo Waal-Scheffler e colaboradores (2007), o carregamento em humanos - bípedes - pode ter potencialmente maior gasto energético, inclusive, que a lactação.

A fêmea subordinada parece ter vantagens em ocupar essa posição hierárquica e ajudar a cuidar de filhotes que não são seus. Acredita-se que a relação entre a dominante e as subordinadas é mediada por algum grau de parentesco (irmã ou filha), o que seria explicado

pela seleção por parentesco, aumentando a aptidão inclusiva (*inclusive fitness*) da subordinada (TARDIFF *et al.*, 1993). Além disso, a falta de territórios e de grupos disponíveis é um fator extremamente limitante para a migração dessas fêmeas subordinadas para outros grupos. Por isso, acredita-se que, mesmo que não haja um grau de parentesco entre a dominante e a subordinada, é vantajoso para esta permanecer no grupo cuidando de filhotes que não são seus, aguardando uma oportunidade de migrar ou substituir a dominante em caso de vacância no posto reprodutivo (TARDIFF *et al.*, 1993).

O cuidado parental realizado por machos de qualquer idade tem outros aspectos. Os machos carregam os filhotes a maior parte do tempo, desde os primeiros dias após o nascimento até 2 a 3 meses de idade. Os machos são importantes integradores sociais, brincando e estimulando os filhotes ao contato com fontes alimentares (YAMAMOTO, 1993). A ocultação do estro e a incerteza da paternidade são justificativas evolutivas para a modulação do comportamento parental dos machos. Isto é, os machos cuidariam de filhotes que podem ser seus, caracterizando claramente uma seleção sexual darwiniana (YAMAMOTO, 1993). Por outro lado, é comum que os machos reprodutores em um grupo social sejam aparentados (irmãos ou pai e filho). Portanto, nesse caso, mesmo que os filhotes não sejam seus, os machos obtêm vantagens biológicas ao estarem investindo em genes potencialmente comuns (TARDIFF *et al.*, 1993). Além disso, Price (1990) propôs que o carregamento de filhotes por machos poderia ser uma estratégia de cômputo, sendo que fêmeas teriam preferência em acasalar com machos carregadores. Entretanto, Tardiff e Bales (1997), em estudos em cativeiro, não comprovaram essa hipótese.

O cuidado parental pode se apresentar através de comportamentos diretos ou indiretos (KLEIMAN e MALCOLM, 1981). No caso dos machos o cuidado direto estaria representado pelo carregar dos filhotes e pela socialização. Para as fêmeas subordinadas estaria ligado quase exclusivamente ao carregar. O cuidado indireto é representado por comportamentos

mais difíceis de distinguir. Por exemplo, vigilância contra predadores (animal sentinela), defesa de território e obtenção de alimentos (KLEIMAN e MALCOLM, 1981). Quanto a esse último item, é interessante observar que a obtenção de gomas nas árvores foi considerada como um tipo de cuidado parental indireto, pois essa depende de escarificações, marcação, memória e habilidade em retirar quantidades adequadas de gomas para a nutrição. Esse processo tem uma demanda energética e é arriscado.

Árvore de goma vs. cuidado parental

O ato de escarificar demanda um tempo importante e dispêndio de energia, pela ação vigorosa de manter-se agarrado ao tronco e utilizar a mandíbula inferior para perfurar a casca da árvore. O risco é representado pela exposição prolongada a predadores (especialmente aves de rapina) na posição de escarificação e ingestão de gomas (CANALE, 2003).

Em um estudo piloto, observou-se que na maior parte das vezes a fêmea reprodutiva ou o macho reprodutivo chegam primeiro na árvore de goma preferencial, ao amanhecer, como primeira atividade de forrageio. O casal reprodutor é o primeiro a deixar a árvore, enquanto os outros indivíduos ainda permanecem (duas a três vezes mais tempo), explorando orifícios com gomas e, principalmente, realizando novas perfurações.

Essas observações preliminares consubstanciaram a base para construir a hipótese de que o escarificar e a exploração de gomas estariam ligados à subordinação e a um tipo de cuidado parental indireto em grupos selvagens de sagüis do cerrado. A primazia da chegada e da exploração da árvore de goma é produto do sistema hierárquico pré-estabelecido. A escarificação realizada pelos animais subordinados poderia trazer benefícios para os pares reprodutores e para os filhotes que são continuamente carregados. Nesse último caso, o carregador, esteja ele em que posição hierárquica estiver, obtém vantagens ao explorar a árvore de goma, fazendo mais gomivoria do que escarificações.

Justificativas

Grande parte da biologia do sagüi continua desconhecida. Aspectos sobre a dieta e padrões de uso do espaço, especialmente relacionados às árvores com exsudações, permitiriam um melhor entendimento da relação desse pequeno antropóide com seu meio. Esse tipo de informação ajudaria também na melhoria das condições de vida de animais cativos, tanto utilizados em experiências biomédicas quanto em zoológicos e cativeiros com teor conservacionista.

Nesse contexto, o trabalho teve por objetivo verificar o balanço entre o escarificar e o consumir gomas em sagüis do cerrado, comparando animais de diversas categorias etário-sexuais e posições hierárquicas diferentes. Com essas observações, esperou-se ainda verificar se existem animais que facilitam a exploração de gomas por outros e se esta facilitação está ligada somente à posição hierárquica ou é interferida pelo cuidado parental.

Hipóteses

Foram hipóteses deste trabalho:

1. O balanço entre consumir gomas e escarificar é positivo e maior para animais reprodutores. Essa gera as seguintes predições:
 - a. Os animais reprodutores comem mais goma do que escarificam;
 - b. Os valores do balanço entre escarificar e gomivoria são maiores para reprodutores do que para não reprodutores;
2. Em fases de maior demanda energética os animais têm o balanço entre comer gomas e escarificar aumentado. O que pode ser observado por:
 - a. Os animais nas fases pré-natais e peri-natais (alta demanda) têm o balanço entre comer gomas e escarificar aumentado;

- b. Os animais na fase de dependência dos filhotes (alta demanda) têm o balanço entre comer gomas e escarificar aumentado.
3. Adultos que se aproximam carregando filhotes ou que carregam filhotes com maior frequência são privilegiados pelo grupo e conseguem consumir mais gomas do que escarificar, em relação à condição sem carregar filhotes. Essa hipótese pode ser comprovada pelas seguintes predições:
- a. Os valores do balanço entre escarificar e gomivoria são maiores para quem carrega filhotes quando comparado com quem não carrega;
 - b. Mesmo fora da árvore, animais que carregam com maior frequência os filhotes conseguem consumir mais goma do que escarificar, em relação àqueles com menor frequência no carregamento de filhotes.

METODOLOGIA

Área de estudo

O estudo foi realizado no Jardim Botânico de Brasília - JBB (S 15° 51' 42'' W 47° 49' 41''), em uma região de mata mesofítica próxima à entrada principal. A região apresenta duas estações bem definidas: uma seca - maio a setembro - e uma chuvosa - outubro a abril. As observações ocorreram duas vezes por semana, sendo que em um dos dias, a observação era na árvore focal e no outro, o grupo era acompanhado em sua trajetória na área de uso.

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 (SILVA, 2008).

As observações foram facilitadas tanto pela habituação desses animais à presença humana quanto pela presença de estradas de terra e de asfalto no território dos animais. Entretanto, os animais sempre se mostraram bastante ariscos quanto à aproximação de pessoas não pertencentes ao projeto. Quanto às estradas encontradas no território, os sagüis demonstram total habituação a elas. Essa inferência é baseada em observações pessoais, já que os animais, próximos às estradas e ao atravessá-las, aumentavam a vigilância do grupo. Ademais, nunca foi encontrado nenhum animal atropelado.

Os registros na árvore focal ocorreram entre 6 h e 18 h, de abril de 2006 a novembro de 2007. Foram realizados 60 dias de observação, perfazendo um total de 720 horas. Já o acompanhamento na área de uso dos animais foi efetuado em 39 dias, totalizando cerca de 460 horas.

Grupo estudado

O grupo descrito neste estudo, denominado Grupo 1, já vinha sendo estudado desde 2002 (DECANINI, 2006; SILVA, 2008), e já estava habituado à presença humana. Os animais do grupo demonstravam não se importar com a presença dos observadores, não fugindo quando eram encontrados. Além disso, os sagüis desse grupo, diferentemente dos animais de outros grupos presentes no local, não realizavam vocalizações agonísticas em direção às pessoas participantes do estudo. Pelo contrário, os animais respondiam ao chamado - assobios que imitavam suas vocalizações - dos observadores, tanto se aproximando do local onde esses se encontravam quanto vocalizando em seguida.

O grupo era composto pelo casal dominante, adultos subordinados, juvenis e filhotes (Tabela 1). O grupo foi composto por 15 a 19 indivíduos. Provavelmente devido ao longo período de estudo do grupo, variações na composição do grupo ocorreram, incluindo a emigração de uma fêmea subordinada, que emigrou para um grupo vizinho não estudado, tornando-se a fêmea dominante e reprodutora. Da mesma forma, uma fêmea bastante jovem e ainda não marcada, não foi mais encontrada em abril de 2007, não sendo possível inferir se ela emigrou para um outro grupo ou se foi predada. Foi verificado apenas um óbito de indivíduo adulto. Esse animal começou a apresentar ferimentos nas patas e um grande inchaço na boca. Após algumas semanas, o animal não conseguia mais acompanhar o grupo, nem se alimentar naturalmente. Vigilantes do parque começaram a alimentá-lo com bananas. Durante o curso insidioso e crônico da doença, o macho não mais acompanhava o grupo na jornada diária. Em pouco tempo não conseguia mais comer e foi capturado para análises, pois se suspeitava de uma doença crônica infecto-contagiosa, que pudesse estar acometendo-o. A suspeita foi afastada, pois no exame histopatológico detectou-se uma grave lesão orofacial com um carcinoma de células basais; o tumor tinha aspecto invasivo e com várias metástases. O animal descrito foi sacrificado.

Tabela 1. Composição e distribuição sexo-etária do grupo observado, segundo definições propostas por Yamamoto, 1993.

<i>Categoria etária</i>	<i>Gênero</i>	<i>Número de animais</i>
Adultos	Machos	4 - 6
	Fêmeas	3 - 4
Jovens	Machos	2 - 4
	Fêmeas	0 - 1
Filhotes		2 - 4
Total		15 - 19

Quanto ao nascimento de filhotes, foi possível perceber o abdômen aumentado da fêmea dominante nos períodos de fevereiro e outubro de 2006 e fevereiro de 2007, com partos de gêmeos nos períodos de março de 2006 e março de 2007. Apesar de esperado um nascimento em novembro de 2006, não foi observado nenhum filhote na época, de forma que não foi possível avaliar o que realmente ocorreu com a cria, que pode ter nascido morta, ou não. O mais provável é que a fêmea tenha abortado devido à estiagem e à falta de recursos, pois a gestação correspondeu ao período de seca. No entanto, uma fêmea subordinada (Fêmea 4) também apresentou abdômen aumentado nesse período de seca (novembro), culminando com o nascimento de gêmeos em dezembro de 2006.

Embora um segundo grupo, denominado grupo 2, tenha sido observado em sua área de uso, não houve registros em uma árvore focal. Esse grupo nunca tinha sido estudado anteriormente. Devido a isso, foi necessário um período de adaptação dos animais à presença humana (janeiro-março de 2007), e seu estudo piloto só pôde ocorrer a partir de abril de 2007. Após essa adaptação, os estudos visaram o encontro da árvore de goma focal - uma árvore com maior frequência de visitas - e marcação dos animais. Entretanto, talvez pelo período em que se iniciaram os estudos (estação seca), não foi possível inferir uma árvore focal, pois as escarificações eram realizadas com frequências similares em várias árvores. Isso

impossibilitou a utilização do grupo 2 no estudo, e, portanto, apenas o grupo 1 pôde ser analisado. O grupo 2 foi composto por 11 a 14 indivíduos e não variou quanto aos seus componentes, exceto pelo nascimento de filhotes. No grupo 2, devido ao menor período de observação, somente uma prenhez da fêmea dominante foi observada, gerando o nascimento de gêmeos em junho de 2007. Entretanto, no início das observações, em janeiro de 2007, 4 filhotes de aproximadamente 2 meses já faziam parte do grupo (Figura 2), indicando que duas fêmeas pariram sincronicamente ou que a fêmea reprodutora gestou quatro filhotes. Os grupos estudados eram vizinhos, existindo sobreposição dos dois territórios e ocorrendo encontros entre os grupos.



Figura 2. Fêmea reprodutora do grupo 2 e os quatro filhotes, de tamanhos semelhantes.

Marcação

Nas primeiras semanas, os animais foram capturados para coleta de dados de peso e biometria e para marcação. Após esse período, quando animais eram avistados sem marcação, ou com marcações fracas, novas capturas eram realizadas com esse propósito. O aparato de captura foi uma armadilha com múltiplas entradas, sendo que os animais eram atraídos para dentro dessa pelo oferecimento de ceva alimentar. Para pesagem, os sagüis capturados eram anestesiados com cloridrato de quetamina (10 mg/kg, intramuscular). Como o anestésico tinha uma duração de cerca de meia hora, os animais eram mantidos na armadilha até recuperação completa, só então sendo liberados próximo ao grupo. Quando o propósito era apenas a marcação, não se utilizou anestésico, sendo que um observador segurava o animal com luvas de couro, enquanto um segundo observador o marcava.

O corante utilizado foi o ácido pícrico, que deixa o pêlo dos animais amarelados, de coloração semelhante à cor da pelagem inferior própria dos sagüis, abaixo da pelagem cinzenta. Isso fez com que os animais marcados não aparentassem uma marcação óbvia para visitantes do Jardim Botânico e provavelmente não afetou a visibilidade dos sagüis por predadores (Figura 3). Animais que possuíam características bem distintas e definidas não necessitaram de marcação, como foi o caso da fêmea 1 do Grupo 1, que era bem mais magra e possuía apenas um canino, que saía da boca, e da fêmea 4 do mesmo grupo, que não possuía a parte final da cauda.



Figura 3. Animal com patas traseiras marcadas.

Coleta de Dados

Foi utilizado o método da árvore focal (LAZARO-PEREA *et al*, 1997), com registro instantâneo dos comportamentos (MARTIN e BATESON, 1986) de dois minutos (segundo CANALE, 2003). A árvore focal já havia sido estabelecida em estudos anteriores (SILVA, 2008) devido à frequência de uso pelo grupo.

Os dados foram registrados da seguinte forma: no momento da chegada do primeiro indivíduo do grupo foram anotados em planilha a hora da chegada, a identificação do animal (sigla) e se este carregava algum filhote. Após a chegada do segundo animal, também identificado, iniciou-se o registro dos comportamentos utilizando o método “scan” (MARTIN e BATESON, 1986). Esse método visa a anotação dos comportamentos em um único momento, ou seja, cada animal foi observado tanto quanto ao comportamento quanto ao quadrante, dentre os quatorze quadrantes pré-estabelecidos graficamente numa foto da árvore (Figura 4). Esse procedimento durava dois minutos, e nesse período era possível observar

todos os indivíduos que estavam na árvore. Após intervalo de oito minutos, se ainda houvesse animais na árvore, iniciava-se um novo registro instantâneo dos comportamentos dos indivíduos do grupo presentes nela, novamente com duração de dois minutos. Esse procedimento seguia enquanto ainda permanecessem animais na árvore. Quando o último animal deixava a árvore, eram anotadas a hora e a identificação do mesmo.

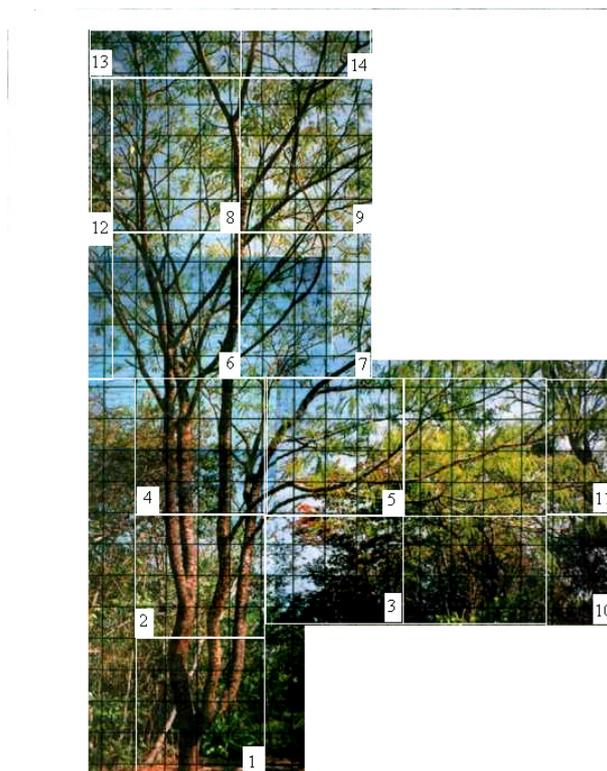


Figura 4. Árvore focal (*Anadenanthera macrocarpa*) com esquema gráfico dos quadrantes.

Como descrito anteriormente, o grupo 1 foi observado uma vez por semana na árvore de goma e uma vez por semana para observações adicionais de carregamento de filhotes. Para as fêmeas, entre as quais as reprodutoras, que despendem mais energia com o cuidado parental (LOPES, 1997), foi empregado o método de “animal focal” (ALTMANN, 1974). Contudo, apesar de vários outros comportamentos terem sido obtidos, apenas o comportamento de carregar filhotes foi considerado.

Sendo assim, quando a primeira fêmea era encontrada, observava-se seu comportamento por um período de dez minutos. Após esse tempo, havia um intervalo mínimo de mais dez minutos e então se iniciava a observação de outra fêmea, por outros dez minutos. A ordem de observação das fêmeas era mantida até o término do dia. Caso alguma fêmea não fosse encontrada num prazo de trinta minutos depois do término da última observação, o ciclo de observações era reiniciado, começando pela primeira fêmea que havia sido encontrada no dia. Essa análise ocorria uma vez por semana, desde o momento em que a primeira fêmea era vista até quando os animais já estavam reclusos na árvore que iria ser utilizada para o descanso durante a noite.

Durante essas observações, comportamentos do carregamento de machos eram anotados *ad libitum* (ALTMANN, 1974), ou seja, quando algum macho era visto carregando algum filhote (Figura 5), esse dado era registrado com a identidade do animal, a quantidade de filhotes sendo carregados e a hora da ocorrência da observação do carregamento.

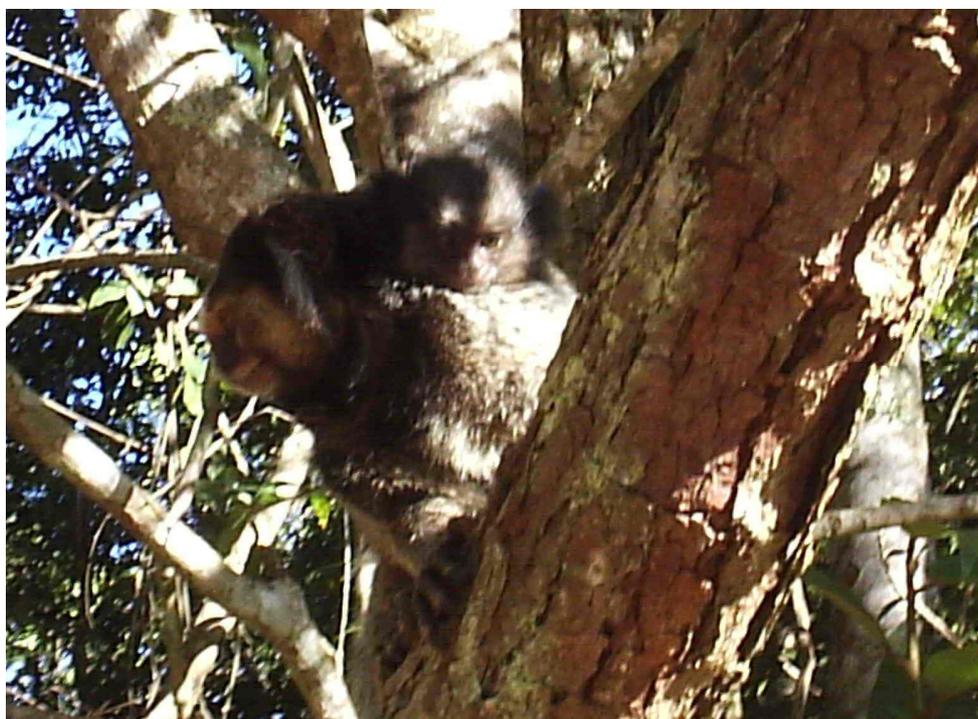


Figura 5. Carregamento de filhote realizado pelo animal 6 (macho dominante) do grupo 1.

Análise de Dados

As categorias comportamentais observadas foram agrupadas em conjuntos (Tabela 2).

Tabela 2. Repertório de categorias comportamentais (baseado em Stevenson e Rylands (1988) e Canale (2003)).

<i>Categoria</i>	<i>Comportamento</i>	<i>Descrição</i>
Comportamento Alimentar	Forragear	Procurar alimento, mantendo o olhar fixo neste, e/ou manipular substrato
	Comer	Levar à boca e mastigar: presas animais, frutos ou outras partes vegetais (exceto goma)
	Gomivoria	Levar à boca e mastigar exsudado vegetal
	Escarificar	Roer a casca da árvore. Membros superiores afastados e cabeça com inclinação de 45° aproximadamente (Figura 6)
Comportamento Social	Marcar	Friccionar a região genital no substrato
	Agonismo	Todos os tipos de agressão: vocalizações agressivas (tsik-tsik), mostrar as genitálias, movimentar o corpo pendularmente, arquear o corpo e morder
	Autocatação	Catar o próprio pêlo
	Alocatação	Catar o pêlo de outro indivíduo
	Carregar	Levar filhote ou juvenil no dorso
	Amamentar	Alimentar filhote com leite materno
Outros Comportamentos	Brincar	Lutas fora do contexto de agonismo, esconde-esconde, pique-pega
	Locomover	Estar se movendo para outro local
	Descansar	Estar parado, com membros relaxados sobre tronco e/ou corpo estendido sobre tronco e/ou cauda enrolada podendo ou não estar abaixo do corpo
	Parado	Não estar em movimento
	Coçar	Esfregar membro freneticamente contra o pêlo



Figura 6. Animal (macho 10) escarificando.

Três comportamentos (comer goma, escarificar e carregar) e um índice (balanço entre comer gomas e escarificar, denominado como balanço de aquisição de gomas ou BAG) foram utilizados nesse estudo para testar as hipóteses. Para cada animal, o cálculo foi realizado a partir das frequências médias dos comportamentos por dia e por período.

O balanço de aquisição de gomas refere-se à relação entre comer gomas e escarificar, tendo em vista que o comer gomas é considerado positivo, pois culmina com a obtenção de energia, enquanto o escarificar é negativo, pois acarreta gasto de energia. Desta forma, o BAG é obtido ao subtrair da frequência média diária de gomivoria a frequência média diária do escarificar (gom – esc).

Os dados foram agrupados em dois momentos, segundo a idade dos filhotes: um quando o grupo possuía filhotes em idade de serem carregados e outro quando os filhotes já estavam crescidos e não eram mais carregados. Dados desse último serviram para verificar a hierarquia alimentar na árvore de goma na ausência de carregamento de filhotes, ou seja, não

tendo interferências desse comportamento. Isso serviu como base para comparação dos dados com carregamento de filhotes a fim de verificar se houve mudança no balanço entre gomivoria e escarificação, ou seja, se o comportamento de carregar filhotes induz algum tipo de privilégio para esses animais.

Para avaliar os dados individuais dos animais, fez-se necessária uma relação com o período em que esses permaneceram no grupo, visto que ocorreram variações na composição do mesmo ao longo do estudo. Assim, animais que estiveram no grupo menos da metade do período de estudo, o que equivale a oito meses de observações, foram desconsiderados dessa análise. Isso teve que ser feito já que não havia dados suficientes desses animais para períodos de seca/chuva e alta/baixa demanda, que podem provocar alterações no comportamento (COIMBRA FILHO e MITTEMEIER, 1977; MIRANDA, 1997; POWER *et al*, 1999).

Para a análise das diferenças utilizou-se uma abordagem paramétrica, já que pela construção de gráficos de plotagem Q-Q a inclinação da reta está dentro da normalidade e os pontos das médias estão muito próximos ou sobre a reta (figuras não mostradas). Isso indica que, além das medidas serem escalares, a distribuição dos dados e variância permite que se façam testes paramétricos. Em situações onde a distribuição normal dos dados não foi observada, uma abordagem não paramétrica foi utilizada. Os dados foram analisados no programa SPSS 15.0 para Windows.

RESULTADOS

A primeira abordagem, com aspectos descritivos, visa avaliar como os comportamentos estão distribuídos entre os vários membros do grupo de sagüis. Para isso, as freqüências observadas ao longo do estudo foram agrupadas para cada comportamento. A seguir esses valores foram transformados em percentagens do total de freqüências de todos os comportamentos. Na Tabela 3 pode-se observar os valores percentuais em detalhe. É possível observar que alguns comportamentos foram mais freqüentes do que outros. Como o contexto da árvore de goma é eminentemente alimentar, não poderia ser diferente que o comportamento mais destacado fosse o de gomivoria, seguido por outros comportamentos relacionados ao mesmo.

Tabela 3. Freqüências de todos os comportamentos encontrados ao longo do estudo na árvore de goma.

Comportamento	Freqüência Absoluta	Freqüência Relativa
Gomivoria	321	41,63%
Escarificar	106	13,75%
Parar	101	13,10%
Escarificar/Marcar	88	11,41%
Locomover	60	7,78%
Agonismo	35	4,54%
Marcar	18	2,33%
Descansar	16	2,08%
Coçar	8	1,04%
Vocalizar	8	1,04%
Comer	3	0,39%
Escarificar/Gomivoria	2	0,26%
Gomivoria/Marcar	2	0,26%
Autocatação	1	0,13%
Forragear	1	0,13%
Vigília	1	0,13%
Total	771	100,00%

Para testar a pergunta primordial desse estudo, deve-se considerar o comportamento de comer gomas e o escarificar. O escarificar/marcar não está fortemente vinculado a comer gomas, podendo estar contextualizado como um comportamento de comunicação e reafirmação de hierarquia em grupos de sagüis (LAZARO-PEREA *et al.*, 1997), por isso não foi agrupado com o “escarificar” somente. A gomivoria foi predominante na árvore de goma, preenchendo 41,63% das atividades. O segundo comportamento mais observado foi o “escarificar” com 13,75%, muito próximo ao comportamento de “parado”, expresso em 13,10% do total. A seguir o comportamento “escarificar/marcar” representou 11,41%. Três comportamentos menos observados foram: “locomover” (7,78%), “outros” (7,65%) e “agonismo” (4,54%), sendo que esse último sugere um alto nível de tensão dentro do grupo durante a exploração da árvore de goma.

Verificou-se o quanto os indivíduos realizavam gomivoria e o quanto escarificavam. Do total de comer gomas, grande parte (34,34%) foi realizada por dois indivíduos: pela fêmea 1, reprodutora e provavelmente a dominante no grupo e pelo macho 7, um adulto subordinado. Em seguida, um grupo consumiu entre 13,87% e 10,12% e foi formado pelos machos 6, 9 e 10 (o subordinado que teve câncer bucal). Por último, um grupo de cinco sagüis, dentre machos e fêmeas (fêmeas 2 e 4; machos 8, 12 e 13), comeu gomas entre 6,62% e 5,58%, sendo considerados baixos consumidores de gomas (Figura 7).

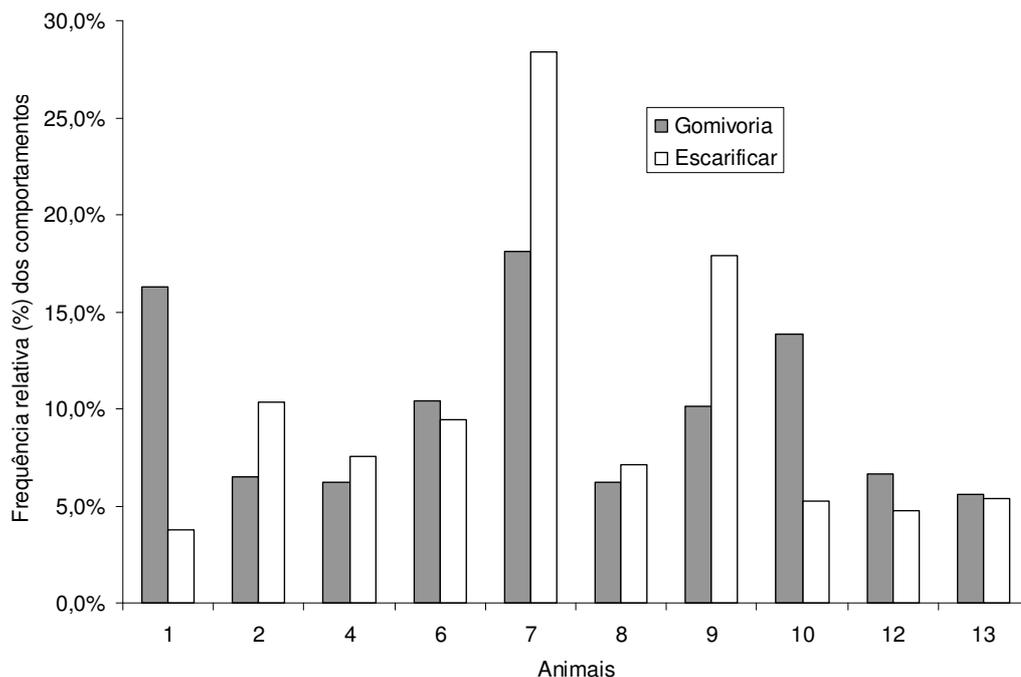


Figura 7. Frequências relativas dos comportamentos de gomivoria e escarificar para todos os animais do grupo, fêmeas (1 - 4) e machos (6 - 13).

Quanto ao escarificar (Figura 7), o quadro é um pouco menos claro, porém pode-se observar também uma distribuição das percentagens em três agrupamentos. Um animal se destaca como grande escarificador: o macho subordinado 7 (28,4%). A seguir, o animal 9, também um macho adulto subordinado (17,9%). Depois desses dois maiores escarificadores, os demais animais do grupo escarificaram percentuais semelhantes, variando de 10,4%, da fêmea 2, subordinada e não reprodutora, até 3,8% da fêmea 1, reprodutora e dominante.

Os resultados aqui demonstrados não necessitam de uma análise inferencial, sendo a descrição suficiente para que se possa observar como, de forma clara pela figura, os comportamentos de comer goma e escarificar estão distribuídos entre os sagüis do grupo estudado.

Para verificar se animais reprodutores comem mais goma do que escarificam, analisamos as frequências relativas para os comportamentos de escarificar e gomivoria das

duas fêmeas reprodutoras (fêmeas 1 e 4). Nenhuma diferença significativa foi observada (Wilcoxon, $Z = -1,32$, $p = 0,18$).

Quando foram comparados os valores de BAG para reprodutores e não reprodutores, nenhuma diferença significativa foi encontrada (Mann-Whitney U, $Z = -0,26$; $n_1 = 2$; $n_2 = 8$; $p = 0,79$).

A segunda hipótese foi de que nas fases de maior demanda energética (fases pré-natais, peri-natais e fase de dependência dos filhotes) os animais tem o BAG aumentado. Considerando a demanda energética e comportamental, duas abordagens temporais foram realizadas. A primeira abordagem considerou a fase de alta demanda como a época imediatamente antes (30 dias) e logo após o nascimento dos filhotes (60 dias) e visou verificar alterações na frequência dos comportamentos de escarificar e comer gomas e nos índices de BAG, comparando cada uma das fases. Foram 3 fases de alta demanda e 3 fases de baixa demanda.

A segunda abordagem compreendeu somente o período após o nascimento, 90 dias de dependência dos filhotes, que foi chamado de fase de dependência dos filhotes, já que nos três primeiros meses os filhotes ainda são carregados e amamentados. Em duas análises relacionadas somente ao sexo dos adultos (ver mais adiante), incluiu-se o carregar, além dos comportamentos escarificar e comer gomas, e do índice BAG.

Na primeira abordagem temporal (Tabela 4 e Figura 8), verificou-se que nas fases de maior demanda (fase 1, 3 e 5) o índice de BAG foi maior em relação às fases de menor demanda (fases 2, 4 e 6), mas as diferenças estatísticas somente se verificaram da fase 1 para a fase 2, 4 e 6; da fase 3 para 4 e 6; e da fase 5 para 2, 4 e 6. Ou seja, em todas as fases de maior demanda em relação à menor demanda, o BAG foi superior, com uma exceção: na fase 2 para 3 as diferenças não foram significativas ($P = 0,24$). Não foram observadas diferenças dentro de cada fase, de maior ou de menor demanda.

Tabela 4. Valores médios (\pm desvio padrão), valores de t (teste t) e níveis de significância (p) das diferenças entre cada fase de alta (1, 3 e 5) e baixa demanda (2, 4 e 6).

	<i>Média (\pm Desvio Padrão)</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Fase 1 - Fase 2	0,74 (\pm 0,58)	3,34	0,02*
Fase 1 - Fase 3	0,25 (\pm 1,63)	0,37	0,72
Fase 1 - Fase 4	0,67 (\pm 0,66)	2,27	0,04*
Fase 1 - Fase 5	-0,32 (\pm 1,13)	-0,68	0,52
Fase 1 - Fase 6	0,72 (\pm 0,53)	3,06	0,04*
Fase 2 - Fase 3	-0,67 (\pm 1,48)	-1,28	0,24
Fase 2 - Fase 4	0,24 (\pm 0,50)	1,26	0,25
Fase 2 - Fase 5	-0,95 (\pm 1,07)	-2,65	0,02*
Fase 2 - Fase 6	0,33 (\pm 0,63)	1,39	0,21
Fase 3 - Fase 4	1,19 (\pm 1,23)	2,54	0,04*
Fase 3 - Fase 5	-0,30 (\pm 0,91)	-0,93	0,38
Fase 3 - Fase 6	1,00 (\pm 0,95)	2,56	0,05*
Fase 4 - Fase 5	-1,33 (\pm 0,86)	-4,38	0,03*
Fase 4 - Fase 6	0,02 (\pm 0,32)	0,16	0,87
Fase 5 - Fase 6	1,20 (\pm 0,76)	4,45	0,01*

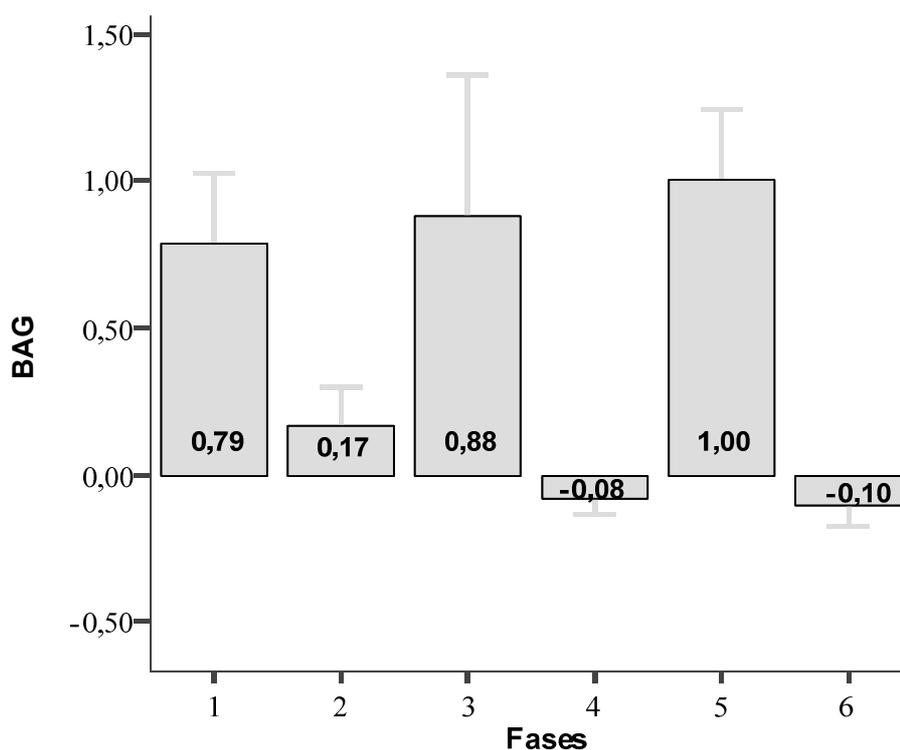


Figura 8. BAG - Balanço de aquisição de gomas (média \pm desvio padrão) durante as fases de alta demanda (1, 3 e 5) e baixa demanda (2, 4 e 6).

Na segunda abordagem temporal foi considerado como período de dependência dos filhotes (de alta demanda energética e comportamental), os 90 dias após o nascimento desses.

Nos três primeiros meses os filhotes são carregados, os carregadores têm menor mobilidade e estão despendendo mais energia com o deslocamento (SCHRADIN e ANZENBERGER, 2001); essas características afetam o comportamento do grupo como um todo, acarretando menor mobilidade dos indivíduos, que tendem a ficar mais agrupados. Se essa última característica parece ser vantajosa para a economia metabólica, por outro lado, a menor mobilidade diminui a probabilidade de obtenção de recursos alimentares extras, como insetos e frutos (RYLANDS, 1986). Nessa abordagem foi possível comparar as fases de dependência (alta demanda energética e comportamental - período de até 90 dias de idade dos filhotes) e de independência dos filhotes, quanto ao comer gomas, ao escarificar e ao BAG. Ao todo foram três períodos de dependência dos filhotes e três períodos de independência dos filhotes. Foi utilizado um teste *t* para amostras pareadas, com distribuição bicaudal e o nível de significância $\leq 0,05$ (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios (\pm desvio padrão), valores de *t* (teste *t*) e níveis de significância (*p*) das diferenças entre cada fase de dependência (1, 3 e 5) e independência dos filhotes (2, 4 e 6).

	<i>Média (\pm Desvio Padrão)</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Fase 1 - Fase 2	1,63 (\pm 0,60)	7,16	0,01*
Fase 1 - Fase 3	0,97 (\pm 1,43)	1,80	0,12
Fase 1 - Fase 4	1,75 (\pm 0,59)	7,23	0,01*
Fase 1 - Fase 5	0,62 (\pm 1,27)	1,31	0,24
Fase 1 - Fase 6	1,77 (\pm 0,60)	7,29	0,01*
Fase 2 - Fase 3	-0,56 (\pm 1,29)	-1,23	0,26
Fase 2 - Fase 4	0,25 (\pm 0,23)	2,81	0,03*
Fase 2 - Fase 5	-0,93 (\pm 1,08)	-2,42	0,05*
Fase 2 - Fase 6	0,30 (\pm 0,30)	2,63	0,04*
Fase 3 - Fase 4	1,05 (\pm 1,05)	2,99	0,01*
Fase 3 - Fase 5	-0,23 (\pm 0,54)	-1,39	0,19
Fase 3 - Fase 6	1,05 (\pm 0,94)	3,34	0,01*
Fase 4 - Fase 5	-1,27 (\pm 0,82)	-4,64	0,02*
Fase 4 - Fase 6	0,01 (\pm 0,20)	0,10	0,92
Fase 5 - Fase 6	1,28 (\pm 0,76)	5,07	0,01*

* diferença significativa

Verificou-se que nas fases de dependência dos filhotes (fase 1, 3 e 5) houve um índice de BAG maior em relação às fases de independência dos filhotes (fases 2, 4 e 6), mas as

diferenças estatísticas somente se verificaram da fase 1 para a fase 2, 4 e 6; da fase 3 para 4 e 6; e da fase 5 para fases 2, 4 e 6. Na fase 3 para 2 as diferenças não foram significativas. Entre as fases de independência dos filhotes, ocorreram algumas diferenças: na fase 2 o BAG foi estatisticamente maior do que na fase 4 e 6, mas entre as fases 4 e 6 não houve diferença significativa. Não se observou diferenças dentro de cada fase de dependência dos filhotes (Figura 9).

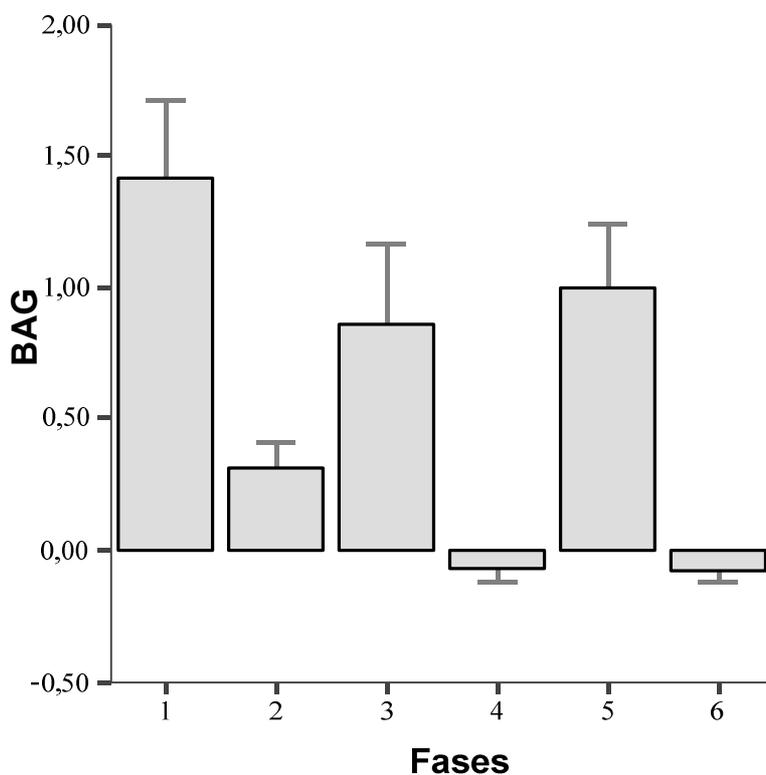


Figura 9. BAG – balanço de aquisição de gomas (média +/- desvio padrão) nas fases de dependência (1, 3 e 5) e independência dos filhotes (2, 4 e 6).

O carregamento de filhotes na árvore de goma foi observado durante todo o período, mas apenas 15 observações desse comportamento foram obtidas durante os dias observados. Não foi possível, portanto, testar se animais que chegam à árvore carregando filhotes possuem um BAG mais positivo do que quando não estão carregando. Os animais verificados realizando carregamento na árvore foram as fêmeas 1, 2 e 4 e os machos 6, 7, 8 e 10. Do total de observações desses comportamentos, a fêmea reprodutora dominante carregou 21,43% das

vezes, as subordinadas (2-não reprodutora e 4-reprodutora) por 14,29% cada, o macho dominante por 21,43% das vezes, o macho subordinado 7 em 21,43%, e os subordinados 8 e 10 por 14,29% das vezes cada animal. Entretanto, para ser possível fazer as análises, devido ao baixo número de observações desse comportamento na árvore, os dados de carregamento tiveram que ser obtidos fora da árvore de goma.

O escarificar pode ser uma forma indireta de cuidado parental e a premissa é de que nos períodos de maior demanda energética (próximo ao nascimento ou com a presença de filhotes dependentes) o escarificar será maior em relação ao período de menor demanda energética (sem nascimentos ou filhotes dependentes) para os animais não carregadores. Essa mesma premissa serve para o comer gomas e para o BAG. No período de maior demanda haverá maior consumo de gomas. Entretanto, mais importante é verificar o balanço entre escarificar e o comer gomas (BAG). Esse balanço poderá indicar claramente o quanto o trabalho de escarificar é compensado pelo comer gomas. O balanço será mais positivo para as fêmeas reprodutivas.

Como nos sagüis adultos as fêmeas possuem diferentes pressões energéticas e sociais relacionadas à reprodução (LOPES, 1997), optamos por fazer uma análise tanto considerando as fêmeas como um grupo único como separadas por indivíduo e condição reprodutiva para testar a hipótese.

Inicialmente foram analisadas as fases de dependência e independência dos filhotes, considerando-se as fêmeas como um grupo único. Utilizando-se de um teste t para amostras pareadas, considerando as fases (Tabela 6), observa-se que as fêmeas reprodutoras e não-reprodutoras comeram significativamente mais gomas na fase de dependência dos filhotes em relação à fase de independência dos filhotes ($t = -3,99$, $gl = 2$, $p = 0,05$). As fêmeas reprodutoras e não reprodutoras tenderam a carregar ($t = -3,44$, $gl = 2$, $p = 0,075$) e escarificar ($t = -3,43$, $gl = 2$, $p = 0,075$) mais durante a fase de dependência em relação à fase de

independência dos filhotes. As fêmeas reprodutoras e não reprodutoras não diferiram em relação ao BAG entre a fase de dependência e a fase de independência dos filhotes ($t = -2,37$, $gl = 2$, $p = 0,14$).

Tabela 6. Valores de Média (\pm erro padrão) e níveis de significância (p) por um teste t pareado, dos comportamentos observados das fêmeas de sagüis durante a fase de dependência ($n = 3$) e independência dos filhotes ($n = 3$).

	<i>Média (\pm Erro Padrão)</i>	<i>p</i>
Carregar na fase de dependência dos filhotes	0,68 \pm 0,16	0,05*
Carregar na fase de independência dos filhotes	0,12 \pm 0,07	
Escarificar na fase de dependência dos filhotes	0,35 \pm 0,10	0,075
Escarificar na fase de independência dos filhotes	0,03 \pm 0,01	
Comer gomas na fase de dependência dos filhotes	1,38 \pm 0,39	0,075
Comer gomas na fase de independência dos filhotes	0,13 \pm 0,09	
BAG na fase de dependência dos filhotes	1,04 \pm 0,48	0,14
BAG na fase de independência dos filhotes	0,10 \pm 0,09	

* diferença significativa.

Para as fêmeas, compararam-se aquelas que reproduziram (1 - FDM e 4 - FCT) com as que não reproduziram (2 - FBR, 3 - FBC, e 5 - FNM). Para testar a hipótese como verdadeira, era esperado que as reprodutoras escarificassem menos e comessem mais gomas em relação às não-reprodutoras. Para as reprodutoras o BAG seria positivo e significativamente diferente em relação às fêmeas não-reprodutoras. Essa premissa baseia-se em nossa hipótese de que o carregar seria complementado por outro tipo de cuidado parental representado pelo escarificar e que a categoria mais beneficiada seria a das reprodutoras.

Aplicando-se um teste t , não foi possível observar diferenças estatísticas no carregar, em escarificar, em comer gomas e no BAG entre as fêmeas reprodutoras e não reprodutoras (Tabela 7).

Tabela 7. Valores médios \pm desvio padrão, valores de t (Mann-Whitney U) e níveis de significância (p) das diferenças entre fêmeas reprodutoras ($n = 27$) e não reprodutoras ($n = 13$) quanto aos comportamentos de carregar, escarificar e gomivoria e o índice BAG.

<i>Fêmeas</i>	<i>Frequência dos comportamentos</i>			<i>Índice</i>
	Carregar	Escarificar	Gomivoria	BAG
Fêmeas reprodutoras	1,63 (\pm 2,88)	1,44 (\pm 2,47)	3,59 (\pm 4,21)	2,14 (\pm 3,65)
Fêmeas não reprodutoras	1,61 (\pm 1,94)	2,15 (\pm 2,73)	2,85 (\pm 3,21)	0,69 (\pm 2,75)
t	151,00	147,00	167,50	126,50
p	0,49	0,42	0,82	0,16

A fêmea 1 (FDM) parece ser a dominante segundo estudos prévios (SILVA, 2008). Por isso, analisamos por um teste t a diferença das médias dos comportamentos desta fêmea em relação às outras fêmeas juntas. Não houve diferenças significativas (Tabela 8) com exceção do BAG que foi significativamente maior para a fêmea dominante FDM ($t = 2,83$, $gl = 38$, $p = 0,007$) em relação às outras fêmeas juntas (Figura 10).

Tabela 8. Valores médios \pm desvio padrão, valores de t (teste t) e níveis de significância (p) das diferenças entre a fêmea 1 (FDM) reprodutora e dominante ($n = 15$) e as outras fêmeas ($n = 25$) quanto aos comportamentos de carregar, escarificar e gomivoria e o índice BAG.

<i>Fêmeas</i>	<i>Frequência dos comportamentos</i>			<i>Índice</i>
	Carregar	Escarificar	Gomivoria	BAG
Fêmea reprodutora dominante	2,07 (\pm 3,63)	1,07 (\pm 2,28)	4,53 (\pm 4,81)	3,47 (\pm 3,60)
Outras fêmeas	1,36 (\pm 1,73)	2,08 (\pm 2,66)	2,60 (\pm 3,14)	0,52 (\pm 2,92)
t	0,83	-1,22	1,54	2,83
p	0,41	0,23	0,13	0,01

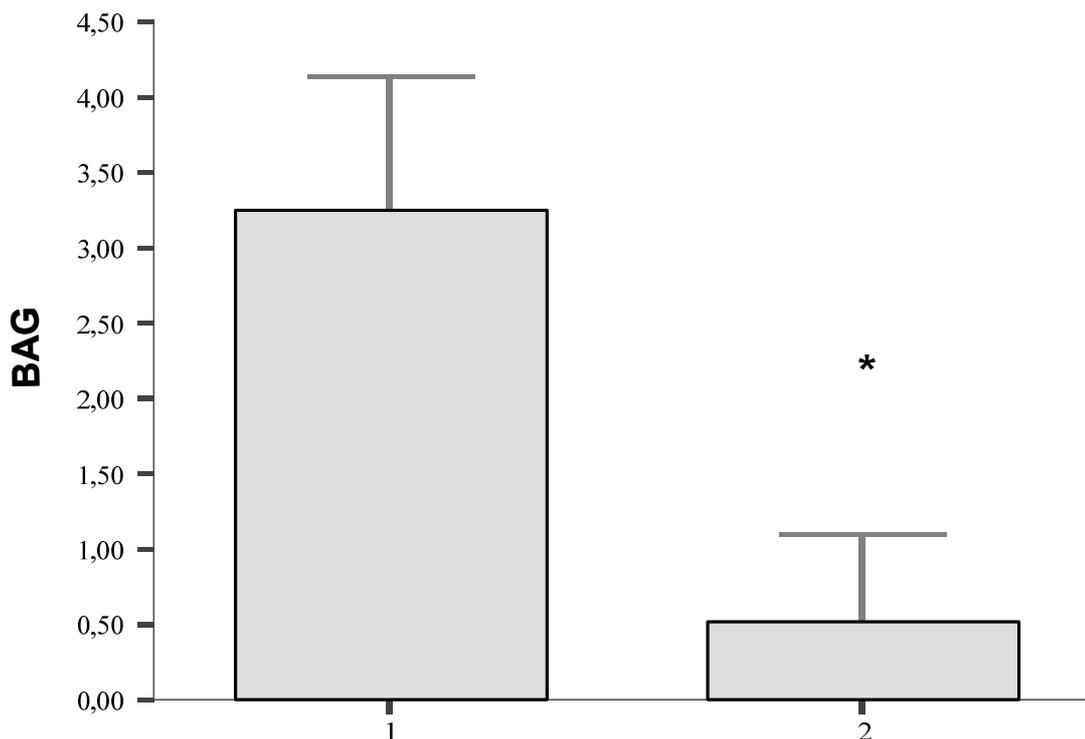


Figura 10. Comparação entre o BAG (balanço de aquisição de gomas) da fêmea 1 (FDM) em relação às outras fêmeas juntas de um grupo de sagüis. * indica uma diferença significativa ($p = 0,007$).

Como o estado reprodutivo em sagüis pode ser um atributo que privilegia o acesso aos recursos (LOPES, 1997), favorecendo a economia do animal reprodutor, verificamos o mesmo procedimento anterior, mas desta vez com a fêmea 4 (FCT), reprodutora e subordinada. No entanto, a análise foi feita retirando-se a fêmea 1 (FDM - dominante) da amostra das outras fêmeas. Aplicando-se um teste t para verificar a diferença das médias dos comportamentos da fêmea FCT em relação às outras fêmeas juntas (com exceção da FDM), não foi possível detectar diferenças substanciais (Tabela 9).

Tabela 9. Valores médios \pm desvio padrão, valores de t (teste t) e níveis de significância (p) das diferenças entre a fêmea 4 (FCT) reprodutora e subordinada ($n = 12$) e as outras fêmeas - exceto FDM ($n = 14$) quanto aos comportamentos de carregar, escarificar e gomivoria e o índice BAG.

<i>Fêmeas</i>	<i>Frequência dos comportamentos</i>			<i>Índice</i>
	Carregar	Escarificar	Gomivoria	BAG
Fêmea reprodutora subordinada	1,08 (\pm 1,50)	1,92 (\pm 2,71)	2,33 (\pm 3,17)	0,42 (\pm 3,15)
Outras fêmeas (sem a FDM)	1,50 (\pm 1,91)	2,14 (\pm 2,63)	2,64 (\pm 3,18)	0,50 (\pm 2,74)
t	-0,61	-0,22	-0,25	-0,07
p	0,55	0,83	0,81	0,94

Por fim , investigamos como se relacionavam as variáveis escarificar e comer gomas na fêmea 1 (FDM), reprodutora e dominante, e nos demais sagüis. Se uma correlação fosse suficientemente forte e maior do que outra, isso sugeriria um maior elo entre os dois comportamentos. A escarificação e comer gomas tiveram uma correlação moderada ($R = 0,50$; $p = 0,008$) para a fêmea FDM. Para o conjunto dos demais sagüis a correlação foi um pouco mais modesta ($R = 0,40$; $p = 0,001$). A associação entre os dois comportamentos parece ser bastante modesta para predizer que comer gomas é precedido diretamente e funcionalmente pela escarificação. Em outras palavras, o esforço de escarificar para qualquer categoria etário-reprodutiva é grande e dispendioso.

DISCUSSÃO

As observações dos comportamentos na árvore de goma mostraram que o contexto nesse local é eminentemente alimentar, para a obtenção de goma. Isso pode ser demonstrado uma vez que os comportamentos de maior frequência foram os de gomivoria e escarificar. Isso já era esperado tendo em vista que os animais necessitam escarificar a casca da árvore para posteriormente obterem a goma. Embora as taxas de gomivoria para várias espécies de calitriquídeos sejam descritas na literatura (*C. penicillata*, FONSECA e LACHER, 1984; SANTEE e FARIA, 1985; VILELA e FARIA, 2004; *C. jacchus*, STEVENSON e RYLANDS, 1988; *C. geoffroyi*, PASSAMANI e RYLANDS, 2000; *C. aurita*, MARTINS e SETZ, 2000), pouco se sabe sobre o comportamento de escarificar, principalmente relacionado aos custos e envolvimento no comportamento parental (SANTEE e FARIA, 1985). Além disso, nesses trabalhos, a gomivoria é descrita num contexto alimentar geral, e não numa árvore gomífera em especial. Dois estudos tecem comentários sobre o escarificar de *C. penicillata*, analisando os furos das árvores e algum padrão de exploração (SANTEE e FARIA, 1985; FONSECA e LACHER, 1984). Com exceção do estudo realizado por Canale (2003) e por Silva (2008), nenhum outro estudo avalia detalhadamente, em uma árvore focal, os comportamentos escarificar/gomivoria. É importante salientar que o comportamento de escarificação parece estar sincronizado a outros comportamentos e à ecologia da espécie, e que este é realizado mesmo quando a goma não está presente, em cativeiro, demonstrando que este comportamento faz parte do conjunto das necessidades comportamentais destes animais (KELLY, 1993).

Outro comportamento bastante observado foi o de escarificar/marcar. Esse comportamento difere do escarificar simples por ser uma escarificação mais rápida, seguida pela marcação do furo. Portanto, este parece ter um contexto social, já que na maioria das

vezes foi antecedido por outro comportamento no mesmo furo da árvore. Canale (2003) considera que o comportamento de marcar precedido pelo escarificar poderia estar relacionado com o fato de que o contato oral do escarificar estimula o comportamento de marcação de cheiro, pela presença de feromônios anteriormente depositados na escara. Outra hipótese levantada pelo autor é que o marcar evitaria que o furo fosse revisitado pelo animal, aumentando a eficiência de busca por goma.

Demais tipos de comportamentos alimentares, que não a gomivoria, foram muito raros na árvore, e só ocorreu uma observação de forragear (0,13%), não sendo observado comer animal ou vegetal. Comportamentos sociais foram pouco observados, sendo que brincar, alocação e amamentar não foram observados na árvore durante todo o período de estudo. A autocatação só foi observada uma vez (0,13%) e o carregar teve uma frequência relativa de apenas 1,91%. Dentre os comportamentos sociais o mais verificado foi o agonismo (4,45%), o que demonstra que na árvore de goma os animais têm um elevado nível de tensão devido a conflitos alimentares. Segundo Kelly (2003), quando os comportamentos de escarificação e gomivoria foram estimulados artificialmente, em cativeiro, comportamentos sociais de defesa e uma estrutura hierárquica surgiram nas famílias estudadas.

A árvore de goma parece ser um local eminentemente para exploração de goma e não há contextos sociais relevantes que estejam relacionados ao cuidado parental. A escarificação e comer gomas são bem descritos na literatura, mas a quantificação com vista a elaborar se há dominância e territorialidade é uma informação escassa.

Os sagüis possuem uma dentição especializada para a exploração de gomas e um ceco muito maior para o esperado em seu tamanho e em relação ao duodeno (HERSHKOVITZ, 1977). As gomas devem ser fermentadas (CATON *et al.*, 1996) e fornecer um aporte de energia constante e de longo prazo. Esse aspecto da dieta é importante para um primata pequeno e com alta taxa metabólica, para que não seja ameaçado pela hipoglicemia tão

facilmente. As gomas são ricas em cálcio, um mineral essencial para manter o equilíbrio cálcio/fósforo no organismo. Estudos demonstraram que sagüis preferem soluções que contenham maior concentração de cálcio (POWER *et al.*, 1999). Fêmeas reprodutoras em especial possuem uma alta demanda de cálcio para manter uma gestação e amamentar filhotes que se desenvolvem rapidamente. O período de dependência de filhotes em ambiente natural chega a ser em torno de 90 dias, que pode coincidir com uma gestação em curso (TARDIF *et al.*, 2003), acarretando uma necessidade aumentada de nutrientes, especialmente cálcio. Por isso o gênero *Callithrix* é considerado por vários autores como exsudatívoros obrigatórios (HARRISON e TARDIF, 1994).

Em relação a outros grupos, a árvore de goma é defendida embora não necessariamente esteja na área central do território (RYLANDS, 1986). Em nossas observações *ad libitum*, contudo, podemos observar que em pelo menos uma ocasião, dois sagüis desconhecidos ao grupo, se aproximaram silenciosamente, adentraram a árvore de goma e exploraram gomas, sem escarificar e sem marcar, em um período em que não havia sagüis do grupo na árvore. Dois relatos raros sobre este fenômeno de “invasão de privacidade” foi comunicado anteriormente por outros observadores, mas infelizmente sem registro que pudesse apoiar uma descrição mais detalhada.

A goma representa grande parte da dieta do gênero *Callithrix* (MIRANDA, 1997; RYLANDS e FARIA, 1993). Além disso, a goma pode ser utilizada durante todo o ano (SANTEE e FARIA, 1985; FARIA, 1984 b), o que faz com que a gomivoria seja de grande importância na aquisição diária de energia. Por outro lado, a escarificação gera um dispêndio de energia, por ser um comportamento que exige movimentos rápidos e vigorosos para a remoção do córtex das árvores (CANALE, 2003). Obviamente, cada animal deve balancear a quantidade de ingestão de gomas e escarificações para obter uma aquisição adequada de

energia. Entretanto, alguns animais fazem mais gomivoria que outros, enquanto outros escarificam mais (CANALE, 2003).

Dois animais do grupo obtiveram frequências altas de gomivoria: a fêmea 1, reprodutora e dominante, e o macho 7, subordinado. Quanto ao comportamento de escarificar, os animais que predominam são os machos subordinados 7 e 9. Verifica-se, portanto que embora o animal 7 apresente altas taxas de gomivoria, ele também apresenta a maior taxa de escarificação. Desta forma, seu balanço de aquisição de gomas não é elevado, semelhante ao dos demais animais. Por outro lado, a fêmea dominante teve seu consumo de gomas bastante elevado em relação aos outros membros do grupo. O escarificar foi baixo e isso resultou em um BAG alto. Outro animal que teve a frequência do consumo de gomas bem maior que a de escarificação foi o macho subordinado 10. Provavelmente este alto valor de BAG ocorreu pois este animal durante o estudo teve feridas nas patas e boca, e não conseguia escarificar. Assim, enquanto ele ainda conseguia comer goma, ele aumentou o valor de seu BAG. Porém, em pouco tempo este animal não conseguia sequer mastigar a goma, e neste momento foi recolhido para análise que constatou câncer bucal.

Há uma predileção do uso primário da árvore pela fêmea dominante e reprodutora (SILVA, 2008). Nossos resultados demonstraram que a fêmea dominante é uma grande consumidora de gomas em relação ao trabalho de exploração, e possui um BAG maior em relação às demais fêmeas adultas. Compreende-se que a demanda energética da reprodução, possivelmente associada aos custos de permanecer na dominância (cortisolemia alta, manutenção do par e defesa de recursos) acarrete custos extras ao metabolismo energético da FDM (SMITH e FRENCH, 1997; FITE *et al.*, 2005). Isso resultou em um BAG proporcionalmente maior e grande consumo de gomas, mas sem diferenças estatísticas em relação aos demais membros tanto em gomivoria quanto em escarificar. Deve-se ressaltar, contudo que esta falta de diferença pode ser devido ao baixo número amostral.

Pouco foi descrito para as relações entre hierarquia, reprodução e o consumo de goma em calitriquídeos, embora estes sejam exsudados obrigatórios (HARRISON e TARDIF, 1994). Porém quando outros componentes da dieta são considerados, a hierarquia para fêmeas e reprodutores torna-se evidente (LOPES *et al.*, 1997). O estudo de vários grupos, aumentando o número amostral, poderá evidenciar então as diferenças não observadas neste trabalho.

Quando se compara somente as fêmeas entre si, pode se observar que a diferença no aporte energético é favorável à fêmea 1 dominante, representado pelo BAG significativamente maior em relação às outras fêmeas. O BAG foi o resultado de um menor escarificar em relação a maior ingestão de gomas. Esta relação foi menor nas demais fêmeas.

Como são comportamentos que podem estar associados, nós testamos a correlação entre o escarificar e o ingerir gomas para a dominante e para as demais fêmeas como um agrupamento. A associação entre os dois comportamentos demonstrou ser moderada para a fêmea dominante e um pouco mais modesta para as demais fêmeas. Isso pode ser interpretado que o escarificar não resulta necessariamente em comer gomas. Pode-se interpretar esses dados como um alto custo de trabalho para os sagüis na obtenção de gomas; o escarificar é realizado freqüentemente mas não está necessariamente associado com a ingestão de gomas. Então, outros fatores podem estar influenciando a ingestão de gomas, como a disponibilidade, a qualidade e talvez a competição de outras espécies que poderiam estar explorando gomas nesses sítios escarificados pelos sagüis (por exemplo, gambás).

A pequena diferença na correlação entre comer gomas e escarificar da fêmea dominante com as outras fêmeas pode ser suficiente para resultar em um menor esforço despendido pela dominante em relação as outras fêmeas na obtenção de gomas. Entretanto, essa diferença não permite especular se estaria havendo um investimento das outras fêmeas na

maior capacidade de ingestão de gomas da fêmea dominante, o que poderia ser um tipo de investimento parental indireto.

Essa falta de investimento parental também foi observada quando se investigou comparativamente a quantidade de cuidado parental direto, ou seja, carregamento investido pelas fêmeas subordinadas. Há vários estudos relatando que as fêmeas subordinadas carregam mais do que as fêmeas dominantes (ABBOTT *et al.*, 1998). Mas esse não foi o caso nesse estudo, pois a fêmea dominante carregou em frequências parecidas com as demais fêmeas.

Quando observamos as frequências de comer goma e escarificar das duas fêmeas reprodutoras, verificamos que a reprodução parece não ser o fator primordial que garante aos animais o acesso à goma e sim a posição hierárquica destes animais (SILVA, 2008). Isso pode ser demonstrado também pela comparação dos valores de BAG entre fêmeas reprodutoras e não reprodutoras, que não diferiram. Entretanto, a fêmea reprodutora e dominante possui o mais alto BAG do grupo, enquanto a fêmea reprodutora subordinada possui um BAG relativamente baixo, que não diferiu das outras fêmeas.

Percebeu-se que em fases pré-natais e peri-natais, todos os animais do grupo têm o BAG aumentado. Uma provável explicação para tal fato é que as fêmeas exercem influência sobre o deslocamento do grupo (MITCHELL *et al.*, 1991; SMITH *et al.*, 2003), sendo que nestas fases de maior demanda energética, elas se locomovem menos para diminuir o gasto de energia (RYLANDS, 1986), ficando próximas à árvore de goma para se alimentarem. Esta influência, entretanto, foi bem menor no caso da gestação da fêmea subordinada em relação à da fêmea dominante. Novamente, o fator hierarquia parece influenciar muito mais no comportamento dos animais que o fator reprodutivo, ao menos no que diz respeito à obtenção de gomas.

Da mesma forma, no período de dependência dos filhotes, os animais têm o BAG aumentado, já que não apenas o grupo deve se alimentar mais para repor as energias extras

gastas com o cuidado parental, como o deslocamento do grupo deve ser limitado, pois os filhotes precisam ser carregados. Novamente, entretanto, percebe-se que os filhotes da fêmea subordinada geram uma influência menor no grupo, quando comparados aos filhotes da fêmea dominante. O sucesso reprodutivo de uma subordinada tem maior importância para ela, não extrapolando para os outros membros do grupo. Assim, o estudo genético, indicando o grau de parentesco entre os animais poderia auxiliar na avaliação do *fitness* inclusivo existente no cuidado parental para filhotes da reprodutora dominante e da reprodutora subordinada.

Outro achado interessante na árvore é a relativa ausência de sagüis carregando filhotes enquanto há a gomivoria. A literatura relata que o carregar intenso durante as quatro primeiras semanas permite que os filhotes aprendam a comer itens alimentares e gomas, por observação no dorso dos seus carregadores (YAMAMOTO, 1993). Parece que esse argumento não é razoável à luz de nossos resultados. Há uma quase ausência de carregar durante a exploração na árvore de goma. Então o mecanismo de aprendizado para a exploração de gomas, se existe, deveria ser aprendido um pouco mais tarde. Sabe-se inclusive que os filhotes até os três ou quatro meses não possuem denticão desenvolvida para escarificar (HERSHKOVITZ, 1977) e isso pode contribuir com a dependência do carregar ou para a inutilidade de estar na árvore de goma para “aprender” a explorá-la nas primeiras semanas de vida.

Entretanto, o fato de não irem se alimentar na árvore quando estão carregando filhotes, converge com os dados encontrados por Goldizen, (1987b) para *S. fuscicollis*, que demonstram que animais que carregam filhotes têm seu forrageio reduzido.

Quem investiria nesses filhotes? Como os filhotes teriam acesso aos orifícios de gomas se não escarificam nos três primeiros meses? Essas são algumas perguntas que os nossos resultados não permitiram responder. Mas pelas análises que realizamos parece pouco provável que outros sagüis do grupo que não seja a mãe teriam este papel de investimento na prole. Os resultados demonstraram que todos aumentam tanto o escarificar como a ingestão

de gomas nas fases de maior demanda. Isso resulta em um maior BAG para todos na fase de maior demanda. Entretanto somente a fêmea dominante apresentou um BAG significativamente maior quando comparada às outras fêmeas.

Evitar a árvore de goma de sagüis que estão carregando filhotes, durante as idas à árvore para a exploração, pode ter duas explicações. Uma seria a adoção de estratégia anti-predatória e a segunda seria para evitar os conflitos internos no grupo.

O desvio de conflitos internos parece menos provável, embora nossos dados demonstrem que as tensões parecem ser altas durante a exploração de gomas. Como filhotes são usados como “tampões sociais” em algumas espécies de primatas (BUSSE e HAMILTON, 1981), e talvez em sagüis (BOERE, 1994), o carregar facilitaria o acesso às fontes de gomas em subordinados que, carregando filhotes, poderiam estar mais próximos da fêmea dominante ou de outros sagüis, sem ter o risco aumentado de um ataque. Como foi observado, este não foi o caso.

Como resíduo fica a explicação de que a evitação da árvore de goma durante as incursões do grupo seria uma estratégia anti-predatória. Carregadores possuem maior visibilidade e os ataques de predadores são muito dirigidos aos mais jovens (STEVENSON e RYLANDS, 1988). Um ou dois filhotes carregados no dorso, como fazem os sagüis, aumentaria as chances de detecção por predadores aéreos (aves de rapina), um dos principais predadores de sagüis (STEVENSON e RYLANDS, 1988). O carregar na árvore aumentaria o risco de predação não somente do filhote, mas do próprio carregador, que estaria com menor mobilidade (PRICE, 1990). Como foi sugerido em outro estudo, a postura para ingerir gomas ou para escarificar expõe os sagüis à predação. De fato, acredita-se que a pressão de predação teve um papel crucial para a moldagem adaptativa de comportamentos em sagüis para evitar áreas abertas e estar constantemente alerta para predadores aéreos (FERRARI, 1993).

Portanto, é razoável interpretar que a evitação de acesso a árvore de sagüis carregando filhotes faz parte de uma estratégia anti-predatória.

Fora da árvore, os dados de carregamento foram obtidos para fêmeas pelo método de animal focal. Não foram verificadas diferenças entre as fêmeas, e portanto não pôde-se inferir que o carregar gera privilégios na árvore. Novamente, o único BAG mais elevado foi o da fêmea dominante, indicando que este índice parece estar, ao menos dentre as fêmeas, mais relacionado com a dominância do que com a frequência de carregamento. Os estudos que quantificaram detalhadamente o carregamento de subordinadas foram realizados em cativeiro (BOERE, 1994; ABBOTT *et al.*, 1998). No cativeiro a proximidade e a coerção social da fêmea dominante, parecem ser mais frequentes, com mais ameaças de agressões (BOERE, 1994; ABBOTT *et al.*, 1998). Isso pode acarretar uma maior contribuição das fêmeas subordinadas, muitas vezes aparentadas da dominante, para carregar e usar filhotes como tampões sociais (BOERE, 1994). Em ambiente natural essa coerção estaria mais frouxa e o custo de carregar seria assumido pela fêmea dominante (como foi o caso nesse estudo) em comparação às outras fêmeas. Ademais, é possível que em ambiente natural a maior dependência de filhotes da amamentação faça com que a fêmea reprodutiva permaneça mais tempo junto ou carregando os filhotes. Depreende-se deste resultado que o custo para a reprodução não é tão minimizado pelo carregar de outros membros, embora faltem dados sobre os machos.

Quando a mesma estratégia comparativa foi adotada para outra fêmea reprodutiva, a fêmea 4 (FCT), não se observa diferenças no BAG em relação às outras fêmeas do grupo. Disso depreende-se que os benefícios de um BAG maior, seja qual for o mecanismo, somente podem ser atribuídos ao status de dominante da FDM e não ao estado reprodutivo. Tanto as outras fêmeas podem não ceder benefícios à fêmea reprodutora subordinada FCT, como esta pode evitar estes putativos benefícios (como carregar, por exemplo). De fato, há relatos de

que os filhotes de fêmeas subordinadas são mortos pela fêmea dominante (ou outro membro do grupo) (RODA e PONTES, 1998; MELO *et al.*, 2003; BEZERRA *et al.*, 2007). A retenção e o carregamento do filhote, mesmo que a um altíssimo custo, seria um investimento maternal diferenciado e oneroso, mas que representaria a possibilidade de sobrevivência desse filhote de uma fêmea subordinada. Parece que essa é a estratégia adotada por mães sagüis subordinadas (DIGBY e BARRETO, 1993). Nossas observações confirmaram que os filhotes dessa fêmea subordinada (FCT) sobreviveram e chegaram a juvenis através desta estratégia.

Apesar de não poderem ser analisados estatisticamente, dados de carregamento obtidos fora da árvore (*ad libitum*), realizados por machos parecem demonstrar que mesmo entre os machos, o BAG está mais relacionado à dominância do que ao carregar. Isto porque os dois animais que mais carregaram filhotes foram o macho dominante (39,73%) e o macho subordinado 7 (28,77%). Sendo que apenas o macho dominante teve seu BAG positivo. Entretanto, são necessários mais estudos para que a hipótese de relação entre estes comportamentos possa ser realmente descartada.

Conclui-se que a fase perinatal ou de dependência de filhotes tem um impacto na economia do grupo de sagüis. A demanda de energia e nutrientes parece afetar as taxas de escarificação e de comer gomas para o grupo de sagüis. A escarificação dos membros do grupo não parece estar relacionada aos custos das fêmeas reprodutivas, pois ambas as reprodutoras não tiveram um aumento líquido na aquisição de gomas. A escarificação parece estar relacionada às necessidades do próprio animal escarificador e não apresenta relação com o cuidado parental (ou com a fêmea reprodutora).

Entretanto, a fêmea reprodutora que acumulou o posto de dominante do grupo obteve melhor índice de inversão custo/benefício na aquisição de gomas, ao ser comparada com outras fêmeas. Quanto ao custo de carregar, a fêmea dominante não foi beneficiada pelo

investimento das demais fêmeas, ao menos nas jornadas diárias do grupo. O carregamento de filhotes é evitado na principal árvore de gomas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, D. H.; SALTZMAN, W.; SCHULTZ-DARKEN, N. J.; TANNENBAUM, P. L. Adaptations to subordinate status in female marmoset monkeys. *Comparative Biochemistry Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology*, 119(3): 261 - 74, 1998.
- ALÉSSIO, F. M.; PONTES, A. R. M.; SILVA, V. L. Feeding by *Didelphis albiventris* on tree gum in the northeastern Atlantic Forest of Brazil. *Mastozoología Neotropical*, 12 (1): 53 - 56, 2005.
- ALTMANN, J. Observational study of behaviour: sampling methods. *Behaviour*, 48: 227 - 65, 1974.
- BEZERRA, B. M.; SOUTO, A. S.; SCHIEL, N. Infanticide and cannibalism in a free-ranging plurally breeding group of common marmosets (*Callithrix jacchus*). *American Journal of Primatology*, 69 (8): 945 - 52. 2007.
- BOERE, V. O cuidado com a prole em sagüis comuns (*Callithrix jacchus*): uma abordagem funcional. Dissertação de Mestrado em Psicobiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 124p. Natal, 1994.
- BUSSE, C. e HAMILTON III, W. J. Infant carrying by male chacma baboons. *Science*, 212 (4500): 1281 - 83, 1981.
- CANALE, G. R. Padrão comportamental de um grupo de sagüis-do-cerrado (*Callithrix penicillata*) durante gomivoria. Dissertação de Mestrado em Ecologia da Universidade de Goiás. 52p. Goiânia, 2003.
- CATON, J. M.; HILL, D. M.; HUME, I. D.; CROOK, G. A. The digestive strategy of the common marmoset, *Callithrix jacchus*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 114A (1): 1 - 8, 1996.
- CLEVELAND, J. e SNOWDON, C. T. Social development during the first twenty weeks in the cotton-top tamarin (*Saguinus o. oedipus*). *Animal Behaviour*, 32: 432 - 44, 1984.

- COIMBRA-FILHO, A. F. e MITTERMEIER, R. A. excudate eating and tree gouging in marmosets. **Nature**, 262: pp. 630, 1977.
- DE PAULA, R. C. M.; BUDD, P. M.; RODRIGUES, J. F. Characterization of *Anadenanthera macracarpa* exudate polysaccharide. **Polymer International**, 44: 55-60, 1997.
- DECANINI, D. P. Etologia alimentar de sagüi do cerrado (*Callithrix penicillata*) em mata mesofítica: efeitos da sazonalidade. Relatório final. PIBIC, Unb, Brasília, 2003. 20p.
- DECANINI, D. P. Socialidade em Sagüis do Cerrado (*Callithrix penicillata*): Estratégias comportamentais nas relações intra e intergrupo. Dissertação de Mestrado em Ecologia. da Universidade de Brasília, 78 p. Brasília, 2006.
- DIGBY, L. J.; BARRETO, C. E. Social organization in a wild population of *Callithrix jacchus*. I. Group composition and dynamics. **Folia Primatologica**. 61(3):123-34, 1993.
- DUNBAR, R. I. M. The mating system of callithrichid primates: II. The impact of helpers. **Animal Behaviour**, 50: 1071-1089, 1995.
- FARIA, D. S. de. Aspectos gerais do comportamento de *Callithrix jacchus penicillata* em mata ciliar do cerrado. *In: A Primatologia no Brasil*. Ed. MELLO, M. T. pp. 55-65. UFMG, Belo Horizonte, 1984 (a).
- FARIA, D. S. de.. Uso de árvores gomíferas do cerrado por *Callithrix jacchus penicillata*. *In: A Primatologia no Brasil*. Ed. MELLO, M.T. pp 83-96. UFMG, Belo Horizonte, 1984 (b).
- FARIA, D. S. de. Tamanho, composição de um grupo social e área de vivência (home- range) do sagüi *Callithrix jacchus penicillata* em Mata Ciliar do córrego Capetinga, Brasília, DF. *In: A Primatologia no Brasil - 2*. Ed. MELLO, M. T. pp. 87-105. Sociedade Brasileira de Primatologia, Brasília, 1986.
- FEDIGAN, L. M. **Primate Paradigms, Sex Roles and Social Bonds**. The University of Chicago Press. 386p, Chicago and London, 1992.
- FELFILI, J. M.; SANTOS, A. A. B. **Legislação Ambiental APA Gama e Cabeça de Veado**. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília. Brasília, 2002.

- FERRARI, S. F. Ecological differentiation in the Callitrichidae. In: **Marmosets and Tamarins**. Ed. RYLANDS, A. B. pp. 314-328. Oxford University, PressOxford, 1993.
- FERRARI, S. F.; CORRÊA, K. M.; COUTINHO, PEG. Ecology of “southern”, In: **Adaptive radiations of Neotropical primates**. Ed. NORCONK, M. A.; ROSENBERGER, A. L.; GARBER, P. pp. 157-171. Springer, Berlin, 1996.
- FITE, J. E.; PATERA, K. J.; FRENCH, J. A.; RUKSTALIS, M.; HOPKINS, E. C.; ROSS, C. N. Opportunistic mothers: female marmosets (*Callithrix kuhlii*) reduce their investment in offspring when they have to, and when they can. **Journal of Human Evolution**. 49(1): 122-142, 2005.
- FONSECA, G. A. B. e LACHER, T. Jr. Exudate-feeding by *Callithrix jacchus penicillata* in semi-deciduous woodland (cerradão) in central Brazil. **Primates**, 25: 441-45, 1984.
- GOLDIZEN, A. W. Facultative polyandry and the role of infant-carrying in wild saddle-backed tamarins (*Saguinus fuscicollis*). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, 20: 99-109, 1987b.
- GUERRA, R. F. Mães, filhotes e uma análise dos custos do cuidado parental. In: **A Primatologia no Brasil**. Ed. ALONSO, C. e LANGGUTH, A. v. 7, pp. 107-149. Editora Universitária/UFPB, João Pessoa, 2000.
- HARRISON, M. L. e TARDIFF, S. D. Social implications gummivory in marmosets. **American Journal of Physical Anthropology**. 95: 399 - 408, 1994.
- HERSHKOVITZ, P. **Living New World Monkeys (Platyrrhini)**. The University Chicago Press. 1117p, Chicago, 1977.
- HEYMANN, E. W. Social behaviour and infant carrying in a group of moustached tamarins, *Saguinus mystax* (Primates: Platyrrhini: Callitrichidae), on Padre Isla, Peruvian Amazonia. **Primates**, 31(2): 183 - 196, 1990.
- HOAGE, R. J. Parental care in *Leontopithecus rosalia rosalia*: sex and age differences in carrying behavior and the role of prior experience. In: **The Biology and Conservation of the Callitrichidae**. Ed. KLEIMAN, D. Smithsonian Institution Press, Washinton, 1977.

- KELLY, K. Environmental enrichment for captive wildlife through the simulation of gum feeding. **Animal Welfare Information Center Newsletter**. 4(3): 1 - 10, 1993.
- KLEIMAN, D. G. e MALCOLM, J. R. The evolution of male parental investment in mammals. *In: Parental Care in Mammals*. Ed. GUBERNICK, P. J. e KLOPFER, P. H., pp. 347-387. Plenum Press, New York, 1981.
- KREBS, J. R. e DAVIES, N. B. **Introdução à Ecologia Comportamental**. 420 p, Atheneu, São Paulo, 1996.
- LACHER, T. E.; FONSECA, G. A. B.; ALVES, C. Jr.; MAGALHÃES-CASTRO, B. Exsudate-eating, scent-marking and territoriality in wild population of marmosets. **Animal Behaviour**. 29: 209 - 306, 1981.
- LAZARO-PEREA, C.; SNOWDON, C. T.; SANTEE, D. P. Competition and chemical communication in wild groups of common marmosets (*Callithrix jacchus*). **Annals of New York Academy of Sciences**, 807: 534-537, 1997.
- 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.
- MARTIN, M. M.; SETZ, E. Z. F. Diet of buffy tufted-eared marmosets (*Callithrix aurita*) in a forest fragment in southeastern Brasil. **International Journal of Primatology**, 21(3): 467 - 76, 2000.
- MARTIN, P.; BEATSON, P. **Measuring behaviour**. 200p. Cambridge University Press, Cambridge, 1986.
- MELLO, M. T. Atividade roedora de *Callithrix penicillata* (Sagüi, Mico-estrela). *In: A Primatologia no Brasil- 2*. Ed. MELLO, M.T. pp. 107 - 130. Sociedade Brasileira de Primatologia, Brasília, 1986.
- MELO, L.; PONTES, A. R. M.; CRUZ, M. A. M. Infanticide and cannibalism in wild common marmosets. **Folia Primatologica**. 74 (1): 48-50, 2003.

- MILLS, D. A.; WINDLE, C. P.; BAKER, H. F.; RIDLEY, R. M. Analysis of infant carrying in large, well-established family groups of captive marmosets (*Callithrix jacchus*). **Primates**. 45(4): 259 - 65, 2004.
- MIRANDA, G.H.B. Observações preliminares sobre a atividade do mico-estrela (*Callithrix penicillata*) no cerrado denso e cerradão da reserva ecológica do IBGE, Brasília, DF. In: **Contribuição ao Conhecimento Ecológico do Cerrado**. Ed. LEITE, L. L.; SAITO, C.H. 365p. UCL/UnB, Brasília, 1997.
- 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.
- MOLLER, A. P. & THORNHILL, R. Male parental care, differential parental investment by females and sexual selection. **Animal Behaviour**, 55: 1507-1515, 1998.
- PASSAMINI, M. Uso de árvores gomíferas por *Callithrix penicillata* no Parque Nacional da Serra do Cipó, MG. **Boletim do Museu de Biologia Melo Leitão**. 4:25-31,1996.
- PASSAMANI, M. e RYLANDS, A. B. Feeding behavior of geoffroy's marmoset (*Callithrix geoffroyi*) in Atlantic Forest fragment of south-eastern Brasil. **Primates**, 41(1):27-38, 2000.
- POWER, M. L. e OFTEDAL, O. T. Differences among captive callitrichids in the digestive responses to dietary gum. **American Journal of Primatology**. 40:131 - 44, 1996.
- POWER, M.L.; TARDIFF, S. D.; LAYNE, D. G. SCHULKIN, J. Ingestion of calcium solutions by common marmosets (*Callithrix jacchus*). **American Journal of Primatology** 47: 255 - 61, 1999.
- PRICE, C. E. Infant carrying as a courtship strategy of breeding male cotton-top tamarins. **Animal Behaviour**, 40: 784 - 6, 1990.
- RODA, S. A. e PONTES, A. R. Polygyny and infanticide in common marmosets in a fragment of the Atlantic Forest of Brazil. **Folia Primatologica**. 69(6): 372 - 6, 1998.

- ROTHER, H. Influence of newborn marmosets (*Callithrix jacchus*) behaviour on expression and efficiency of maternal and paternal care. **Contemporary Primatology**, Negoya, 315 - 20, 1975.
- RYLANDS, A.B. Habitat and the evolution of social and reproductive behavior in Callitrichidae. **American Journal Primatology**, 38: 5-18, 1986.
- 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., COIMBRA-FILHO, A. F., MITTERMEIER, R. A. Systematics, geographic distribution, and some notes on the conservation status of the Callitrichidae. **In: Marmosets and Tamarins, Systematics, Behaviour, and Ecology**. Ed. RYLANDS, A. B. pp. 11-77. Oxford University Press. Oxford, 1993.
- RYLANDS, A.B. e FARIA, D.S. Habitats, feeding ecology, and home range size in the genus *Callithrix*. **In: Marmosets and Tamarins: Systematics, Behavior and Ecology**. Ed. RYLANDS, A. B. pp. 263-271. Oxford University Press, Oxford, 1993.
- SANTEE, D. P. e FARIA, D. Padrões de comportamentos utilizados pelos sagüis (*Callithrix jacchus penicillata*) na retirada de exsudado. **Psicologia**. 11(1): 65-74, 1985.
- SCHRADIN, C. e ANZENBERGER, G. Costs of infant carrying in common marmosets, *Callithrix jacchus*: na experimental analysis. **Animal Behaviour**, 62: 289 - 95, 2001.
- SILVA, J.M.C. e BATES, J. M. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna hotspot. **BioScience**. 52: 225 - 33, 2002.
- SILVA, R. G. S. Comer gomas e a preferência alimentar de sagüis (*Callithrix penicillata*): fenologia e composição química das exsudações. Relatório final, PIBIC, UnB, Brasília, DF, 2004.
- SILVA, I. O. Socialidade e acesso a recursos alimentares por fêmeas de sagüis (*Callithrix penicillata*) em ambiente natural. Tese de Doutorado em Biologia Animal da Universidade de Brasília. 95 p. Brasília, 2008.

- SMITH, T. E. e FRENCH, J. A. Psychosocial stress and urinary cortisol excretion in marmoset monkeys (*Callithrix kuhli*). **Physiology and Behavior**. 62 (2): 225 - 32, 1997.
- 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 - 57, 2003.
- STEVENSON, M. F.; RYLANDS, A. B. The marmosets, genus *Callithrix*. *In: Ecology and Behaviour of Neotropical Primates*. Ed. MITTERMEIER, R. A.; RYLANDS, A. B.; COIMBRA-FILHO, A. e FONSECA, G. A. B. pp. 131-222. WWF, Washington, 1988.
- SUSSMAN, R. W. e KINZEY, W. G. The ecological role of the Callitrichidae: a review. **American Journal of Physical Anthropology**, 64: 419 - 49, 1984.
- TARDIFF, S. D.; CARSON, R. L.; GANGAWARE, B. L. Infant-care behavior of mothers and fathers in a communal-care primate, the cotton-top tamarin (*Saguinus oedipus*). **American Journal of Primatology**, 22: 73 - 85, 1990.
- TARDIFF, S. D.; HARRISON, M. L. e SIMEK, M. A. Communal infant care in marmosets and tamarins: relation to energetics, ecology and social organization. *In: Marmosets and tamarins - Systematics, behaviour, and ecology*. Ed. RYLANDS, A. B. pp. 200- 34. Oxford Science Publications, Oxford, 1993.
- TARDIFF, S. D. e BALES, K. Is infant-carryng a courtship strategy in callitrichid primates? **Animal Behaviour**. 53: 1001-1007, 1997.
- TARDIFF S. D.; SMUCNY, D. A.; ABBOTT, D. H.; MANSFIEL, D. K.; SCHULTZ-DARKEN, N.; YAMAMOTO, M. E. Reproduction in captive common marmosets (*Callithrix jacchus*). **Comparative Medicine**, 53(4): 364 - 8, 2003.
- ROOSMALEN, M. G. M. VAN; ROOSMALEN, T. VAN; MITTERMEIER, R. A. e RYLANDS, A. B. Two new species of marmoset, genus *Callithrix* *Erxleben, 1777* (Callitrichidae, Primates), from the Tapajós/Madeira interfluvium, south central Amazonia, Brazil. **Neotropical Primates**, 8: 2 - 18, 2000.

- VILELA, S. L.; FARIA, D. S. Seasonality of the activity pattern of *Callithrix penicillata* (Primates, Callitrichidae) in the cerrado (scrub savanna vegetation). **Brazilian Journal of Biology**; 64(2): 363 - 70, 2004.
- VIVO, M. de. **Taxonomia de *Callithrix Erxleben, 1777* (Callitrichidae, Primates)**. 105pFundação Biodiversitas. Belo Horizonte, 1991.
- WALL-SCHEFFLER, C. M.; GEIGER, K.; STEUDEL-NUMBERS, K. L. Infant carrying: the role of increased locomotory costs in early tool development. **Americal Journal of Physical Anthropology**, 133: 841 - 6, 2007.
- YAMAMOTO, M. E. From Dependence to Sexual Maturity: The Behavioural Ontogeny of Callitrichidae. *In: Marmosets and Tamarins: Systematics, Ecology and Behaviour*, Ed. RYLANDS, A. B. Oxford Univ. Press, London, 1993.
- YAMAMOTO, M. E.; BOX, H. O.; ALBUQUERQUE, F. S.; ARRUDA, M. F. Carrying behaviour in captive and wild marmosets (*Callithrix jacchus*): a comparison between two colonies and a field site. **Primates**, 37(3): 297 - 304, 1996.