

A fase fértil da fêmea sincroniza o perfil diário da marcação de cheiro em sagüis (*Callithrix jacchus*) machos?

Paula Rocha de Melo¹, Christina da Silva Camillo², Crhistiane Andressa da Silva²,
Alexandre Augusto de Lara Menezes³ e Carolina Virgínia Macêdo Azevedo⁴

¹Aluna bolsista CNPq/PIBIC, ²Alunas Pós-graduação em Psicobiologia, ³Professor Co-orientador, ⁴Professora Orientadora/Laboratório de Cronobiologia, Departamento de Fisiologia - Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Resumo

Em roedores, a ritmicidade circadiana da atividade locomotora de machos é modulada pelo ciclo estral das fêmeas. Com o objetivo de verificar a existência de modulação do ciclo ovariano das fêmeas sobre o perfil diário da marcação de cheiro em sagüis machos, foi registrada a freqüência horária deste comportamento em três díades heterossexuais com contato físico parcial. Foram monitorados três ciclos ovarianos para cada díade, sendo as fases determinadas pela dosagem da progesterona fecal pelo método ELISA. Os totais diários da marcação de dois machos aumentaram na fase pré-ovulatória da fêmea. Entretanto, a amplitude aumentou apenas em relação a um ciclo nestes machos. Sugere-se que a fase pré-ovulatória da fêmea module a freqüência da marcação de cheiro dos machos, não sendo possível afirmar se há modulação sobre o ritmo diário.

Palavras-chave: sagüi, ritmos circadianos, ciclo ovariano, marcação de cheiro, sincronização

Abstract

In rodents, the circadian locomotor activity rhythm of males is modulated by the females' estrous cycle. On the purpose to verify the existence of female ovarian cycle modulation on daily profile of scent marking behavior in male marmosets, it was recorded the hourly frequency of this behavior of three heterosexual dyads with partial physical contact. Three ovarian cycles were monitored and the phases were determined by the dosage of fecal progesterone using the ELISA method. Two males increased daily frequencies of scent marking during female preovulatory phase, although the amplitude increased only during one cycle. It is suggested that females' preovulatory phase modulates the frequency of males scent-marking but these results are insufficient to affirm if really there is a modulation of the daily rhythm.

Keywords: marmosets, circadian rhythm, ovarian cycle, scent marking, synchronization

Introdução

Os ritmos biológicos são modificações endógenas e periódicas que acontecem nos seres vivos e possibilitam uma melhor adaptação ao meio ambiente (Menna-Barreto, 2003). Os ritmos podem ser classificados em circadianos, aqueles que completam um ciclo a cada 24h, ultradianos, com mais de um ciclo a cada 24h, e os infradianos, com menos de um ciclo a cada 24h (Halberg *et al.*, 1959).

Um ritmo biológico pode estar ajustado a ciclos geofísicos, como por exemplo o ciclo sono-vigília que é modulado pelo ciclo diário de claro-escuro. Além dos ciclos geofísicos, um ritmo sofre regularmente a influência de outros ritmos biológicos do próprio organismo ou de outros organismos. Em roedores, por exemplo, o ciclo infradiano estral modula tanto o ritmo circadiano de atividade locomotora na fêmea (Albers *et al.*, 1981; Davis e Menaker, 1987; Wollnik e Turek, 1988), quanto o dos machos que a elas estão próximos (Davis e Menaker, 1987). Tal exemplo indica que os ritmos não ocorrem de forma isolada no ambiente, mas recebem pistas temporais que contribuem para sobrevivência do indivíduo e o seu sucesso reprodutivo.

As pistas temporais promovem o ajuste dos ritmos, sincronizando-os através de dois mecanismos: arrastamento e mascaramento. No arrastamento, as pistas temporais (*zeitgebers*) influenciam os osciladores endógenos, estruturas neurais que promovem as flutuações rítmicas, provocando uma modificação na expressão do ritmo (Mrosovsky, 1999). No mascaramento, as pistas temporais não influenciam os osciladores endógenos, mas atuam de forma a acentuar (mascaramento positivo) ou suprimir (mascaramento negativo) a expressão de um ritmo (Mrosovsky, 1999). No trabalho realizado por Davis e Menaker (1987) em *hamsters*, o ciclo estral da fêmea atua como uma pista temporal que modula a expressão do ritmo circadiano de atividade locomotora do macho. Na ausência desta, o macho não apresenta periodicidade infradiana em seu ritmo circadiano de atividade, indicando que a sincronização ocorreu por mascaramento.

Para que uma pista temporal module um ritmo é necessário que o organismo reconheça tal pista. Em sagüis machos, as mudanças fisiológicas (Ferris *et al.*, 2004) e comportamentais (Smith e Abbott, 1998) diante da exposição a odores provenientes da marcação de cheiro de fêmeas ovulando fornecem indícios de que eles reconhecem a fase fértil da fêmea. Deste modo, a sinalização química da fase fértil pode atuar sobre o sistema circadiano do macho, modulando alguns de seus comportamentos, principalmente aqueles relacionados ao contexto reprodutivo desta espécie. Embora não tenham avaliado a ritmicidade circadiana, Ziegler *et al.* (2005)

observaram que sagüis machos aumentam a frequência de determinados comportamentos quando em contato com odores de fêmeas na fase ovulatória em relação a um odor controle.

O repertório desta espécie inclui vários comportamentos com perfil circadiano (Menezes *et al.*, 1993; Menezes *et al.*, 1994; Azevedo *et al.*, 1996). Dentre eles, a marcação de cheiro é caracterizada por uma variação diurna, com um pico no início da manhã e outro no final da tarde (Nogueira *et al.*, 2001). Do ponto de vista funcional, a marcação de cheiro está associada à sinalização química do estado reprodutivo da fêmea, além de ser importante na comunicação entre indivíduos, no estabelecimento e na manutenção do território e da dominância (Epple *et al.*, 1993). Dentro do grupo há uma relação de dominância exercida pelos membros do par reprodutor que, por sua vez, possui um sistema de acasalamento monogâmico (Arruda *et al.*, 2005). Portanto, um aumento da marcação de cheiro do macho reprodutor sincronizado à fase fértil da fêmea pode contribuir para defesa territorial, evitando aproximação de outros machos e aumentando o acesso à fêmea. Desta forma, a fase fértil pode funcionar como pista temporal que sincroniza a marcação de cheiro diária do macho, sendo importante avaliar seu efeito sobre o perfil circadiano deste comportamento. O objetivo deste estudo é verificar se o ciclo ovariano das fêmeas modula o perfil diário do comportamento de marcação de cheiro de sagüis machos.

Metodologia

O experimento foi realizado com três díades heterossexuais adultas de *Callithrix jacchus*, sem experiência reprodutiva, nascidas no Núcleo de Primatologia da UFRN. Os machos foram identificados pelos nomes de Clarus (díade 1), Xande (díade 2) e José (díade 3).

O macho e a fêmea de cada díade foram alojados em gaiolas medindo 0,75 x 0,60 x 1,00 m, divididas em dois compartimentos separados por duas telas de arame afastadas em 10cm uma da outra. Cada compartimento foi preparado para receber um animal da díade, sendo equipado com poleiro, comedouro e bebedouro. Dentro do laboratório, as gaiolas estavam separadas por anteparos de madeira, possibilitando o isolamento visual entre as díades. Entretanto, o contato acústico e olfativo foi total entre todos os animais. Por outro lado, o macho e a fêmea de cada díade tinham contato visual total e contato físico parcial, pois as telas que separavam os compartimentos da gaiola impediam a cópula, mas não evitavam o toque de mãos, pernas e caudas.

Os animais foram mantidos sob condições de temperatura, umidade e iluminação natural, com reforço de iluminação artificial fluorescente das 5:00 às 17:00 h. A alimentação foi servida em horários diferentes, duas vezes ao dia. Pela manhã, consistiu de uma papa rica em

proteínas (pães, ovos e leite) e à tarde de uma alimentação à base de frutas. Uma vez por semana foi fornecida uma suplementação à base de proteína animal e suplemento vitamínico. A água estava disponível *ad libitum*.

Os animais foram filmados durante a fase ativa (das 5:00 às 17:00 h) todos os dias da semana por micro-câmeras (*Seco mod. SC 201 A color*) localizadas em frente a cada gaiola para o registro comportamental. As câmeras estavam conectadas a um aparelho de vídeo cassete “time lapse” (*Samsung mod. SLV-960*) e a um seqüenciador de imagens (*Mythos mod. MCQ2030S*), que permitia a visualização simultânea dos 3 machos. As fitas obtidas nas filmagens foram observadas pelo método focal contínuo, sendo registrada a frequência da marcação de cheiro, conforme definida por Stevenson & Poole (1976) como sendo o ato de esfregar a genitália na gaiola e nos objetos da gaiola como bebedouro, prancha, poleiro e comedouro.

A identificação das fases do ciclo ovariano das fêmeas foi realizada pelo monitoramento dos níveis de progesterona fecal através de método ELISA desenvolvido por Munro e Stabenfeldt (1984) e modificado por Souza e Ziegler (1998) para uso em fezes. De acordo com o critério proposto por Ziegler e Sousa (2002), as fases do ciclo ovariano da fêmea *C. jacchus* são classificadas como folicular (6 dias), periovulatória (4 dias) e luteal (18 dias), com duração total em torno de 28 dias. Neste estudo foram registrados três ciclos ovarianos para cada díade, sendo cada ciclo dividido em duas etapas: antes da ovulação, correspondendo às fases folicular e periovulatória (fase pré-ovulatória) e após a ovulação, correspondendo à fase luteal (fase pós-ovulatória). Em cada uma das etapas foram selecionados, de forma alternada, oito dias de observação. As fezes foram coletadas em dias alternados, entre 6:00 e 9:00 h, sendo a extração e a dosagem de progesterona fecal realizadas no Laboratório de Medidas Hormonais do Departamento de Fisiologia da UFRN. Os coeficientes de variação intra e inter-ensaios foram de 3,77% e 16,79%, respectivamente.

A frequência de todos os episódios de marcação de cheiro do dia foi totalizada e os totais diários obtidos foram submetidos à análise de variância para comparação da frequência média diária da marcação entre os machos em relação às fases do ciclo ovariano. Na presença de diferença estatisticamente significativa foi aplicado o teste de Tukey. Para uma análise mais detalhada, estes procedimentos foram realizados para cada um dos machos, considerando os três ciclos ovarianos consecutivos das suas respectivas fêmeas. O nível de significância considerado foi de 5%.

Além disto, a frequência dos episódios de marcação foi totalizada por hora ao longo de toda a fase ativa dos animais. A partir das séries temporais obtidas foram construídos perfis com

a média por hora da frequência da marcação ao longo da fase ativa (perfis médios diários) pelo programa *El Temps* (Antoni Diez-Nogueira, Universidade de Barcelona). Os parâmetros rítmicos avaliados foram: a amplitude, que consiste na diferença entre os valores máximo e médio do perfil circadiano da marcação de cheiro, e a acrofase, que é o horário com maior probabilidade de que ocorra o valor mais elevado deste comportamento. Esses parâmetros foram calculados pelo método Cosinor (Nelson et al., 1979) e comparados entre as fases do ciclo ovariano das fêmeas através da sobreposição dos intervalos de confiança a 95%.

Resultados

Perfis médios diários

A análise visual dos perfis médios diários da marcação de cheiro dos machos durante os 3 ciclos ovarianos de suas respectivas fêmeas indicou a presença de perfis uni e bimodais, sendo o perfil bimodal mais freqüente na maioria dos animais (Figura 1A). Não foram observadas diferenças nos perfis dos machos entre as fases do ciclo ovariano das fêmeas, sugerindo a ausência de modulação do ciclo ovariano das fêmeas, sobre o perfil diário da marcação de cheiro dos machos.

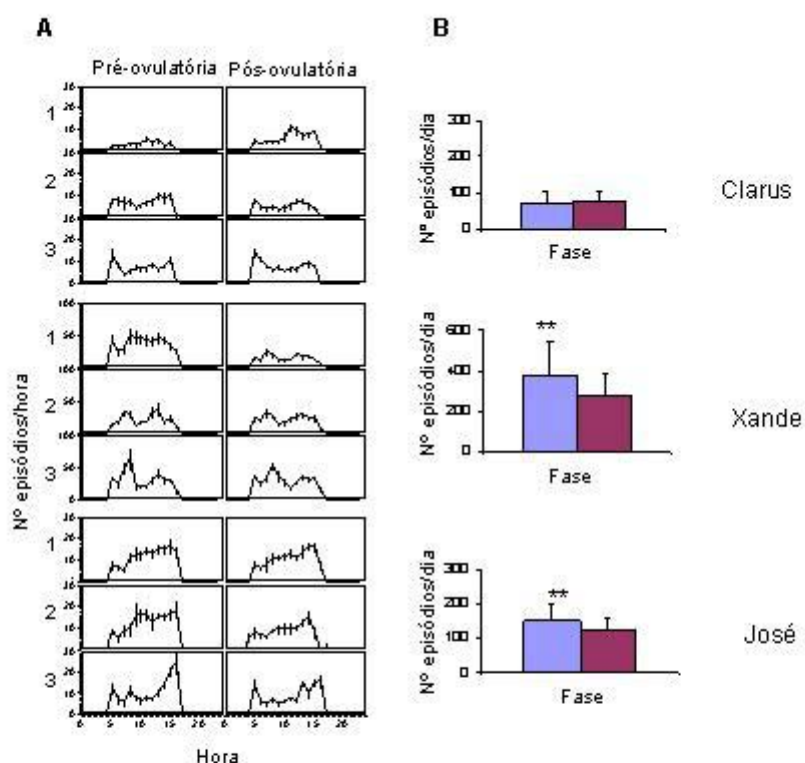


Figura 1 – Perfis médios diários da frequência da marcação de cheiro dos machos nas fases do ciclo ovariano das fêmeas (A) e seus respectivos totais médios diários (B). (1= ciclo 1; 2= ciclo 2; 3= ciclo 3; em azul = fase pré-ovulatória e em vermelho = fase pós-ovulatória). (**Tukey, $p < 0,05$).

A comparação dos intervalos de confiança a 95% das amplitudes da marcação de cheiro apontou redução na fase pré-ovulatória do 1º ciclo da fêmea para Clarus, enquanto que os outros machos apresentaram aumento na marcação de cheiro na fase pré-ovulatória em duas situações: 1º ciclo para Xande e 2º ciclo para José (Tabela 1). As acrofases ocorreram entre 9:06 e 13:03 h, não sendo encontrada variação associada às fases do ciclo ovariano das fêmeas (intervalos de confiança a 95%, Tabela 1).

Tabela 1 – Médias e intervalos de confiança a 95% das amplitudes e acrofases (hh:mm) da frequência diária da marcação de cheiro dos machos

Animal	Fase	Amplitude	Acrofase
Clarus	Pré ₁	2,41 (1,84 - 2,99)*	10:40 (9:45-11:35)
	Pós ₁	4,52 (3,71-5,33)	11:09 (10:27-11:49)
	Pré ₂	4,64 (3,55-5,72)	10:31 (9:37-9:25)
	Pós ₂	3,39 (2,63-4,12)	10:12 (9:19-11:04)
	Pré ₃	4,80 (3,80-5,80)	10:07 (9:18-10:55)
	Pós ₃	4,98 (4,04-5,92)	9:31 (8:48-10:15)
Xande	Pré ₁	26,68 (22,28-31,09)*	10:25 (9:48-11:04)
	Pós ₁	10,02 (8,14-11,90)	10:06 (9:23-10:49)
	Pré ₂	15,11 (12,07-18,14)	10:32 (9:46-11:18)
	Pós ₂	14,83 (12,19-17,46)	10:16 (9:36-10:58)
	Pré ₃	20,61 (16,35-24,87)	9:53 (9:06-10:41)
	Pós ₃	20,31 (17,06-23,57)	10:01 (9:24-10:38)
José	Pré ₁	8,52 (7,16-9,87)	11:28 (10:51-12:04)
	Pós ₁	7,78 (6,51-9,05)	11:12 (10:34-11:49)
	Pré ₂	9,40 (7,65-11,15)*	11:27 (10:44-12:10)
	Pós ₂	6,24 (5,01-7,46)	10:24 (9:39-11:09)
	Pré ₃	6,69 (4,89-8,49)	12:01 (10:58-13:03)
	Pós ₃	5,52 (4,17-6,88)	11:40 (10:43-12:36)

Totais médios diários

Os totais médios diários da marcação de cheiro dos machos apresentaram diferenças entre as fases nos três ciclos ovarianos das fêmeas ($F_{(1,138)} = 7,64$, $p < 0,05$), com as maiores médias na fase pré-ovulatória (Figura 1B). Além disso, a frequência da marcação de cheiro dos animais diferiu em relação às duas fases ($F_{(2,138)} = 4,13$, $p < 0,05$). Xande e José apresentaram maiores médias da marcação de cheiro durante a fase pré-ovulatória da fêmea (Tukey, $p < 0,05$) enquanto que os valores de Clarus não diferiram entre as fases (Tukey, $p > 0,05$; Figura 1B).

A frequência diária da marcação diferiu entre os animais ($F_{(2, 138)} = 102,66$, $p < 0,05$). Xande teve as maiores médias de marcação, enquanto que Clarus apresentou os menores valores (Tukey, $p < 0,05$).

Na análise detalhada entre os ciclos ovarianos para cada animal, observou-se que os valores da marcação de Clarus diferiram entre os ciclos ($F_{(2,42)} = 9,25$, $p < 0,05$), tendo o 1º ciclo menor frequência que o 3º (Tukey, $p < 0,05$). Além disso, houve interação entre ciclo e fase ($F_{(2,42)} = 6,78$, $p < 0,05$). No ciclo 1, Clarus apresentou uma frequência menor na fase pré-ovulatória (Tukey, $p < 0,05$), enquanto que nos ciclos 2 e 3 os valores médios foram semelhantes entre as fases (Tukey, $p > 0,05$).

Em relação a Xande, a interação entre a fase e o ciclo ($F_{(2,42)} = 7,69$, $p < 0,05$) deve-se ao aumento da marcação de cheiro na fase pré-ovulatória apenas no 1º ciclo (Tukey, $p < 0,05$). Por outro lado, José não mostrou interação entre fase e ciclo, pois a fase pré-ovulatória apresentou as maiores médias da marcação de cheiro em todos os ciclos ovarianos ($F_{(2,42)} = 0,72$, $p > 0,05$).

Discussão

No presente estudo não foi encontrada variação regular no perfil circadiano do comportamento de marcação de cheiro dos machos associada ao ciclo ovariano da fêmea. Os perfis diários da marcação foram predominantemente bimodais, sem diferença entre as acrofases ao longo do ciclo ovariano. Em relação à amplitude, o aumento na fase pré-ovulatória em 1 ciclo ovariano para 2 machos é insuficiente para afirmar a existência de modulação. Na medida em que o comportamento de marcação de cheiro em sagüis sofre a influência das interações dentro e entre grupos (Lazaro-Perea *et al.*, 1999), diversos fatores podem interferir no ajuste temporal deste comportamento, contribuindo para as diferenças nas respostas observadas neste estudo.

A diversidade de perfis da marcação de cheiro e a falta de regularidade no aumento da marcação na fase pré-ovulatória de todos os ciclos ovarianos estudados neste trabalho, podem estar relacionadas a características da organização social da espécie e do próprio indivíduo (Marques e Waterhouse, 1994). Nesta espécie, foi demonstrada a existência de variações de “temperamento” entre os grupos, podendo estar associadas a diferenças na expressão comportamental de cada indivíduo (Box, 1975). Desse modo, estas diferenças intra-específicas podem contribuir para a plasticidade encontrada nos perfis do ritmo da atividade locomotora (Erkert e Schardt, 1989) e dos comportamentos de catação (Azevedo *et al.*, 2001) e ainda do comportamento de marcação de cheiro, como evidenciado neste trabalho. Em trabalhos futuros

seria interessante realizar uma avaliação por tempo prolongado e com um número maior de indivíduos, em condições experimentais que diminuam os efeitos da variação individual e maximizem a interação entre o macho e a fêmea.

Por estar também associado ao contexto reprodutivo (Epple, 1970), o comportamento de marcação do macho pode ser afetado pela interação com sua parceira. De acordo com Cirne *et al.* (1994) e Peregrino (1995), a escolha do parceiro para formação de pares em sagüis acontece de forma muito particular para cada indivíduo, podendo ser influenciada pela variação individual. Desse modo, a falta de atração entre a díade pode dificultar o reconhecimento de odores da fase fértil da fêmea e, conseqüentemente, impedir uma modificação expressiva no perfil circadiano da marcação de cheiro. Além da interação com as parceiras, os machos estavam sujeitos a odores de outras fêmeas na sala do experimento, o que pode também ter interferido na resposta comportamental dos machos. A variação na atratividade entre os integrantes da díade e a influência de outros odores podem ter contribuído para as diferenças observadas entre os machos ao longo do ciclo ovariano das fêmeas. Conforme observado, Xande e José aumentaram os totais médios diários da marcação de cheiro na fase pré-ovulatória, enquanto que Clarus não diferiu entre as fases. Além disso, a doença da fêmea da díade de Clarus durante o 1º ciclo ovariano, pode ter influenciado o perfil deste macho.

Um outro fator a ser destacado é a condição de contato físico parcial entre os animais. Nesta condição, o comportamento de roçar o focinho sobre substratos (*nuzziling*) fica inviabilizado. Segundo Smith e Abbott (1998) este comportamento funciona como mecanismo para reconhecer o odor de fêmeas ovulando. Portanto, a condição de contato físico total poderia aumentar a interação entre a díade, facilitando o reconhecimento da fase fértil da fêmea pelo macho. Contudo, esta condição não foi adotada neste estudo para evitar a ocorrência de gestação, permitindo a avaliação dos ciclos ovarianos.

Apesar da ausência de modulação, não é possível descartar a idéia de que a fase fértil da fêmea pode exercer um efeito sincronizador para o macho, tendo em vista que o aumento dos totais médios diários da marcação na fase pré-ovulatória para dois machos reflete um ajuste temporal da frequência deste comportamento. Portanto, a sincronização apresentada por estes machos poderia facilitar o acesso à fêmea, uma vez que a intensificação da marcação pode aumentar a defesa territorial, afastando possíveis competidores. Mesmo sendo importante, o mecanismo de defesa territorial pode trazer altos custos energéticos para o macho, tornando a intensificação deste mecanismo viável apenas quando necessário, ou seja, durante uma ameaça à sobrevivência e reprodução. Conforme Marques e Waterhouse (1994) um ajuste temporário

através de mascaramento pode permitir ao indivíduo uma maior flexibilidade, contribuindo para a adaptação às condições temporais do ambiente.

Trabalhos recentes apontam evidências da sincronização dos machos ao estado fértil da fêmea. Segundo Ziegler *et al* (2005), sagüis machos respondem a odores de fêmeas novas na fase ovulatória aumentando as frequências dos comportamentos de cheirar, marcar, lambar, tocar e a duração no tempo ereção, embora sejam verificadas diferenças significativas apenas nos comportamentos de cheirar e no tempo de ereção. Além disso, Ferris *et al.* (2004) demonstraram que machos ativam áreas cerebrais diferentes em resposta a odores de fêmeas ovulando e não ovulando. Em roedores, foi verificado que *hamsters* machos, na presença das fêmeas, apresentam modificações no ritmo circadiano de atividade locomotora associadas ao ciclo estral (Davis e Menaker, 1987).

Apesar de neste estudo ter sido verificado que os machos aumentam seu comportamento de marcação de cheiro na época em que suas respectivas fêmeas se encontram na fase fértil, não houve variação regular no perfil circadiano e nos parâmetros rítmicos suficientes para afirmar a existência de modulação pelo ciclo ovariano. Portanto, são necessários estudos adicionais que permitam maior interação entre os animais para comprovação dessa hipótese.

Agradecimentos

Agradecemos a Crislene Kátia dos Santos e Aline Belísio pela contribuição na coleta de dados. Agradecemos ainda aos funcionários do Núcleo de Primatologia Antônio Barbosa da Silva, Geniberto Cláudio dos Santos, Luis Veríssimo e Ednólia Câmara Rodrigues e ao veterinário José Flávio Vidal Coutinho pelo apoio técnico. Este projeto teve apoio financeiro do PROART/PROPESQ, PROAP/CAPES e CNPq (Processo 461080/00-1).

Referências

- ALBERS, H.E GERALL, A.A. e AXELSON, J.F. Effect of reproductive state on circadian periodicity in the rat. **Physiology & Behavior** v.26, p.21-25, 1981.
- ARRUDA, M.F. ARAUJO, A. SOUZA, M.B.C. ALBUQUERQUE, F.S. ALBUQUERQUE, A.C.S.R. e YAMAMOTO, M.E. Two breeding females within free-living groups may not always indicate polygyny: alternative subordinate female strategies in common marmosets (*Callithrix jacchus*). **Folia Primatologica** v.76(1), p. 10-20, 2005.

- AZEVEDO, C.V.M. MENEZES, A.A.L. QUEIROZ, J.W. e MOREIRA, L.F.S. Circadian and ultradian periodicities of grooming behavior in family groups of common marmosets (*Callithrix jacchus*) in captivity. **Biological Rhythms Research** v. 27, p.374–385, 1996.
- AZEVEDO, C.V.M. CAMILLO, C.S. e XAVIER, C.A. Grooming circadian rhythmicity, progesterone levels and partner preference of the reproductive pair of a captive common marmoset (*Callithrix jacchus*) family group during pregnancy and after parturition. **Biological Rhythms Research** v. 32(2), p.145-157, 2001.
- BOX, H.O. Quantitative studies of behaviour within captive groups of marmosets monkeys (*Callithrix jacchus*). **Primates** v.16, p.155 – 174, 1975.
- CIRNE, M.F.C. BEZERRA, H.M. e COSTA, H. **Influência do parceiro no estabelecimento do perfil sócio sexual e no sucesso reprodutivo sagüi comum (*Callithrix jacchus*)** Cananéia, SP In: Encontro Anual de Etologia, 1994.
- DAVIS, F.C. e MENAKER, M. Activity and reproductive state in the hamster: independent control by social stimuli and a circadian pacemaker. **Physiology & Behavior** v. 40, p.583-590, 1987.
- EPPLE, G. Quantitative studies on scent marking in the marmoset (*Callithrix jacchus*). **Folia Primatologica** v.13, p.48-62, 1970.
- EPPLE, G. BELCHER, A.M. KUDERLING, I. ZELLER, U. SCOLNICK, L. GREENFIELD, K.L. e SMITH III, A.B. Making sense out of scents: species differences in scent glands, scent-marking behaviour, and scent-marking composition in the callitrichidae. In: Rylands, A.B. **Marmosets and Tamarins** v.4, p.123-151, 1993.
- ERKET, H.G. e SCHARDT, U. Characteristics of the circadian activity rhythm in common marmosets (*Callithrix jacchus*). **American Journal of Primatology** v.17, p.271-286, 1989.
- FERRIS, C.F. SNOWDON, C.T. KING, J.A. ZIEGLER, T.E. OLSO, D.P. SCHULTZ-DARKEN, N.J. e TANNENBAUM, P.L. Activation of neural pathways associated with sexual arousal in non-human primates. **Journal of Magnetic Resonance Imaging** v. 19, p.168-175, 2004.
- HALBERG, F. HALBERG, E. BARNUM, C.P. e BITTNER, J.J. Physiologic 24-hour periodicity in Human Beings and Mice, the lighting regimen and daily routine. In: Withrow, R.B. (org.) **Photoperiodism and related phenomena in plants and animals**. Washington, DG, p. 803-878, 1959.
- LAZARO-PEREA, C. SNOWDON, C.T. e ARRUDA, M.F Scent-marking behavior in wild groups of common marmosets. **Behavioural Ecology and Sociobiology** v.46, p.313-324, 1999.

- MARQUES, M. e WATERHOUSE, J. Masking and evolution of circadian rhythmicity. **Cronobiology International**, v. 11(3), p. 146-155, 1994.
- MENEZES, A.A.L. MOREIRA, L.F.S. AZEVEDO, C.V.M. COSTA, S.F. e CASTRO, C.S.S. Behavioral rhythms in the captive common marmoset (*Callithrix jacchus*) under natural environmental conditions. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research** v.26, p. 741 – 745, 1993.
- MENEZES, A.A.L. MOREIRA, L.F.S. QUEIROZ, J.W. MENNA-BARRETO, L.S. e BENEDITO-SILVA, A.A. Diurnal variation and distribution of grooming behavior in captive common marmoset families (*Callithrix jacchus*). **Brazilian Journal of Medical and Biological Research** v. 27, p.61-65, 1994.
- MENNA-BARRETO, L. O tempo na biologia. In: MARQUES, N. & MENNA-BARRETO, L.S.(orgs.).*Cronobiologia: princípios e aplicações*. 3 ed. rev. e ampl. São Paulo, v.1, p.25-29, 2003.
- MROSOVSKY, N. Masking: history, definitions, and measurement. **Chronobiology International** v.6(4), p.415-429, 1999.
- MUNRO, C.E. e STABENFELDT, G. Development of a microtrite plate enzyme immunoassay for the determination of progesterona, **Journal of Endocrinology**, v.101, p.41-49, 1984.
- NELSON, W. TONG, Y.L. LEE, J.K. e HALBERG, F. Methods for cosinor rhythmometry. **Chronobiologia**, v. 6, p.305-323, 1979.
- NOGUEIRA, S.L. SOUSA, M.B.C. NETO, C.F.M. e COSTA, M.P.O. Diurnal variation in scent marking behavior in captive male and female common marmoset, *Callithrix jacchus*. **Biological Rhythm Research** v.32, p.169-177, 2001.
- PEREGRINO, H.A.S. **Ligação entre o par e estratégia reprodutiva no sagüi comum, *Callithrix jacchus***.64p. Departamento de Fisiologia, UFRN, Dissertação de mestrado, 1995.
- SMITH, T.E. e ABBOTT, D.H. Behavioral discrimination between circumgenital odor from peri-ovulatory dominant and anovulatory female common marmoset (*Callithrix jacchus*). **American Journal of Primatology** v. 46, p.256-284, 1998.
- SOUSA, M.B.C. e ZIEGLER, T.E. Diurnal variation on the excretion patterns of fecal steroids in common marmoset (*Callithrix jacchus*). **American Journal of Primatology** v.46, p.105-117, 1998.
- STEVENSON, M.F. e POOLE, T.B. An ethogram of the common marmoset (*Callithrix jacchus jacchus*): General behavioural repertoire. **Animal Behavior** v.24, p.428-451, 1976.

WOLLNIK, F. e TUREK, F.W. Estrous correlated modulations of circadian and ultradian wheel-running activity rhythms in LEW/Ztm rats. **Physiology & Behavior** v.43, p.389-396, 1988.

ZIEGLER, T. E. e SOUSA, M.B.C. Parent–daughter relationships and social controls on fertility in female common marmosets, *Callithrix jacchus*. **Hormones and Behavior** v.42, p.356-367, 2002.

ZIEGLER, T.E. NANCY, J.S. e SCOTT, J.J. SNOWDON, C.T. e FERRIS C.F. Neuroendocrine response to female ovulatory odors depends upon social condition in male common marmosets, (*Callithrix jacchus*). **Hormones and Behavior** v.47, p.56-64, 2005.

Paula Rocha de Melo

Endereço eletrônico: biopaula21@yahoo.com.br

Base de pesquisa: Laboratório de Cronobiologia

Endereço postal: Departamento de Fisiologia, Centro de Biociências, 59078-970, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Universitário, Natal/RN – Brasil.