



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
CURSO DE BIOMEDICINA**

ALEXANDRE DE LIMA MARINHO

**A INFLUÊNCIA DA REDUÇÃO FARMACOLÓGICA DA PROLACTINA NA
RESPONSIVIDADE DE MACHOS ADULTOS DE SAGUI À VOCALIZAÇÃO DE
FILHOTES RECÉM-NASCIDOS**

NATAL

Dezembro de 2017

**A INFLUÊNCIA DA REDUÇÃO FARMACOLÓGICA DA PROLACTINA NA
RESPONSIVIDADE DE MACHOS ADULTOS DE SAGUI À VOCALIZAÇÃO DE
FILHOTES RECÉM-NASCIDOS**

por

Alexandre de Lima Marinho

Monografia Apresentada à
Coordenação do Curso de
Biomedicina da Universidade
Federal do Rio Grande do Norte,
como Requisito Parcial à Obtenção
do Título de Bacharel em
Biomedicina.

Orientadora: Prof^a. Dr.^a MARICELE NASCIMENTO BARBOSA

Natal

Dezembro de 2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
CURSO DE BIOMEDICINA

A Monografia: A influência da redução farmacológica da prolactina na responsividade de machos adultos de sagui à vocalização de filhotes recém-nascidos

elaborada por Alexandre de Lima Marinho

e aprovada por todos os membros da Banca examinadora foi aceita pelo Curso de Biomedicina e homologada pelos membros da banca, como requisito parcial à obtenção do título de

BACHAREL EM BIOMEDICINA

Natal, 08 de dezembro de 2017

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a. Maricele Nascimento Barbosa
Departamento de Fisiologia - UFRN

Prof.^a Dr.^a. Renata Figueiredo Anomal
Departamento de Morfologia - UFRN

Prof.^a Dr.^a. Simone Almeida Gavilan Leandro da Costa
Departamento de Morfologia - UFRN

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Sistema de Bibliotecas - SISBI

Catálogo de Publicação na Fonte.

UFRN - Biblioteca Setorial Prof. Leopoldo Nelson - Centro de Biociências – CB

Marinho, Alexandre de Lima.

A influência da redução farmacológica da prolactina na responsividade de machos adultos de sagui à vocalização de filhotes recém-nascidos / Alexandre de Lima Marinho. - Natal, 2017.

45 f.: il.

Monografia (Graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Curso de Biomedicina.

Orientadora: Profa. Dra. Maricele Nascimento Barbosa.

1. Cuidado parental - Monografia. 2. Alopaparental - Monografia. 3. Prolactina - Monografia. 4. Bromocriptina - Monografia. 5. Sagui - Monografia. 6. Callithrix jacchus - Monografia. I. Barbosa, Maricele Nascimento. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. Título.

RN/UF/BSE-CB

CDU 591.512

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força que me deu no decorrer desse árduo caminho que trilhei para a realização deste trabalho e conclusão deste curso.

Ao meu pai Terri e minha mãe Rita, pelo amor e apoio incondicional em todos os momentos da minha vida

A minha tia/madrinha/mãe Deda, pelo suporte, amor e cuidado que tanto contribuiu para formar o homem que sou hoje.

A minha orientadora Maricele pela gentileza, rico conhecimento compartilhado e paciência que contribuiu em todos os aspectos para a concretização desse trabalho e cuja competência serve de fonte de inspiração para a minha atuação profissional.

Ao amigo Valmir pelo incentivo, parceria, suporte e apoio, contribuindo de todas as formas durante toda essa jornada.

Às irmãs Ana Paula, Natalia e Luciana e as sobrinhas(o) Brenda, Agatha e Benício que mesmo à distância são fontes de apoio e amor que tanto contribuem para minha caminhada.

Aos meus amigos/irmãos do curso pela amizade e cumplicidade, em especial Amore pelos abraços reconfortantes de todo dia, Bia pelas risadas, Talita pela meiguice, Cláudio pela parceria e Renata por ser doida, e a todos pelas aulas particulares pré-provas (rs), obrigado por me aguentarem todos esses anos, sempre lembrarei com o coração cheio de alegria tudo o que nós vivemos.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

O cuidado parental é descrito na literatura como uma forma de investimento que inclui todas as atividades dos pais dirigidos à descendência, com a finalidade de garantir a sobrevivência e crescimento da prole. Nos mamíferos, a mãe aparece como o cuidador preferencial, no entanto, em algumas espécies, o macho e outros membros do grupo participam diretamente dos cuidados aos filhotes como é o caso do nosso sujeito de estudo, o sagui comum *Callithrix jacchus*. O objetivo desse estudo foi avaliar a influência do hormônio prolactina na responsividade aloparental de machos adultos de *C. jacchus* quando expostos a vocalização de filhotes não aparentados. Para tal, foi utilizado o agonista dopaminérgico bromocriptina com o intuito de reduzir os níveis de prolactina em 8 machos adultos de *C. jacchus*, dos quais 4 possuíam experiência anterior e os outros 4 não possuíam experiência anterior no cuidado com filhotes. Os animais foram testados 3 vezes com a bromocriptina e 3 vezes com o veículo (controle) quando expostos à vocalização do filhote por meio de um gravador profissional. Foi encontrado uma redução significativa nas frequências de aproximação, deslocamento e no tempo de proximidade dos animais à fonte sonora quando eles foram administrados com a bromocriptina em comparação quando administrados com o veículo. Além disso, não encontramos diferença significativa na resposta comportamental dos animais com relação a experiência prévia no cuidado, exceto para o número de deslocamentos em que os animais inexperientes se deslocaram mais pela gaiola em ambas as condições e no tempo de proximidade, em que os animais experientes se aproximaram mais da fonte sonora do que os inexperientes tanto quando administrados com o veículo e a bromocriptina. Assim, sugere-se que a prolactina pode ser importante para facilitar a responsividade aloparental dos animais ao estímulo do infante, mas não é essencial para a sua expressão sendo outros fatores envolvidos na modulação desse comportamento como a experiência prévia no cuidado.

Palavras chave: cuidado parental, aloparental, sagui, bromocriptina, prolactina, *Callithrix jacchus*.

ABSTRACT

Parental care is described in the literature as a form of investment that includes all parenting activities directed to offspring, in order to ensure the survival and growth of offspring. In mammals, the mother appears as the preferred caregiver; however, in some species, the male and other members of the group participate directly in caring for the infant as is the case of our study subject, the common *Callithrix jacchus*. The objective of this study was to evaluate the influence of the hormone prolactin on the alloparental responsivity of *C. jacchus* adult males when exposed to unrelated infants. For this, the dopaminergic agonist bromocriptine was used to reduce prolactin levels in 8 adult males of *C. jacchus*, 4 of which had previous experience and the other 4 had no prior experience in caring for infants. The animals were tested 3 times with bromocriptine and 3 times with the vehicle (control) when exposed to the vocalization of the infant by means of a professional recorder. A significant reduction in the approximation, locomotion, and time of proximity of the animals to the sound source was found when they were administered with bromocriptine when administered with the vehicle. Furthermore, we did not find a significant difference in the behavioral response of the animals in relation to the previous experience in the care, except for the locomotion in which the inexperienced animals moved more by the cage in both conditions and in the time of proximity, in which the animals experienced closer to the sound source than the inexperienced both when administered with the vehicle and bromocriptine. Thus, it is suggested that prolactin may be important to facilitate the alloparental responsivity of animals to the infant's stimulus, but is not essential for its expression and other factors are involved in modulating this behavior as the previous experience in the care.

Keywords: parental care, alloparental care, common marmoset, bromocriptine, prolactin, *Callithrix jacchus*.

ÍNDICE

LISTA DE ABREVIATURAS.....	VIII
LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE FIGURAS	X
1. INTRODUÇÃO	11
1.1. Características gerais da espécie (<i>Callithrix jacchus</i>).....	11
1.2. Cuidado Parental	13
1.3. Modulação hormonal do cuidado parental	14
1.3.1. Prolactina (PRL).....	16
2. OBJETIVOS	19
2.1. Geral	19
2.2. Específicos	19
3. HIPÓTESES E PREDIÇÕES	20
3.1. Hipótese 1.....	20
3.2. Predição 1.....	20
3.3. Hipótese 2.....	20
3.4. Predição 2.....	20
4. METODOLOGIA.....	21
4.1. Animais.....	21
4.2 Procedimento experimental: Tratamento com Bromocriptina (agonista dopaminérgico)	21
4.3. Teste com o estímulo vocal	22
4.4. Análise Estatística	26
5. RESULTADOS	26
6. DISCUSSÃO	32
7. CONCLUSÕES	35
8. REFERÊNCIAS.....	36

LISTA DE ABREVIATURAS

LH	Hormônio Luteinizante
NSQ	Núcleo Supraquiasmático
PRL	Prolactina
VIP	Peptídeo Vasoativo Intestinal

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Delineamento Experimental.....	23
Tabela 2 - Variáveis comportamentais analisadas nos testes	25
Tabela 3 - Resposta comportamental (Média e erro padrão) dos machos adultos experientes de sagüi, <i>Callithrix jacchus</i> entre as condições experimentais. (Teste de Wilcoxon, $p \leq 0,05$).....	28
Tabela 4 - Resposta comportamental (Média e erro padrão) dos machos adultos inexperientes de sagüi, <i>Callithrix jacchus</i> entre as condições experimentais. (Teste de Wilcoxon, $p \leq 0,05$).....	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - <i>Callithrix jacchus</i>	13
Figura 2 - Procedimento experimental.....	25
Figura 3 - Frequência média ($X \pm EPM$) dos comportamentos exibidos pelos machos adultos de sagüi, <i>Callithrix jacchus</i> , na presença da vocalização do filhote entre as duas condições testadas: tratamento com o veículo (barra branca) e tratamento com a bromocriptina (barra preta). * indica diferença estatística significante. * Teste de Wilcoxon, $p \leq 0,05$	27
Figura 4 - Duração média ($X \pm EPM$) do tempo de proximidade dos machos adultos de sagüi, junto a fonte sonora entre as condições testadas * Teste de Wilcoxon, $p \leq 0,05$	27
Figura 5 - Frequência média ($X \pm EPM$) dos comportamentos exibidos pelos machos adultos de sagüi, <i>Callithrix jacchus</i> , quando expostos a vocalização de filhotes após o tratamento com o veículo para os animais experientes (barra branca) e inexperientes (barra preta). * Teste Mann Whitney, $p \leq 0,05$	29
Figura 6 - Duração média ($X \pm EPM$) do tempo de proximidade exibidos pelos machos adultos de sagüi, <i>Callithrix jacchus</i> , quando expostos a vocalização de filhotes após o tratamento com o veículo para os animais experientes (barra branca) e inexperientes (barra preta). * Teste Mann Whitney, $p \leq 0,05$	30
Figura 7 - Frequência média ($X \pm EPM$) dos comportamentos exibidos pelos machos adultos de sagüi, <i>Callithrix jacchus</i> , quando expostos a vocalização de filhotes após o tratamento com a bromocriptina para os animais experientes (barra branca) e inexperientes (barra preta). * Teste Mann Whitney, $p \leq 0,05$	31
Figura 8 - Duração média ($X \pm EPM$) do tempo de proximidade exibidos pelos machos adultos de sagüi, <i>Callithrix jacchus</i> , quando expostos a vocalização de filhotes após o tratamento com a Bromocriptina para os animais experientes (barra branca) e inexperientes (barra preta). * Teste Mann Whitney, $p \leq 0,05$	31

1. INTRODUÇÃO

1.1. Características gerais da espécie (*Callithrix jacchus*)

O *Callithrix jacchus* é um primata neotropical pertencente à família Callitrichidae que é constituída de seis gêneros: *Cebuella*, *Callithrix*, *Saguinus*, *Leontopithecus*, *Callimico* e *Mico* (RYLANDS et al., 2000) e se caracteriza pela formação de grupos sociais compostos pelo par reprodutor, seus descendentes e indivíduos não aparentados, o que levou sua classificação como grupos familiares estendidos (FERRARI E DIGBY, 1996).

O gênero *Callithrix* é formado por seis espécies: *C. jacchus*, *C. penicillata*, *C. kuhlii*, *C. geoffroyi*, *C. flaviceps* e *C. aurita* (RYLANDS et al., 2000). São primatas adaptados à vida saltatória arbórea e de pequeno porte, pesando entre 350 e 450 gramas (AURICCHIO, 1995).

A espécie *C. jacchus*, popularmente conhecida como sagui-de-tufo-branco (Figura 1) é provavelmente, a espécie de primata mais comum e conhecida em convívio com seres humanos no Brasil, possuindo pelagem estriada nas orelhas, mancha branca na testa, coloração do corpo acinzentada com reflexos castanhos e pretos e a cauda é maior que o corpo com a função de equilíbrio do animal (AURICCHIO, 1995).

Esses primatas apresentam intensa atividade, passando a maior parte do seu tempo se locomovendo (MIRANDA, 1997) e utilizam mais de 60% do seu tempo em atividades de forrageio (ERWIN; SACKETT, 1990). Sua dieta é ampla e variada, incluindo exsudatos e insetos como também frutos, sementes, flores, néctar, além de pequenos artrópodes e vertebrados (RYLANDS E FARIA, 1993). A habilidade de se alimentar de exsudatos, permitem aos animais suprir suas necessidades diárias em caso de escassez dos demais recursos inerentes à sua alimentação (FERRARI, 1993), tal habilidade faz com que essa espécie possa viver em grupos maiores e mais estáveis, além de conferir taxas de reprodução maiores (RYLANDS, 1996).

Os calitriquídeos vivem em grupos que variam entre 2 e 15 indivíduos contendo ao menos um casal reprodutor (RYLANDS, 1989). No entanto, geralmente os grupos são formados por mais de um indivíduo adulto do mesmo sexo e alguns juvenis e infantes (FERRARI E DIGBY, 1996). Os indivíduos do grupo normalmente são

aparentados, podendo haver ainda, indivíduos não aparentados oriundos de outros grupos (ROTHE E DARMS, 1993).

Uma característica interessante da organização social desses primatas é a ocorrência do cuidado cooperativo da prole, com o pai, irmãos e ajudantes não aparentados participando dessa atividade (TARDIF, 1997). O cuidado comunal envolve o carregar, a partilha de alimento, a defesa do território, e ainda, comportamentos afiliativos, como a catação, o contato corporal e brincadeiras com os infantes (YAMAMOTO, 1993).

A maturidade sexual é alcançada aos 15 meses de idade, sendo então, considerado um animal adulto (ABBOT et al., 2003). Em particular, a fêmea reprodutora de *C. jacchus* apresenta um período de gestação de cerca de 5 meses, com a geração de gêmeos na maioria dos nascimentos e estro pós-parto, podendo a fêmea engravidar enquanto ainda está amamentando. Tal característica resulta num gasto energético grande para as fêmeas, reforçando assim, a importância do cuidado cooperativo, reduzindo dessa forma o gasto energético das fêmeas e gerando benefícios a ambos os pais e sua prole (STOREY E ZIEGLER, 2015). Normalmente apenas uma fêmea se reproduz no grupo, uma vez que a fêmea dominante inibe a reprodução das fêmeas subordinadas através de pistas comportamentais e fisiológicas (SALTZMAN et al., 2000). Segundo Rylands, (1996), tal estratégia de supressão pode estar relacionada às pressões ambientais de predação devido a redução do tamanho desta espécie.

Devido a essas características, associadas ao seu pequeno porte, fácil manutenção no cativeiro, cuidado cooperativo da prole e proximidade filogenética com os humanos, o *C. jacchus* têm sido utilizado como excelente modelo experimental nas mais diversas áreas, incluindo a pesquisa biomédica (CLARKE, 1994; ABBOTT et al., 2003), endocrinologia (BARBOSA, 2009; ZIEGLER et al., 2009), etologia (MARTINS, 2006; SCHIEL E HUBER, 2006), farmacologia (GONZALEZ, 2014; UEHARA et al., 2017) dentre outras.

Figura 1 - *Callithrix jacchus*



Fonte: Roberto Harrop (2010)

1.2. Cuidado Parental

A literatura refere-se ao cuidado parental como uma forma de investimento que inclui todas as atividades dos pais dirigidas à descendência, com a finalidade de garantir sua sobrevivência e seu crescimento (ALCOCK, 2001).

Nesse sentido, o cuidado parental inclui comportamentos de interação direta e indireta com o filhote, com o primeiro resultando em benefício visível e imediato para a prole (ex: limpar, catar, alimentar e carregar os filhotes), enquanto que o segundo aumenta suas chances de sobrevivência (ex: construção de ninhos e abrigos, assegurar recursos, defesa do território) (CLUTTON-BROCK, 1991; SNOWDON E SOINI, 1982).

Entre os mamíferos, a mãe é o cuidador principal, embora em algumas espécies o macho participe desta atividade diretamente (BRIDGES, 1996; SNOWDON, 1996). A participação do macho reprodutor no cuidado parental tem sido observada em várias espécies de primatas não humanos (*Aotus trivirgatus*: DIXSON E FLEMING, 1981; *Callicebus moloch*: HOFFMAN, MENDOZA, HENESSY E MASON, 1995; *Macaca mulatta*: REDICAN E TAUB, 1981). Estudo realizado por Mendoza e Mason (1986) verificou que os machos de *C. moloch* participam efetivamente do cuidado à prole através do transporte, partilha de alimento e socialização dos infantes.

Segundo Snowdon (1996) o cuidado paterno é essencial para a sobrevivência dos infantes no *Saguinus oedipus* tanto no campo como no cativeiro, sendo tal comportamento influenciado pelas pistas das fêmeas grávidas e pelos estímulos dos infantes.

Além do cuidado materno e paterno, o cuidado à prole também pode partir de outros indivíduos do grupo social que não os pais. Esse tipo de cuidado é classificado como aloparental, que é descrito na literatura como o cuidado exercido aos infantes pelos indivíduos não reprodutores (TARDIF, 1997). Esse cuidado envolve o transporte, a provisão de alimento, a catação, a limpeza e comportamentos de socialização com os infantes (TARDIF, 1997). Dentre os mamíferos, podemos observar esse padrão de cuidado em canídeos (MOEHLMAN E HOFER, 1997), roedores (SOLOMON E GETZ, 1997) e nos primatas da família Callitrichidae (BALES, DIETZ, BAKER, MILLER E TARDIF, 2000).

1.3. Modulação hormonal do cuidado parental

Diferentes hormônios, incluindo os esteróides (progesterona, estradiol e cortisol) e peptídicos (prolactina, vasopressina e ocitocina), estão envolvidos na modulação do comportamento parental (WYNNE-EDWARDS, 2001).

Diversos trabalhos demonstram as alterações ocorridas nos níveis hormonais dos machos em várias espécies de animais em função da gravidez da sua companheira ou devido a presença de filhotes (GUBERNICK E NELSON, 1989; DIXSON E GEORGE, 1982). Em *Callithrix jacchus* estes trabalhos referem-se principalmente a alterações nos níveis padrões de prolactina e estão ligados ao cuidado parental (MOTA E SOUSA, 2000; DIXSON E GEORGE, 1982).

O macho de *Callithrix jacchus* sofre alterações hormonais semelhantes às que ocorrem com as fêmeas grávidas. Ziegler e colaboradores (2009) demonstraram que os machos apresentam elevação nos níveis de prolactina, estradiol e testosterona na sua urina, com as concentrações atingindo seu pico no último mês de gravidez da fêmea, ilustrando assim, a sintonia entre o casal reprodutor no processo reprodutivo.

Quanto a testosterona, os primatas machos precisam ter respostas hormonais flexíveis, ou seja, modular entre altas taxas de testosterona em comportamentos de

defesa e guarda de território e baixos níveis em comportamentos de cuidado (ZIEGLER et al., 2004b).

Os machos que não convivem com infantes, apresentam aumento significativo da testosterona ao sentir o odor do estro da fêmea, enquanto os machos que estão em comportamento de cuidado parental, apresentam pouca resposta a esses odores (ZIEGLER et al., 2005), ou seja, as concentrações de testosterona se mantem em níveis baixos enquanto os machos estão cuidando da prole (NUNES et al., 2000; ZIEGLER et al., 2004b). Já o odor dos infantes pode funcionar como sinais que promovem o reconhecimento da prole e afetam os hormônios paternos, com os pais demonstrando uma significativa diminuição nas concentrações séricas de testosterona dentro de 20 minutos de contato com o odor de sua própria prole (PRUDOM et al., 2008). Pesquisas posteriores indicaram que a diminuição da testosterona é uma resposta específica dos pais aos seus filhotes durante o período de dependência. Os pais também demonstraram um aumento no estrogênio em resposta aos odores de seus filhotes dependentes (ZIEGLER et al., 2011).

O Cortisol em machos de primatas parece funcionar de duas formas no que diz respeito ao comportamento sexual e parental. Segundo Nunes et al. (2001), o cortisol pode facilitar o comportamento de cuidado em novos pais e podem promover a comunicação de estados hormonais nos casais reprodutores (ZIEGLER E SNOWDON, 2000; ZIEGLER et al., 2004b). Nunes et al. (2001) relatou que os machos de sagui que transportam filhotes com frequência, apresentam níveis mais baixos de cortisol do que os machos que transportam com menor frequência. Pais inexperientes que vivenciaram sua primeira prole apresentaram níveis mais altos de cortisol do que os pais com maior experiência na procriação, o que sugere que o cortisol pode funcionar como um colaborador na preparação do novo pai aos comportamentos apropriados que deverá expressar no seu novo papel.

Já nas fêmeas, o cortisol parece não possuir o mesmo efeito, Bahr et al. (1998) e Bardi et al. (2001), associam o cortisol nas fêmeas de primatas não humanos, com um comportamento negativo perante os filhotes, em contraste com as fêmeas humanas, que apresentam comportamento mais responsivos diante dos odores (FLEMING et al., 1997) e aos sons do bebê (STALLINGS et al. 2001). Ainda segundo Fleming (2002), nos machos, o cortisol parece ser um importante fator de aumento de responsividade diante dos sinais sensoriais dos filhotes.

A maioria das pesquisas sobre ocitocina em primatas não humanos se concentraram no comportamento entre o casal reprodutor. No entanto, Saito e Nakamura (2011) demonstraram que a administração de ocitocina intranasal aumentou a tolerância dos pais de sagui ao transferir alimentos para os infantes.

Já uma pesquisa realizada em 2015 por Taylor e French com *Callithrix jacchus*, utilizou agonistas neuropeptídicos de ocitocina e vasopressina o que resultou num aumento da capacidade de respostas dos pais, diante aos estímulos da prole. No entanto, foi observado que o aumento dos estímulos possuía um viés sexo-específico, com o agonista de ocitocina aumentando a capacidade de resposta aos estímulos infantis nos machos e o agonista de vasopressina aumentando a capacidade de resposta nas fêmeas.

1.3.1. Prolactina (PRL)

A prolactina é um hormônio peptídico produzido pelos lactótrofos da adenohipófise (GUYTON E HALL, 2011). A sua secreção é regulada pelo peptídeo vasointestinal (VIP) produzido no núcleo supraquiasmático (NSQ) e pela dopamina do núcleo arqueado, que funcionam como fatores de liberação e de inibição, respectivamente (FROHMAN et al., 1999). Apesar de seu conhecido papel no processo de lactação, pela estimulação do desenvolvimento das glândulas mamárias, o início e a manutenção da secreção de leite em fêmeas de mamíferos, a prolactina tem mais de 300 ações biológicas descritas (BOLE-FEYSOT et al., 1998). Dentre estas, se inclui a regulação do sistema imune, do metabolismo e do balanço hídrico e de eletrólitos (FREEMAN et al., 2000). Em mamíferos, a prolactina mantém o corpo lúteo durante a gravidez, aumentando o número de receptores para hormônio luteinizante (LH), e, em consequência, aumentando a síntese de progesterona necessária à manutenção da gestação (NISWENDER et al., 2000). Durante esse estágio, a elevação dos níveis de prolactina é associada, na maioria das espécies de primatas, a uma redução na receptividade reprodutiva (FREEMAN et al., 2000), apesar disso não ocorrer em *Callithrix jacchus* (MCNEILLY et al., 1981). Além disso, esse hormônio também tem sido relacionado com o comportamento de cuidado parental apresentado pelos machos de várias espécies de aves (GOLDSMITH, 1982; ANGELIER et al., 2006), roedores (GUBERNICK E NELSON, 1989; REBURN E WYNNE-EDWARDS, 1999) e primatas não humanos,

como os da família calitrichidae (*Saguinus oedipus* : ZIEGLER et al., 2004; *Callithrix jacchus*: DIXSON E GEORGE, 1982; MOTA e SOUSA, 2000; MOTA et al., 2006).

Em roedores, Brown *et al* (1995) sugerem que o estímulo sensorial do filhote pode promover aumento nos níveis de prolactina em fêmeas de roedores da espécie *Meriones unguiculatus*. Contudo, Stern e Siegel (1978) e Brown e Moger (1983) não encontraram mudanças nos níveis de prolactina em fêmeas e machos virgens de ratos com a estimulação dos filhotes. Segundo Poindron e Le Neindre (1980), a exposição de fêmea de mamíferos aos odores, vocalizações e outras pistas advindas da prole parece estar relacionada com a manutenção do cuidado materno

A prolactina é conhecida por seu papel na expressão de comportamentos de cuidado parental nos vertebrados (SCHRADIN et al., 1999), mamíferos machos, como apresentados por SCHRADIN et al. (2003) e ZIEGLER et al. (2004^a), incluindo seres humanos (STOREY et al., 2000). Diversos estudos indicam que os padrões de cuidados paternos estão relacionados à prolactina (SCHRADIN et al., 2002, 2003), visto que os níveis de prolactina sempre foram verificados maiores em machos que estão cuidando de seus filhotes do que em machos que não são pais, mesmo em períodos em que não há filhotes no grupo (SCHRADIN et al., 2003).

Em seus estudos, Dixon e George (1982); demonstraram que a estimulação por contato durante o transporte do infante pode ser a responsável pelo aumento da prolactina nos machos, já que os níveis de prolactina se mostram maiores logo após o transporte do infante se comparados aos demais indivíduos que não praticaram o transporte, tais resultados se assemelham aos de seres humanos (FLEMING et al., 2002; DELAHUNTY et al., 2007). No entanto o estímulo tátil não pode ser considerado o único responsável pelo aumento nos níveis de prolactina nos machos, visto que tais níveis já apresentam aumento antes mesmo do nascimento dos filhotes e continuam a aumentar após o nascimento, fato que demonstra a sincronia entre o casal reprodutor, esses níveis podem variar dependendo da experiência anterior dos machos em procriar ou se vivem em grupos que possuam infantes (MOTA et al., 2006). Os machos com experiência na paternidade apresentam níveis mais altos de prolactina antes do nascimento de seus filhotes em comparação com os machos inexperientes que serão pais pela primeira vez. Isso indica que indícios da gravidez da fêmea funcionam como estímulo na secreção da prolactina nos machos (ZIEGLER E SNOWDON, 2000).

A relação entre os correlatos hormonal e comportamental do cuidado à prole tem sido bem estudada em fêmeas de mamíferos, especialmente em roedores (BRIDGES, 1990). Isso provavelmente se deve à ligação próxima que se estabelece entre as mães e seus filhotes durante a gravidez, o parto e a lactação. Por outro lado, entre os primatas não humanos, existem poucas evidências sobre a relação entre os perfis comportamental e hormonal de machos não reprodutores associados ao cuidado aloparental. Como a prolactina têm sido o hormônio mais associado ao cuidado paterno em mamíferos, pretendemos, investigar o efeito da diminuição dos seus níveis resultante da administração de um agonista dopaminérgico na responsividade aloparental de machos adultos se sagui, *Callithrix jacchus*.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar a influência da redução farmacológica da prolactina na resposta comportamental de machos adultos quando expostos a vocalização de infantes de sagui, *Callithrix jacchus* não aparentados.

2.2. Específicos

Avaliar o efeito da administração da bromocriptina (agonista dopaminérgico) na responsividade de machos quando expostos à vocalização de infantes.

Avaliar o efeito da experiência prévia na resposta comportamental dos machos adultos quando expostos a vocalização de infantes não aparentados.

3. HIPÓTESES E PREDIÇÕES

3.1. Hipótese 1

A redução farmacológica da prolactina modifica a responsividade comportamental de machos ao estímulo vocal de infantes

3.2. Predição 1

As frequências de deslocamentos, marcações de cheiro, aproximações e o tempo de permanência próximo à fonte sonora serão menores após a redução farmacológica da prolactina

3.3. Hipótese 2

A experiência prévia influenciará a resposta comportamental dos machos quando expostos a vocalização de infantes

3.4. Predição 2

Machos experientes no cuidado com infantes se aproximarão e passarão mais tempo próximo a fonte sonora quando comparados com os machos inexperientes no cuidado em ambas as condições experimentais

4. METODOLOGIA

4.1. Animais

Foram utilizados 8 machos de sagui, *Callithrix jacchus*, nascidos em cativeiro e pertencentes ao Núcleo de Primatologia da UFRN. Todos os animais utilizados eram adultos (18 a 48 meses) e alojados em gaiolas individuais ou com seus grupos familiares, mas na ausência de filhotes recém-nascidos nas gaiolas. Quatro machos eram experientes no cuidado aloparental e quatro eram inexperientes.

Todos os animais utilizados foram alojados em gaiolas medindo 2.00 x 1.00 x 2.00m localizadas na área externa do Núcleo, sob condições naturais de temperatura, umidade e ciclo claro-escuro. A dieta alimentar oferecida consistiu de 2 refeições diárias, sendo uma papa proteica pela manhã e frutas à tarde. Os animais também receberam uma suplementação oral de ferro e complexo vitamínico.

4.2 Procedimento experimental: Tratamento com Bromocriptina (agonista dopaminérgico)

A inibição farmacológica da prolactina foi realizada pela administração da bromocriptina (agonista dopaminérgico).

Em cada animal foi administrado o agonista dopaminérgico (0.5 mg/kilograma de peso corporal de bromocriptina subcutânea) ou o veículo (0.5 ml de solução de etanol a 10%) duas vezes por dia (manhã: 8:00h e tarde:13:00h), durante três dias consecutivos antes do teste com a vocalização do infante como descrito por Roberts e colaboradores., 2001. A ordem de administração da bromocriptina e do veículo aos animais experimentais foi realizada alternadamente. A exposição dos animais ao estímulo sonoro (teste) foi realizada 2 horas após a última injeção, ou seja, no terceiro dia. Os testes foram realizados 1 vez por semana para cada tratamento (bromocriptina/ veículo). Os animais foram testados 3 vezes com a bromocriptina e 3 vezes com o veículo. Vale salientar que foi dado um intervalo de uma semana entre os dois tratamentos com o objetivo de eliminar qualquer efeito da droga. De acordo com Edwards, Reburn e Wynne-Edwards (1995) e Reburn e Wynne-Edwards (2000), a restauração completa dos níveis de prolactina após a administração da

bromocriptina ocorre entre 48 e 72h após a última dose. Todos os sujeitos experimentais receberam ambos os tratamentos (bromocriptina e o veículo).

É importante ressaltar que antes do estudo ser iniciado, nós testamos a eficácia da bromocriptina na redução dos níveis plasmáticos de prolactina em 5 machos e 5 fêmeas de sagui através do método de quimioluminescência. A dosagem hormonal foi realizada no laboratório de patologia de Natal. Foi encontrado uma redução significativa nos níveis de prolactina de todos os animais após a administração da bromocriptina.

4.3. Teste com o estímulo vocal

Três semanas antes do início do experimento, os animais foram transferidos diariamente para uma sala com isolamento acústico e colocados nas gaiolas teste (1.00 x 0.68 x 1.00 m) para habituação ao procedimento experimental. Antes do início do experimento foi registrada em um gravador a vocalização de infantes recém-nascidos de sagui (n= 4, 10 a 30 dias de idade), que foi utilizada como estímulo sonoro. Para tal, o infante foi retirado do dorso do carregador e colocado sozinho em uma sala nas dependências do Núcleo e em seguida foi registrada a sua vocalização.

As vocalizações dos infantes foram registradas com um gravador profissional (Marantz pmd30) conectado a um microfone unidirecional Sennheiser (Sennheiser ME 80) (faixa de frequência de 50-15000 Hz). As gravações foram realizadas a uma distância de 0,5 m do infante.

No terceiro dia consecutivo, após a última aplicação da bromocriptina/veículo (15:00h), o animal foi removido de sua gaiola familiar e colocado na gaiola teste (1,00 x 0,68 x 1,00 m) localizada em uma sala com isolamento acústico sem pistas auditivas, visuais ou olfativas de outros sagüis da colônia. O teste com o estímulo vocal do infante foi realizado 2 horas após a aplicação da bromocriptina/veículo. O delineamento experimental do estudo está esquematizado na Tabela 1.

Tabela 1 - Delineamento Experimental

Semana 1 (Tratamento com BROMOCRIPTINA)		
1º Dia	2º Dia	3º Dia
8:00 h	8:00 h	8:00 h
Aplicação da bromocriptina	Aplicação da bromocriptina	Aplicação da bromocriptina
13:00 h	13:00 h	13:00 h
Aplicação da bromocriptina	Aplicação da bromocriptina	Aplicação da bromocriptina
		15:00 h
		TESTE com o estímulo vocal

Semana 2 (Intervalo)

Semana 3 (Tratamento com o VEÍCULO)		
1º Dia	2º Dia	3º Dia
8:00 h	8:00 h	8:00 h
Aplicação do veículo	Aplicação do veículo	Aplicação do veículo
13:00 h	13:00 h	13:00 h
Aplicação do veículo	Aplicação do veículo	Aplicação do veículo
		15:00 h
		TESTE com o estímulo vocal

Semana 4 (Tratamento com BROMOCRIPTINA)

1º Dia	2º Dia	3º Dia
8:00 h	8:00 h	8:00 h
Aplicação da bromocriptina	Aplicação da bromocriptina	Aplicação da bromocriptina
13:00 h	13:00 h	13:00 h
Aplicação da bromocriptina	Aplicação da bromocriptina	Aplicação da bromocriptina
		15:00 h
		TESTE com o estímulo vocal

Semana 5 (Intervalo)

Semana 6 (Tratamento com o VEÍCULO)

1º Dia	2º Dia	3º Dia
8:00 h	8:00 h	8:00 h
Aplicação do veículo	Aplicação do veículo	Aplicação do veículo
13:00 h	13:00 h	13:00 h
Aplicação do veículo	Aplicação do veículo	Aplicação do veículo
		15:00 h
		TESTE com o estímulo vocal

Semana 7 (Tratamento com BROMOCRIPTINA)

1º Dia	2º Dia	3º Dia
8:00 h	8:00 h	8:00 h
Aplicação da bromocriptina	Aplicação da bromocriptina	Aplicação da bromocriptina
13:00 h	13:00 h	13:00 h
Aplicação da bromocriptina	Aplicação da bromocriptina	Aplicação da bromocriptina
		15:00 h
		TESTE com o estímulo vocal

Semana 8 (Intervalo)

Semana 9 (Tratamento com o VEÍCULO)

1º Dia	2º Dia	3º Dia
8:00 h	8:00 h	8:00 h
Aplicação do veículo	Aplicação do veículo	Aplicação do veículo
13:00 h	13:00 h	13:00 h
Aplicação do veículo	Aplicação do veículo	Aplicação do veículo
		15:00 h
		TESTE com o estímulo vocal

Cada animal foi exposto ao registro de vocalização de um infante por 10 minutos através de um gravador portátil (Philips MCM148 / 55) localizado a aproximadamente 0,5 m da gaiola teste. (Figura 2). Os animais não podiam entrar em contato diretamente com o gravador apenas tinham acesso visual a fonte sonora.

Figura 2 - Procedimento experimental

As observações comportamentais foram registradas pelo método focal contínuo e são mostradas na Tabela 2.

Tabela 2 - Variáveis comportamentais avaliadas nos testes

Variáveis comportamentais	Descrição
Deslocamento	As gaiolas-viveiro serão divididas em quadrantes de 38cm cada, totalizando cerca de 60 divisões. Os deslocamentos efetuados pelo animal focal entre um quadrante e outro serão contabilizados como 1 deslocamento.
Marcação de cheiro	Número de vezes que o animal focal esfrega a região anogenital em alguma superfície da gaiola.
Aproximação	Número de vezes que o animal focal se aproxima da fonte sonora/gaiola/infante ultrapassando o limite de 15 cm por pelo menos 3 segundos.
Afastamento	Número de vezes que o animal focal se afasta da fonte sonora/gaiola/infante dentro de 15 cm por pelo menos 3 segundos.

Proximidade

Intervalo de tempo em segundos que o animal fica próximo à fonte sonora/gaiola/infante a uma distância mínima de 15 cm por pelo menos 3 segundos.

4.4. Análise Estatística

A análise estatística foi realizada através de testes não paramétricos tendo em vista a não normalidade dos dados.

Para comparar a resposta comportamental dos machos entre as duas condições testadas (veículo x Bromocriptina) foi utilizado o teste de Wilcoxon matched-pairs signed-ranks test (Z) para amostras dependentes.

Para avaliar o efeito da experiência prévia do cuidador na sua resposta comportamental foi utilizado o teste de Mann Whitney U para amostras independentes. O nível de significância foi de $p \leq 0.05$.

5. RESULTADOS

Os resultados obtidos mostraram que os animais responderam de forma diferente entre as condições testadas (veículo x bromocriptina). Os machos de sagui se aproximaram, se afastaram, se deslocaram mais e passaram mais tempo próximo à fonte sonora após a administração do veículo (condição controle) do que quando administrados com a bromocriptina. (**aproximação**: $Z = 2.09$, $n = 24$, $p = 0.04$; **deslocamento**: $Z = 2.17$, $n = 24$, $p = 0.04$; **proximidade**: $Z = 2.40$, $n = 24$, $p = 0.01$) (Figuras 3 e 4). Os demais comportamentos observados, não apresentaram variação significativa em relação às duas condições testadas (**marcação de cheiro**: $Z = 1.86$, $n = 24$, $p = 0.08$; **afastamento**: $Z = 1.90$, $n = 24$, $p = 0.10$).

Figura 3 - Frequência média ($X \pm EPM$) dos comportamentos exibidos pelos machos adultos de sagui, *Callithrix jacchus*, na presença da vocalização do filhote entre as duas condições testadas: tratamento com o veículo (barra branca) e tratamento com a bromocriptina (barra preta). * indica diferença estatística significativa. * Teste de Wilcoxon, $p \leq 0,05$.

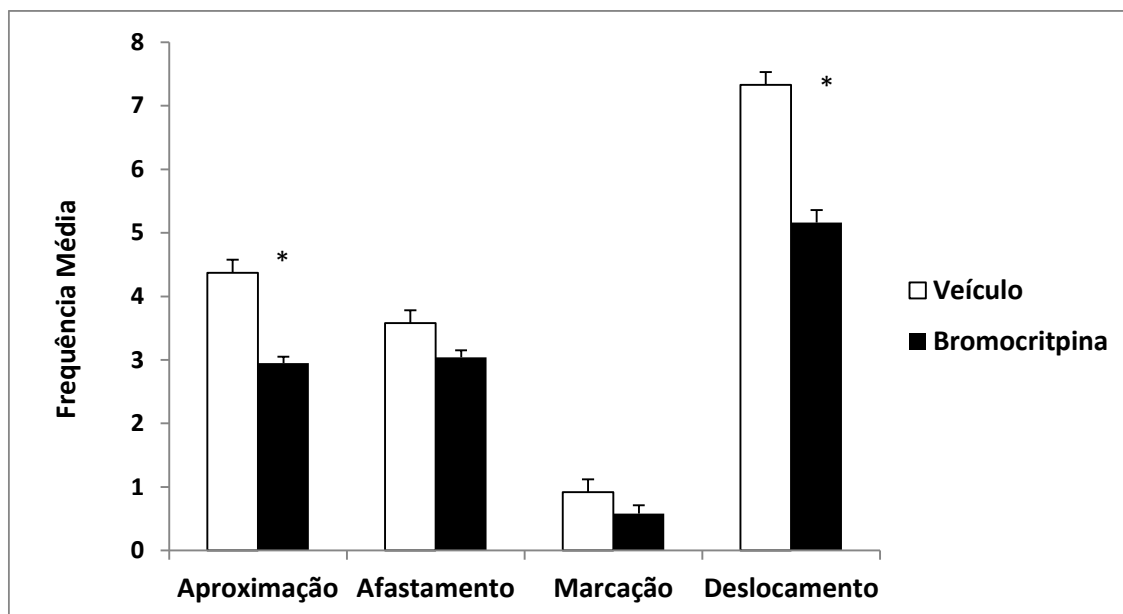
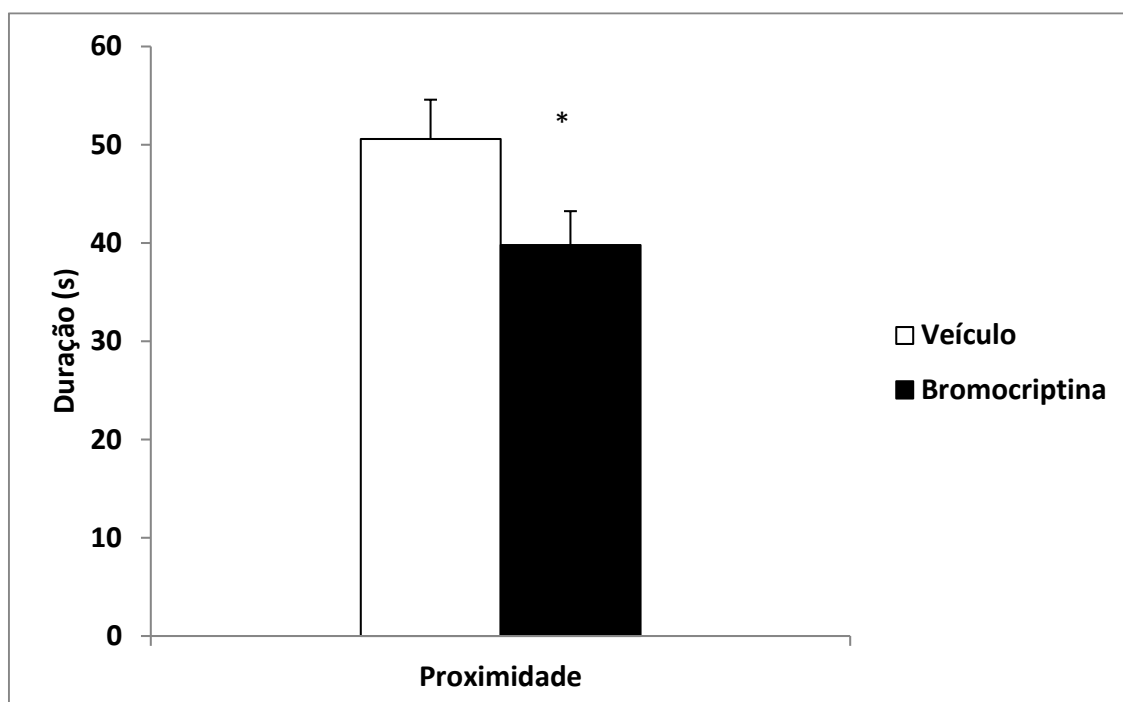


Figura 4 - Duração média ($X \pm EPM$) do tempo de proximidade dos machos adultos de sagui, junto a fonte sonora entre as condições testadas * Teste de Wilcoxon, $p \leq 0,05$.



Quando analisamos a resposta comportamental dentro de cada grupo (experientes e inexperientes) também foi encontrada diferença significativa na resposta comportamental após a vocalização do filhote entre as condições testadas (veículo x bromocriptina) para os animais experientes (**aproximação**: $Z = 2.05$, $n = 12$, $p = 0.05$; **deslocamento**: $Z = 2.15$, $n = 12$, $p = 0.05$; **proximidade**: $Z = 2.52$, $n = 12$, $p = 0.01$) e inexperientes (**aproximação**: $Z = 2.15$, $n = 12$, $p = 0.04$; **deslocamento**: $Z = 2.10$, $n = 12$, $p = 0.04$; **marcação de cheiro**: $Z = 2.03$, $n = 12$, $p = 0.04$; **proximidade**: $Z = 1.98$, $n = 12$, $p = 0.05$) (Tabelas 3 e 4). Não foi encontrada diferença significativa na frequência de **afastamentos** para os experientes ($Z = 1.01$, $n = 12$, $p = 0.10$) e inexperientes ($Z = 1.35$, $n = 12$, $p = 0.12$) nem para a frequência de marcação de cheiro para os animais experientes ($Z = 1.05$, $n = 12$, $p = 0.38$).

Tabela 3 - Resposta comportamental (Média e erro padrão) dos machos adultos experientes de sagui, *Callithrix jacchus* entre as condições experimentais. (Teste de Wilcoxon, $p \leq 0,05$).

Comportamento	Veículo	Bromocriptina	P
Aproximação	4,41 ± 0,21	3,08 ± 0,22	$n = 12$, $z = 2,05$, $p = 0.05$
Afastamento	3,58 ± 0,22	3,17 ± 0,22	$n = 12$, $z = 1,01$, $p = 0.10$
Deslocamento	6,5 ± 0,33	4,41 ± 0,42	$n = 12$, $z = 2,15$, $p = 0.05$
Marcação	0,83 ± 0,23	0,67 ± 0,13	$n = 12$, $z = 1,05$, $p = 0.38$
Proximidade	58,3 ± 4,34	43,33 ± 4,24	$n = 12$, $z = 1,52$, $p = 0.01$

Tabela 4 - Resposta comportamental (Média e erro padrão) dos machos adultos inexperientes de sagui, *Callithrix jacchus* entre as condições experimentais. (Teste de Wilcoxon, $p \leq 0,05$).

Comportamento	Veículo	Bromocriptina	P
Aproximação	4,33 ± 0,20	2,83 ± 0,21	$n = 12$, $z = 2,15$, $p = 0.04$
Afastamento	3,58 ± 0,21	2,91 ± 0,24	$n = 12$, $z = 1,35$, $p = 0,12$
Deslocamento	8,16 ± 0,40	5,91 ± 0,42	$n = 12$, $z = 2,10$, $p = 0.04$
Marcação	1 ± 0,20	0,5 ± 0,23	$n = 12$, $z = 2,03$, $p = 0.04$
Proximidade	42,83 ± 5,37	36,25 ± 5,15	$n = 12$, $z = 1,98$, $p = 0.05$

Quando foi avaliado o efeito da experiência prévia na resposta comportamental dos animais quando expostos a vocalização de infantes, não encontramos diferença significativa após o tratamento com o veículo (aproximação: $U = 176.5$, $n = 12$, $p = 0.49$; afastamento: $U = 178$, $n = 12$, $p = 0.43$; marcação de cheiro: $U = 170$, $n = 12$, $p = 0.55$), exceto para o número de **deslocamentos** em que os animais inexperientes se deslocaram mais pela gaiola do que os animais experientes ($U = 156.5$, $n = 12$, $p = 0.04$) e para o tempo de **proximidade** em que os animais experientes passaram mais tempo junto a fonte sonora quando comparados com os inexperientes (proximidade: $U = 161.5$, $n = 12$, $p=0.02$) (Figura 5 e 6).

Figura 5 - Frequência média ($X \pm EPM$) dos comportamentos exibidos pelos machos adultos de sagui, *Callithrix jacchus*, quando expostos a vocalização de filhotes após o tratamento com o veículo para os animais experientes (barra branca) e inexperientes (barra preta). * Teste Mann Whitney, $p \leq 0,05$.

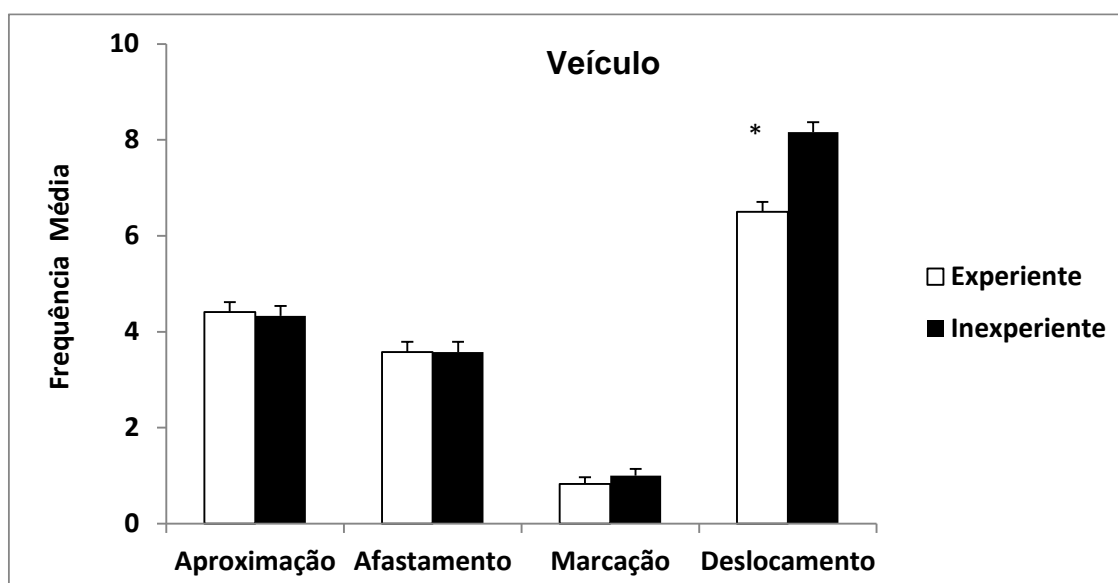
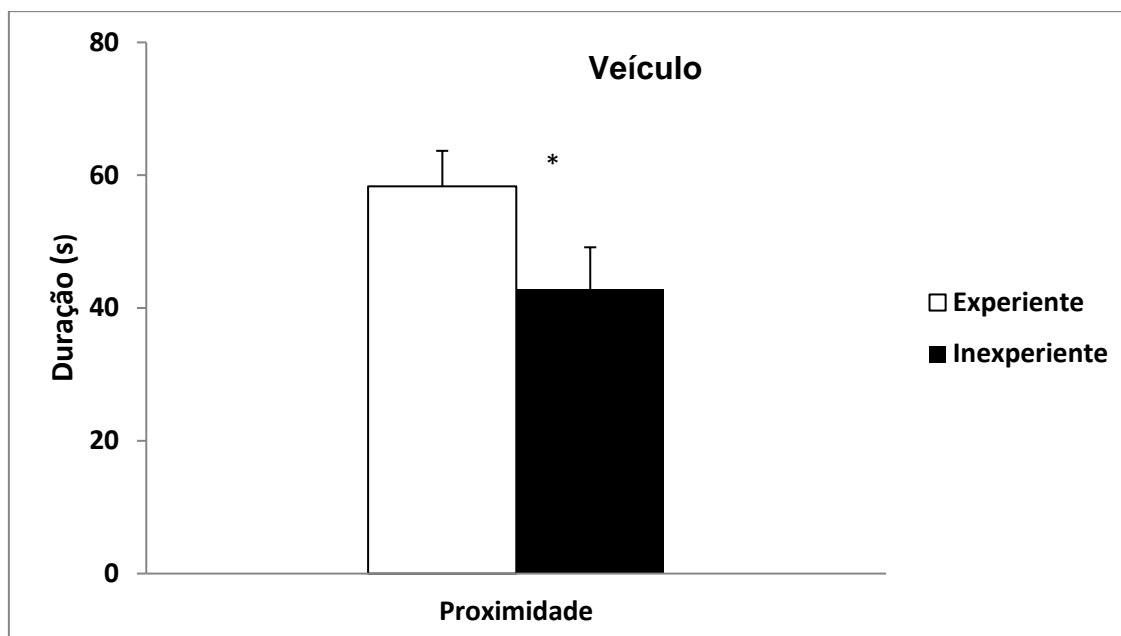


Figura 6 - Duração média ($X \pm EPM$) do tempo de proximidade exibidos pelos machos adultos de sagüi, *Callithrix jacchus*, quando expostos a vocalização de filhotes após o tratamento com o veículo para os animais experientes (barra branca) e inexperientes (barra preta). * Teste Mann Whitney, $p \leq 0,05$.



De forma similar após o tratamento com a bromocriptina também não foi encontrado diferença significativa na resposta comportamental dos animais quando foi avaliado o efeito da experiência no cuidado (aproximação: $U = 161.5$, $n = 12$, $p = 0.48$; afastamento: $U = 176$, $n = 12$, $p = 0.33$; marcação de cheiro: $U = 173$, $n = 12$, $p = 0.53$), exceto para o número de **deslocamentos** em que os animais inexperientes se deslocaram mais pela gaiola do que os animais experientes ($U = 150.5$, $n = 12$, $p = 0.04$) e para o tempo de **proximidade** em que os animais experientes passaram mais tempo junto a fonte sonora quando comparados com os inexperientes (proximidade: $U = 160.5$, $n = 12$, $p=0.03$) (Figura 7 e 8).

Figura 7 - Frequência média ($X \pm EPM$) dos comportamentos exibidos pelos machos adultos de sagüi, *Callithrix jacchus*, quando expostos a vocalização de filhotes após o tratamento com a bromocriptina para os animais experientes (barra branca) e inexperientes (barra preta). * Teste Mann Whitney, $p \leq 0,05$.

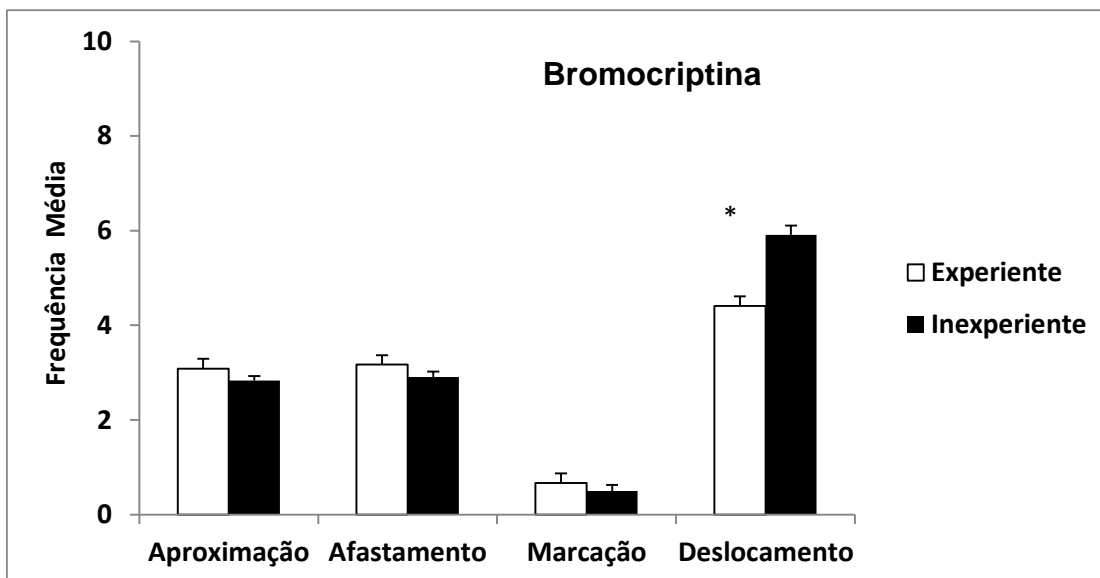
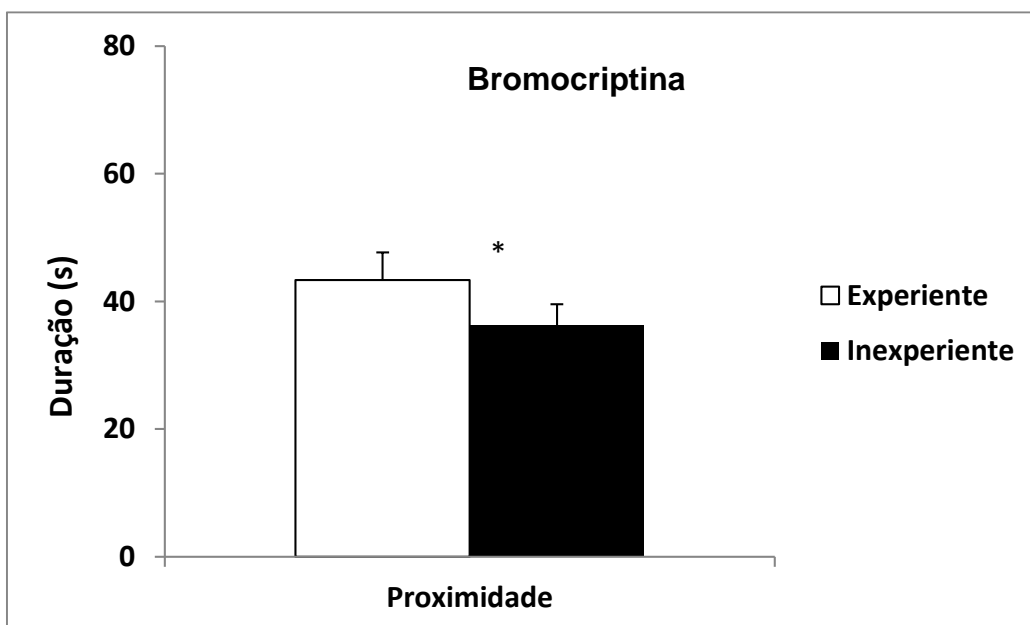


Figura 8 - Duração média ($X \pm EPM$) do tempo de proximidade exibidos pelos machos adultos de sagüi, *Callithrix jacchus*, quando expostos a vocalização de filhotes após o tratamento com a Bromocriptina para os animais experientes (barra branca) e inexperientes (barra preta). * Teste Mann Whitney, $p \leq 0,05$.



6. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nesse estudo mostraram que os machos adultos de sagui responderam de forma diferente quando expostos a vocalização do filhote após a diminuição dos níveis da prolactina pela bromocriptina. Foi encontrado que os animais se deslocaram mais, se aproximaram mais e permaneceram próximos à fonte sonora por mais tempo na condição controle (veículo) do que quando administrados com a bromocriptina, o que sugere que a redução farmacológica da prolactina possivelmente diminuiu a responsividade dos machos ao estímulo sonoro dos infantes recém-nascidos. Sendo assim, nossa primeira hipótese foi confirmada.

Os hormônios podem desempenhar um importante papel na motivação dos machos de *C. jacchus* no cuidado parental. Os efeitos da prolactina no comportamento dos pais foram estudados tanto dentro do contexto familiar, como fora dele (SCHRADIN E ANZENBERGER, 2002). O primeiro estudo que mostrou uma associação da prolactina com o cuidado paterno foi realizado por Dixson e George (1982) que demonstraram um aumento nos níveis de prolactina dos pais e ajudantes quando transportava os filhotes. Também foi verificada uma associação de níveis elevados de prolactina em pais e ajudantes não reprodutivos de ambos os sexos com o nascimento dos filhotes (MOTA et al., 2006). Logo, assim como evidenciado em estudos anteriores, a prolactina parece influenciar a responsividade aloparental de machos de sagui.

Vários estudos têm investigado o efeito de bloqueadores da liberação de alguns hormônios, como a prolactina. Como descrito anteriormente, sua secreção é inibida endogenamente pela dopamina. A bromocriptina, substância agonista dopaminérgica, diminui a liberação fisiológica da prolactina e do comportamento parental em algumas espécies (*Phodopus campbelli*: DE GREEF E VISSER, 1981, *Rattus norvegicus*: BRIDGES et al., 1990). Estudo realizado por Bridges e Ronsheim (1986), mostrou que a supressão da prolactina pela bromocriptina em fêmeas de ratos ovariectomizadas aumentou a latência para a exibição do comportamento materno. Jones e Wynne-Edwards (2000) encontraram uma diminuição na responsividade parental em machos e fêmeas de hamster (*Phodopus campbelli*) após a redução dos níveis circulantes de prolactina pela administração diária da bromocriptina nos 3 dias que antecederam o parto. Neste sentido, a elevação da prolactina antes do nascimento é crítica para a expressão do comportamento parental nessa espécie.

Roberts e colaboradores (2001) avaliaram a resposta de machos e fêmeas de *C. jacchus* não pareados e inexperientes no cuidado aos filhotes em testes de recuperação dos infantes após tratamento com a bromocriptina. Foi verificado que 50% dos animais recuperaram os infantes; todavia, esses animais, apresentaram um maior período de latência para a apresentação do comportamento e uma diminuição na duração dos episódios de carregar. Por outro lado, Almond, Brown e Keverne (2005) não encontraram diferença significativa na expressão do cuidado parental em machos experientes de sagui após a inibição dos níveis de prolactina.

Entre os fatores não hormonais que influenciam o padrão de comportamento de cuidado, a experiência prévia tem sido sugerida como tendo papel importante. Em calitriquídeos, Snowdon (1996) mostrou que machos e fêmeas de *Saguinus oedipus* que não cuidaram anteriormente dos irmãos mais novos enquanto no grupo familiar tem pouco sucesso no cuidado parental. Adicionalmente, estudos realizados por Pryce (1993) e Ingram (1977) em *C. jacchus* verificaram que os ajudantes que tiveram contato prévio com infantes carregaram mais frequentemente do que os animais sem experiência anterior. Além disso, mães experientes no cuidado mostraram-se mais responsivas aos filhotes, o que favoreceu o aumento na taxa de sobrevivência da prole. Sugere-se que a experiência prévia influencia a latência e a eficácia do comportamento parental exibido pelos cuidadores.

No nosso estudo foi observado que os machos experientes passaram mais tempo próximo a fonte sonora (estímulo do infante) do que os animais inexperientes, tanto na condição controle como experimental (bromocriptina), o que confirma parcialmente a nossa segunda hipótese que a experiência prévia no cuidado aloparental influencia a responsividade dos machos de sagui ao estímulo do infante. Por outro lado, os animais inexperientes no cuidado se deslocaram mais pela gaiola em ambas as condições quando comparados com os experientes. Esse resultado pode ser explicado pelo fato dos animais inexperientes no cuidado terem sido expostos pela primeira vez aos registros de vocalização de infantes recém-nascidos, o que provavelmente pode ter ocasionado estresse o que foi evidenciado pelo maior número de deslocamentos pela gaiola.

Outro aspecto observado no presente estudo, foi que os machos de *C. jacchus* administrados com a bromocriptina e com experiência anterior, tiveram uma queda menos acentuada na resposta comportamental quando comparados aos machos sem experiência anterior com filhotes, corroborando assim com a pesquisa realizada por

Fleming e colaboradores. (1996) onde foi demonstrado que o comportamento aloparental provavelmente apresenta uma independência dos hormônios à medida que os pais ganham experiência no cuidado com a prole.

Outra explicação para esse fator pode ser devido ao fato de machos de *C. jacchus* com experiência anterior no cuidado da prole sempre apresentarem maiores níveis de prolactina do que os machos que ainda não foram pais (DIXSON E GEORGE, 1982; SCHRADIN et al., 2003), mesmo em períodos em que não existam filhotes no grupo (SCHRADIN et al., 2003), demonstrando dessa forma que o fato de se tornar pai, por si só é nitidamente um fator muito importante na maior secreção de prolactina e esse aumento parece possuir um caráter permanente no padrão de secreção de prolactina (SCHRADIN E ANZENBERGER, 2005).

Embora a prolactina pareça ser um fator importante para a regulação do cuidado paterno em macacos do Novo Mundo (SCHRADIN et al., 2003), não se sabe se a prolactina estimula o cuidado parental ou se o aumento dos níveis da prolactina é uma resposta ao filhote (SCHRADIN E ANZENBERGER, 2002). É importante ressaltar, que os hormônios dentre eles a prolactina, não pode ser considerada o único fator para explicar o início do cuidado paterno (BROWN, 1985; SCHRADIN E ANZENBERGER, 1999; WYNNE-EDWARDS E REBURN, 2000). Outros fatores devem ser levados em consideração na regulação do comportamento de cuidado, como experiências anteriores, a influência do status social dentro do grupo, a companhia de uma fêmea grávida e os estímulos sensoriais dos filhotes. As interações entre esses fatores não são totalmente compreendidas, tornando-se necessárias novas pesquisas sobre a regulação do cuidado paterno e aloparental (SCHRADIN E ANZENBERGER, 2001, 2002).

7. CONCLUSÕES

A partir dos resultados encontrados nesse estudo podemos concluir que a prolactina parece facilitar a responsividade aloparental de machos adultos de sagui ao estímulo vocal de infantes recém-nascidos, tendo em vista que a sua redução farmacológica pela bromocriptina reduziu a resposta comportamental dos machos à vocalização dos infantes.

A experiência prévia no cuidado aloparental influencia a resposta comportamental dos machos de sagui ao estímulo vocal de infantes. Assim, sugere-se que a prolactina pode ser importante para facilitar a responsividade aloparental dos animais ao estímulo do infante, mas não é essencial para a sua expressão sendo outros fatores envolvidos na modulação desse comportamento como a experiência prévia no cuidado e os estímulos sensoriais dos filhotes.

8. REFERÊNCIAS

- ABBOTT, DAVID H. et al. **Aspects of common marmoset basic biology and life history important for biomedical research**. Comparative medicine, v. 53, n. 4, p. 339-350, 2003.
- ALCOCK, J. (2001) **Animal Behavior: An evolutionary approach**. 7. ed. Sinauer Associates, Sunderland.
- ALMOND, ROSAMUNDE EA; BROWN, GILLIAN R.; KEVERNE, ERIC B. (2005) **The effect of lowering prolactin on the expression parental care in paternally experienced male common marmosets (*Callithrix jacchus*)**. Hormones and Behavior, v. 48, n. 1, p. 87.
- ANGELIER, FRÉDÉRIC & SHAFFER, SCOTT & WEIMERSKIRCH, HENRI & CHASTEL, OLIVIER. (2006). **Effect of age, breeding experience and senescence on corticosterone and prolactin levels in a long-lived seabird: The wandering albatross**. General and comparative endocrinology. 149. 1-9. 10.1016/j.ygcen.2006.04.006.
- AURICCHIO, PAULO. (1995) **Primatas do Brasil**. Terra Brasilis Comércio de Material Didático e Editora.
- BAHR, N. I., PRYCE, C. R., DOBELI, M. E MARTIN, R. D. (1998) **Evidence from urinary cortisol that maternal behavior is related to stress in gorillas**. Physiology and Behavior, 64: 429-437.
- BALES, K., DIETZ, J.M., BAKER, A., MILLER, K., TARDIF, S.D., 2000. **Effects of allocare-givers on fitness of infants and parents in callitrichid primates**. Folia Primatol. 71, 27-38.
- BARBOSA, Maricele Nascimento. **Resposta comportamental e hormonal de machos não reprodutores de sagüi, *Callithrix jacchus*, a estímulos sensoriais de filhotes não aparentados**. 2009. 134 f. Tese (Doutorado em Estudos de Comportamento; Psicologia Fisiológica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.
- BARDI, M., SHIMIZU, K., FUJITA, S., BORGOGNINI-TARLI, S. E HUFFMAN, M. A. (2001) **Hormonal correlates of maternal style in captive macaques (*Macaca fuscata*, *M. mulatta*)**. International Journal of Primatology, 22: 647-662.
- BLÜM, V., FIEDLER, K., 1965. **Hormonal control of reproductive behavior in some cichlid fish**. Gen. Comp. Endocrinol. 5, 186– 196.
- CHRISTINE BOLE-FEYSOT, VINCENT GOFFIN, MARC EDERY, NADINE BINART, PAUL A. KELLY; **Prolactin (PRL) and Its Receptor: Actions, Signal Transduction Pathways and Phenotypes Observed in PRL Receptor Knockout Mice**, Endocrine Reviews, Volume 19, Issue 3, 1 June 1998, Pages 225–268, <https://doi.org/10.1210/edrv.19.3.0334>

BRIDGES, R. S., & RONSHEIM, P. M. (1986). **Prolactin regulation of maternal behavior in female rats: bromocriptine treatment delays and prolactin treatment reinstates the rapid onset of behavior.** Soc Neurosci Abst, v. 12, p. 1160.

BRIDGES, R. S., NUMAN, M., RONSHEIM, P. M., MANN, P. E., & LUPINI, C. E. (1990). **Central prolactin infusions stimulate maternal behavior in steroid-treated, nulliparous female rats.** Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 87, n. 20, p. 8003-8007.

BRIDGES, R.S., 1996. **Biochemical basis of parental behavior in the rat.** Adv. Study Behav. 25, 215-242.

BROOKS, P.L., VELLA, E.T., WYNNE-EDWARDS, K.E., 2005. **Dopamine agonist treatment before and after the birth reduces prolactin concentration but does not impair paternal responsiveness in Djungarian hamsters, *Phodopus campbelli*.** Horm. Behav. 47, 358–366.

BROWN, R. E. E MOGER, W. H. (1983) **Hormonal correlates of parental behavior in male rats.** Hormones and Behavior, 17: 356-365.

BROWN, R.E., 1985. **Hormones and paternal behavior in vertebrates.** Am. Zool. 25, 895– 910.

BROWN, R.E.; MURDOCH, T.; MURPHY, P.R., MOGER, W.H., 1995. **Hormonal responses of male gerbils to stimuli from their mate and pups.** Horm. Behav. 29, 474-491.

BUNTIN, J.D., WALSH, R.J., 1988. **In vivo autoradiographic analysis of prolactin binding in brain and choroid plexus of the domestic ring dove.** Cell Tissue Res. 251, 105– 109.

BUNTIN, J.D., BECKER, G.M., RUZYCKI, E., 1991. **Facilitation of parental behavior in ring doves by systemic or intracranial injections of prolactin.** Horm. Behav. 25, 424–444.

CLARKE, J. M. (1994) **The common marmoset (*Callithrix jacchus*).** ANZCCART news, v. 7, n. 2, p. 1-8.

CLUTTON-BROCK, T. H. (1991) **The evolution of parental care.** Princeton, Princeton University Press.

CLUTTON-BROCK, T. H. E GOLDFRAY, C. (1991) **Parental investment.** Em: J. R. Krebs e N. B. Davies. (eds.) Behavioural Ecology. Oxford: Blackwell Scientific Publications. Pp. 235-262.

DE GREEF, W. J.; VISSER, T. J. (1981) **Evidence for the involvement of hypothalamic dopamine and thyrotrophin-releasing hormone in suckling-induced release of prolactin.** Journal of Endocrinology, v. 91, n. 2, p. 213-223.

DELAHUNTY, K.M., MCKAY, D.W., NOSEWORTHY, D.E., STOREY, A.E., 2007. **Prolactin responses to infant cues in men and women: effects of parental experience and recent infant contact.** *Horm. Behav.* 51, 213–220.

DIXSON, A.F., GEORGE, L., 1982. **Prolactin and parental behaviour in a male New World primate.** *Nature* 299, 551– 553.

DIXSON, A. F. E FLEMING, D. (1981) **Parental behaviour and infant development in owl monkeys (*Aotus trivirgatus*).** *Journal Zoo Lond*, 194: 25-39.

EDWARDS, H.E., REBURN, C.J., WYNNE-EDWARDS, K.E., 1995. **Daily patterns of pituitary prolactin secretion and their role in regulating maternal serum progesterone concentrations across pregnancy in the Djungarian hamster (*Phodopus campbelli*).** *Biol. Reprod.* 52, 814– 823.

ERWIN, J.; SACKETT, G. P. (1990) **Effects of managements methods, social organization, and physical space on primate behavior and health.** *American Journal of Primatology*, v. 20, p. 23-30.

FERRARI, S.F., DIGBY, L.J., 1996. **The Callithrix groups: stable extended families?** *Am. J. Primatol.* 26, 109-118.

FIEDLER, K., 1974. **Hormonale Kontrolle des Verhaltens bei Fischen.** *Fortschr. Zool.* 22, 268– 309.

FLEMING AS, MORGAN HD, WALSH C. 1996. **Experiential factors in postpartum regulation of maternal care.** In: Rosenblatt JS, Snowdon CT, editors. *Parental care: evolution mechanisms and adaptive significance. Advances in the study of behavior.* San Diego: Academic Press. p 295–326.

FLEMING, A. S., STEINER, M. E CORTER, C. (1997) **Cortisol, hedonics, and maternal responsiveness in human mothers.** *Hormones and Behavior*, 32: 85-98.

FLEMING, A.S., CORTER, C., STALLINGS, J., STEINER, M., 2002. **Testosterone and prolactin are associated with emotional responses to infant cries in new fathers.** *Horm. Behav.* 42, 399-413.

FREEMAN, M.E., KANYICKSKA, B., LERANT, A., NAGY, G., 2000. **Prolactin: structure, function, and regulation of secretion.** *Physiol. Rev.* 80, 1523– 1631.

FROHMAN, L.; CAMERON, J.; WISE, P. (1999) **Neuroendocrine systems II: growth, reproduction, and lactation.** ZIGMOND, MJ; BLOOM, FE; LANDIS, SC; ROBERTS, JL, p. 1150-1187.

GOLDSMITH, A. R. (1982) **Plasma concentrations of prolactin during incubation and parental feeding throughout repeated cycles in canaries (*Serinus canarius*).** *Journal of Endocrinology*, 94: 51-59.

GONZALEZ, Paulo Gabriel. **Caracterização farmacológica de artéria pulmonar de *Callithrix jacchus***: importância do sistema nervoso parassimpático? 2014. 68 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas, Campinas, SP.

GUBERNICK, D.J., NELSON, R.J., 1989. **Prolactin and paternal behavior in the biparental califórnia mouse, *Peromyscus californicus***. Horm. Behav. 23, 203-210.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. (2011) **Tratado de Fisiologia Médica**. 12^a ed. Rio de Janeiro, Elsevier Ed.

HOFFMAN, K. A., MENDOZA, S. P., HENESSY, M. B. E MASON, W. A. (1995) **Responses of infant titi monkeys, *Callicebus moloch*, to removal of one or both parents**: evidence for paternal attachment. Dev Psychobiology, 28: 399-407.

INGRAM, JENNIFER C. (1977) **Interactions between parents and infants, and the development of independence in the common marmoset (*Callithrix jacchus*)**. Animal Behaviour, v. 25, p. 811-827.

JONES, JENNIFER S.; WYNNE-EDWARDS, KATHERINE E. (2000) **Paternal hamsters mechanically assist the delivery, consume amniotic fluid and placenta, remove fetal membranes, and provide parental care during the birth process**. Hormones and Behavior, v. 37, n. 2, p. 116-125.

KINDLER, P.M., BAHR, J.M., GROSS, M.R., PHILIPP, D.P., 1991. **Hormonal regulation of parental care behavior in nesting male bluegills: Do the effects of bromocriptine suggest a role for prolactin?** Physiol. Zool. 64 (1), 310–322.

L BROOKS, PATRICIA & VELLA, EMILY & WYNNE-EDWARDS, KATHERINE. (2005). **Dopamine agonist treatment before and after the birth reduces prolactin concentration but does not impair paternal responsiveness in Djungarian hamsters, *Phodopus campbelli***. Hormones and behavior. 47. 358-66. 10.1016/j.yhbeh.2004.10.003.

MARTINS, Ismênia Gurgel. **Padrão de atividades do sagüi *callithrix jacchus* numa área de caatinga**. 2006. 67 f. Dissertação (Mestrado em Estudos de Comportamento; Psicologia Fisiológica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

MCNEILLY, A. S., ABBOTT, D. H., LUNN, S. F., CHAMBERS, P. C., & HEARN, J. P. (1981). **Plasma prolactin concentrations during the ovarian cycle and lactation and their relationship to return of fertility post partum in the common marmoset (*Callithrix jacchus*)**. Journal of reproduction and fertility, v 62, n. 2, p. 353-360.

MENDOZA, S. P. E MASON, W. A. (1986) **Parental division of labour and differentiation of attachments in a monogamous primate (*Callicebus moloch*)**. Animal Behavior, 34: 1336-1347.

MIRANDA, G. D. (1997). **Aspectos da Ecologia e Comportamento Do Mico-estrela (*Callithrix penicillata*) No Cerradão Cerrado Denso da Área de Proteção Ambiental (APA) Do Gama e Cabeça-de-Veado/DF**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

MOEHLMAN, P. D. E HOFER, H. (1997) **Cooperative breeding, reproductive suppression, and body mass in canids**. Em: N. G. Solomon e J. A. French. (eds.) *Cooperative Breeding in Mammals*. Cambridge: Cambridge University Press. pp. 76-149.

MOTA, M.T., SOUSA, M.B.C., 2000. **Prolactin levels of fathers and helpers related to alloparental care in common marmosets (*Callithrix jacchus*)**. *Folia Primatol.* 71, 22–26.

MOTA, M.T.S., FRANCI, C.S., SOUSA, M.B.C., 2006. **Hormonal changes related to paternal and alloparental care in common marmosets (*Callithrix jacchus*)**. *Horm. Behav.* 49, 293-302.

NISWENDER, G. D., JUENGEL, J. L., SILVA, P. J., ROLLYSON, M. K., & MCINTUSH, E. W. (2000). **Mechanisms controlling the function and life span of the corpus luteum**. *Physiological reviews*, v. 80, n. 1, p. 1-29.

NUNES, S., FITE, J.E., FRENCH, J.A., 2000. **Variation in steroid hormones associated with infant care behaviour and experience in male marmosets (*Callithrix kuhlii*)**. *Anim. Behav.* 60, 857–865.

POINDRON, PASCAL; LE NEINDRE, PIERRE. (1980) Endocrine and sensory regulation of maternal behavior in the ewe. *Advances in the Study of Behavior*, v. 11, p. 75-119.

PRUDOM, S.L., BROZ, C.A., SCHULTZ-DARKEN, N., FERRIS, C.T., SNOWDON, C., ZIEGLER, T.E., 2008. **Exposure to infant scent lowers serum testosterone in father common marmosets (*Callithrix jacchus*)**. *Biol. Lett.* 4, 603–605.

PRYCE, CHRISTOPHER R. (1993) **The regulation of maternal behaviour in marmosets and tamarins**. *Behavioural processes*, v. 30, n. 3, p. 201-224.

REBURN, C.J., WYNNE-EDWARDS, K.E., 1999. **Hormonal changes in males of a naturally biparental and a uniparental mammal**. *Horm. Behav.* 35, 163–176.

REBURN, CATHARINE J.; WYNNE-EDWARDS, KATHERINE E. (2000) **Cortisol and prolactin concentrations during repeated blood sample collection from freely moving, mouse-sized mammals (*Phodopus spp.*)**. *Comparative medicine*, v. 50, n. 2, p. 184-198.

REDICAN, W.K., TAUB, D.M., 1981, **Male parental care in monkeys and apes**. In: Lamb, M.E. (Ed.), *The role of the father in child development*. New York: Wiley. pp, 203-258.

ROBERTS, R. L., JENKINS, K. T., LAWLER, T., WEGNER, F. H., NORCROSS, J. L., BERNHARDS, D. E., AND NEWMAN, J. D. (2001a). **Prolactin levels are**

elevated after infant carrying in parentally inexperienced common marmosets. *Physiology and Behavior*. 72, 713-720

ROBERTS, R. LUCILLE & T. JENKINS, KOSUNIQUE & LAWLER, THEODORE & H. WEGNER, FREDERICK & NEWMAN, JOHN. (2001). **Bromocriptine Administration Lowers Serum Prolactin and Disrupts Parental Responsiveness in Common Marmosets (*Callithrix jacchus*)**. *Hormones and behavior*. 39, 106-12.

ROTHER, H. E. DARMS, K. (1993) **The social organization of marmosets: a critical evaluation of recent concepts.** Em: A. B. Rylands (ed.) *Marmosets and Tamarins: Systematics, Behaviours, and Ecology*. Oxford: Oxford University Press. pp. 176-199.

RUITER, A.J.H.D., BONGA, S.E.W., SLIJKHUIS, H., BAGGERMAN, B., 1986. **The effect of prolactin on fanning behavior in the male three-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus* L.** *Gen. Comp. Endocrinol.* 64, 273–283.

RYLANDS, A. B.; SCHENEIDER, O.; LANGGUTH, A.; MITTERMEIER, R. A.; GROVES, C. P.; RODRIGUÉZ-LUNA, E. (2000). **An assessment of the diversity of New World Primates.** *Neotropical Primates*, 8(2), 61-93.

RYLANDS, A. B., AND DE FARIA, D. S. (1993). **Habitats, feeding ecology, and home range size in the genus *Callithrix***. In: Rylands, A. B. (ed.), *Marmosets and Tamarins: Systematics, Behaviour, and Ecology*. Oxford University Press, Oxford. pp. 262–272.

RYLANDS, ANTHONY B. (1989) **Sympatric Brazilian callitrichids: the black tufted-ear marmoset, *Callithrix kuhli*, and the golden-headed lion tamarin, *Leontopithecus chrysomelas***. *Journal of Human Evolution*, v. 18, n. 7, p. 679-695.

SAITO, A., NAKAMURA, K., 2011. **Oxytocin changes primate parental tolerance to offspring in food transfer.** *J. Comp. Physiol. A Neuroethol. Sens. Neural Behav. Physiol.* 197, 329–337.

SALTZMAN, WENDY & L PRUDOM, SHELLEY & SCHULTZ DARKEN, NANCY & ABBOTT, DAVID. (2000). **Reduced adrenocortical responsiveness to adrenocorticotrophic hormone (ACTH) in socially subordinate female marmosets.** *Psychoneuroendocrinology*. 25. 463-477. 10.1016/S0306-4530(00)00003-2.

SCHIEL, NICOLA; HUBER, LUDWIG. (2006) **Social influences on the development of foraging behavior in free-living common marmosets (*Callithrix jacchus*)**. *American Journal of Primatology*, v. 68, n. 12, p. 1150-1160.

SCHRADIN, C., ANZENBERGER, G., 1999. **Prolactin, the hormone of paternity.** *News Physiol. Sci.* 14, 223–231.

SCHRADIN, CARSTEN; ANZENBERGER, GUSTL. (2001) **Costs of infant carrying in common marmosets, *Callithrix jacchus*: an experimental analysis.** *Animal Behaviour*, v. 62, n. 2, p. 289-295.

SCHRADIN, CARSTEN; ANZENBERGER, GUSTL. (2002) **Why do New World monkey fathers have enhanced prolactin levels**. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, v. 11, n. S1, p. 122-125.

SCHRADIN, C., REEDER, D., MENDOZA, S., ANZENBERGER, G., 2003. **Prolactin and paternal care**: comparison of three species of monogamous New World monkeys (*Callicebus cupreus*, *Callithrix jacchus*, and *Callimico goeldii*). *J. Comp. Psychol.* 117, 166– 175.

SCHRADIN, CARSTEN & ANZENBERGER, GUSTL. (2005). **Development of prolactin levels in marmoset males**: From adult son to first-time father. *Hormones and behavior*. 46. 670-7. 10.1016/j.yhbeh.2004.04.010.

SLAWSKI, B.A., BUNTIN, J.D., 1995. **Preoptic area lesions disrupt prolactin induced parental feeding behavior in ring doves**. *Horm. Behav.* 29, 248– 266.

SMITH, R.J.F., HOAR, W.S., 1967. **The effects of prolactin and testosterone on the parental behaviour of the male stickleback *Gasterosteus aculeatus***. *Anim. Behav.* 15, 342– 352.

SNOWDON CT. 1996. **Infant care in cooperatively breeding species**. In: Rosenblatt JS, Snowdon CT, editors. *Parental care: Evolution mechanisms and adaptive significance*. *Advances in the study of behavior*. San Diego: Academic Press. p 643–689.

SNOWDON, C. T. E SOINI, S. J. (1982) **Parental behavior in primates**. Em: H. E. Fitzgerald, J. A. Mullins e P. Gage (eds.) *Child Nurturance*.V. 3. Plenum Press, New York. Pp. 63-108.

SOLOMON, N.G., GETZ, L.L., 1997. **Examination of alternative hypotheses for cooperative breeding in Rodentia**. In: Solomon, N.G., French. J.A. (Eds.), *Cooperative Breeding in Mammals*. Cambridge: Cambridge University Press. pp, 199-230.

STALLINGS, J. E FLEMING, A. S., CORTER, S., WORTHMAN, C. E STEINER, M. (2001) **The effects of infant cries and odors on sympathy, cortisol and autonomic responses in new mothers and nonpostpartum women**. *Parent Science Pract*, 1(1): 71-100.

STERN, J. M. E SIEGEL, H. I. (1978) **Prolactin release in lactating, primiparous and multiparous thelectomized and maternal virgin rats exposed to pup stimuli**. *Biology of Reproduction*, 19: 177-182.

STOREY, A.E., WALSH, C.J., QUINTON, R.L., WYNNE-EDWARDS., 2000. **Hormonal correlates of paternal responsiveness in new and expectant fathers**. *Evolution Human Behavi.* 21, 79-95.

STOREY, ANNE & ZIEGLER, TONI. (2015). **Primate paternal care: Interactions between biology and social experience.** *Hormones and behavior*. 77. 10.1016/j.yhbeh.2015.07.024.

TARDIF SD. 1997. **The bioenergetics of paternal behavior and the evolution of alloparental care in marmosets and tamarins.** In: Solomon NG, French JA, editors. *Cooperative breeding in mammals*. Cambridge England: Cambridge University Press. p 11–33.

TAYLOR, JACK H., FRENCH, JEFFREY A., **Oxytocin and vasopressina enhance responsiveness to infant stimuli in adult marmosets,** *Hormones and Behavior* (2015), doi: 10.1016/j.yhbeh.2015.10.002.

UEHARA, S., UNO, Y., NAKANISHI, K., ISHII, S., INOUE, T., SASAKI, E., & YAMAZAKI, H. (2017). **Marmoset cytochrome P450 3A4 expressed in liver and small intestine tissues efficiently metabolizes midazolam, alprazolam, nifedipine, and testosterone.** *Drug Metabolism and Disposition*, p. dmd.116.074898

WYNNE-EDWARDS, K.E., REBURN, C.J., 2000. **Behavioral endocrinology of mammalian fatherhood.** *TREE* 15, 464– 468.

WYNNE-EDWARDS, K.E., 2001. **Hormonal changes in mammalian fathers.** *Horm. Behav.* 40, 139-145.

YAMAMOTO ME. 1993. **From dependence to sexual maturity: the behavioural ontogeny of Callitrichidae.** In: Rylands AB, editor. *Marmosets and tamarins: systematics, behaviour, and ecology*. Oxford: Oxford University Press. p 220–234.

ZIEGLER, T.E., WASHABAUGH, K.F., SNOWDON, C.T., 2004b. **Responsiveness of expectant male cotton-top tamarins, *Saguinus oedipus*, to mate's pregnancy.** *Horm. Behav.* 45, 84–92.

ZIEGLER, T.E., SCHULTZ-DARKEN, N.J., SCOTT, J.J., SNOWDON, C.T., FERRIS, 2005. **Neuroendocrine response to female periovulatory odors depends upon social condition in male common marmosets, *Callithrix jacchus*.** *Horm. Behav.* 47, 56–64.

ZIEGLER, T.E., PRUDOM, S.L., ZAHED, S.R., PARLOW, A.F., WEGNER, F.H., 2009. **Prolactin's mediative role in male parenting in parentally experienced marmosets (*Callithrix jacchus*).** *Horm. Behav.* 56, 436–443.

ZIEGLER, T.E., WEGNER, F.H., CARLSON, A.A., LAZARO-PEREA, C., SNOWDON, C.T., 2000. **Prolactin levels during the periparturitional period in the biparental cotton-top tamarin (*Saguinus oedipus*): interactions with gender, androgen levels, and parenting.** *Horm. Behav.* 38, 111–122.

ZIEGLER, TONI & J PETERSON, LAURA & SOSA, MEGAN & BARNARD, ALLISON. (2011). **Differential endocrine responses to infant odors in common marmoset (*Callithrix jacchus*) fathers**. *Hormones and behavior*. 59. 265-70. 10.1016/j.yhbeh.2010.12.001.