

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE GENÉTICA E BIOQUÍMICA  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Modificações Comportamentais em Formigas Carpinteiras *Camponotus*  
*atriceps* (Hymenoptera; Formicidae) sob os Efeitos da Serotonina

Patrícia Bonifácio Marteleto

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de  
Ciências Biológicas, da Universidade Federal de  
Uberlândia, para a obtenção do grau de Bacharel em  
Ciências Biológicas.

Uberlândia - MG

Dezembro - 2004

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE GENÉTICA E BIOQUÍMICA  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Modificações Comportamentais em Formigas Carpinteiras *Camponotus*  
*atriceps* (Hymenoptera; Formicidae) sob os Efeitos da Serotonina

Patrícia Bonifácio Marteleto

Malcon Antônio Manfredi Brandeburgo

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de  
Ciências Biológicas, da Universidade Federal de  
Uberlândia, para a obtenção do grau de Bacharel em  
Ciências Biológicas.

Uberlândia - MG

Dezembro - 2004

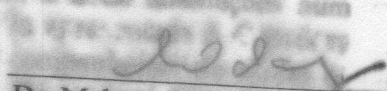



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE GENÉTICA E BIOQUÍMICA  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

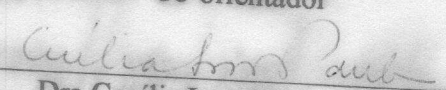
Modificações Comportamentais em Formigas Carpinteiras *Camponotus*  
*atriceps* (Hymenoptera; Formicidae) sob os Efeitos da Serotonina


Patricia Bonifácio Marteleto

Aprovado pela Banca Examinadora em 01/12/04. Nota 100

  
Dr. Malcon Antônio Manfredi Brandeburgo  
Orientador

  
Dr. Marcus Teixeira Marcolino  
Co-orientador

  
Dra Cecília Lomônaco de Paula

  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
Prof. Dra. Cecília Lomônaco de Paula  
Coordenadora do Curso

Uberlândia, 01 de Dezembro de 2004.

## RESUMO

*Allogrooming*, antenação e trofalaxia são importantes atos comportamentais de interação entre formigas, que lhes permitem reconhecer suas companheiras de colônia. O presente estudo procurou verificar modificações nas interações sociais de operárias *Camponotus atriceps* após a administração de serotonina. Este neurotransmissor é naturalmente encontrado na maioria dos organismos e, em altas concentrações, induz à anorexia. Operárias foram individualmente isoladas de seus ninhos, em placas de Petri, por dez dias, onde havia ou não alimento, e separadas em quatro lotes: controle, veículo, 750 ng e 7500 ng. As operárias destes três últimos lotes foram tratadas, respectivamente, com diluente de serotonina, 750 ng de serotonina e 7500 ng de serotonina uma hora antes do início dos testes. Cada formiga foi reunida com sua companheira de ninho, submetida à mesma condição alimentar e de tratamento. As interações entre elas foram anotadas e estes dados foram submetidos à testes estatísticos e analisados. As frequências das interações foram significativamente modificadas apenas no lote cujo tratamento foi de 7500 ng, sendo que o número de trofalaxias e de *allogrooming* diminuiu e o de antenações aumentou. Tais resultados indicaram que o reconhecimento entre companheiras de ninho é dificultado, quando submetidas à altas concentrações de serotonina.

**Palavras-chave:** *Camponotus atriceps*; serotonina; reconhecimento.



## AGRADECIMENTOS

Durante todo o tempo em que estive trabalhando para a confecção desta monografia, recebi o apoio de várias pessoas. Cada um, à sua maneira, contribuiu para o sucesso obtido.

À Universidade Federal de Uberlândia;

Ao Instituto de Genética e Bioquímica;

Ao Prof. Malcon, meu orientador, pelas correções e discussões;

Ao Prof. Marcolino, pelo apoio, idéias, amizade, carinho e atenção, que foram fundamentais para o meu crescimento;

À Prof<sup>a</sup> Cecília, pelas análises estatísticas, correções e pelo exemplo de profissional que é;

Aos colegas do Laboratório de Genética do Comportamento, Anne, Carlos, Cynara, Joaquim e Luciana, e do Laboratório de Bioquímica, Luís Fernando e Renata, pelo auxílio na obtenção dos materiais;

À 53<sup>a</sup> Turma de Ciências Biológicas, em especial à "Turma do Almoço": Alan, Fernanda, Flávio, Fred e Mariana, pelos momentos de descontração;

Ao amigo Eric, que em muitos feriados e finais de semana participou da realização dos experimentos e forneceu lanches, por sua atenção e apoio;

Aos amigos Camila, Daniela e Thiago, pessoas sinceras e carismáticas que me deram o prazer de tê-las conhecido, pelo carinho e atenção;

À amiga Weruska, minha querida afilhada, pelo apoio, conselhos, afeto e confiança;

À amiga Marcela, minha irmãzinha, pelo companheirismo, conselhos, cumplicidade e inesquecível amizade, que me ajudaram a crescer e a me tornar uma pessoa melhor;

Aos amigos Carlúcio e Marluci, pela paciência, afeto e amparo nos momentos difíceis, e sua filha Daniele;

Ao meu querido namorado, Éder, que me faz sorrir, chorar e amadurecer; meu confidente que me conquista a cada dia; por sua simplicidade, paciência, compreensão e carinho;

Ao meu irmão, Luiz André, pelos momentos tristes e alegres e pela linda sobrinha que me deu, e minha irmã, Natália, pelo carinho;

Ao meu pai, Luiz Otávio, um exemplo de pessoa e cujo coração é pequeno para tanta bondade, e à minha mãe, uma mulher acima de tudo forte e corajosa, a minha admiração, o meu carinho e o meu amor à vocês, que são os meus ídolos e a minha inspiração de vida;

À Deus, Meu Protetor, pelas maravilhosas oportunidades, pelos momentos felizes, pelos momentos tristes, pela minha vida e por todas as pessoas que dela fazem parte...

... a minha sincera gratidão.



## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	01
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	06
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
4. CONCLUSÕES.....	14
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Operária de <i>Camponotus atriceps</i> .....	03
Figura 2 - Comparação dos lotes quanto à frequência de <i>allogrooming</i> .....	11
Figura 3 - Comparação dos lotes quanto à frequência de antenações.....	11
Figura 4 - Comparação dos lotes quanto à frequência de trofalaxias.....	12



## 1. INTRODUÇÃO

Os insetos formam um dos grupos animais mais bem sucedidos biologicamente, ocupando quase todos os ambientes. Como a alimentação é um dos fatores primordiais para o sucesso de uma espécie, conhecer a nutrição e o comportamento alimentar dos insetos auxilia o entendimento do porquê desse sucesso (RODRIGUES *et al.*, 2004).

Formigas são animais especialmente interessantes para o estudo da Ecologia Comportamental e de Interações, tanto pela sua abundância em número de espécies e indivíduos, quanto pelo que isso representa em termos de diversidade de táticas de caça, defesa e forrageamento (CARROL & JANZEN, 1973; HOLLDOBLER & WILSON, 1990). Além disso, sua grande diversidade reflete não somente a quantidade de variedades de habitats que possibilitam sua nidificação, mas também o sucesso ecológico obtido pela divisão de trabalho (WILSON, 1987). Por isso, as formigas seriam organismos especiais também para estudos de comportamento, investigação de teorias como seleção parental e seleção de grupo e fenômenos como altruísmo e competição entre níveis de organização individual, colonial e populacional (ROSS & FLETCHER, 1985; HOLLDOBLER & WILSON, 1990). Em uma colônia de formigas

ocorrem machos, fêmeas férteis (rainhas) e inférteis (operárias e soldados); estas últimas são ápteras e responsáveis pela busca de recursos e manutenção da colônia (WILSON, 1971; HOLLOBLER & WILSON, 1990).

São chamados de insetos eusociais, pois apresentam as três características que definem o comportamento dito verdadeiramente social em insetos: superposição de gerações durante o desenvolvimento colonial, indivíduos estéreis e reprodutivos e cuidado cooperativo com a prole (WILSON, 1971).

As espécies do gênero *Camponotus*, um dos mais importantes economicamente (HOLLOBLER & WILSON, 1990; MARCOLINO, 1999; BUENO & CAMPOS-FARINHA, 1999; PEÇANHA, 2000), são polimórficas, podendo apresentar operárias bastante grandes, de 1,5 a 2,0 cm e suas cores podem variar do amarelo ao preto (PEÇANHA, 2000). Tal polimorfismo dificulta a identificação destas espécies (HOLLOBLER & WILSON, 1990; BUENO & CAMPOS-FARINHA, 1999; CAETANO *et al.*, 2002).

São conhecidas por formigas carpinteiras pelo fato de, em ambiente natural, construírem seus ninhos, geralmente, em madeiras em processo de decomposição e troncos de árvores; são de hábito noturno e facilmente atraídas por substâncias doces (WILSON, 1971; HANSEN & AKRE, 1990; HOLLOBLER & WILSON, 1990; MARCOLINO, 1999).

As operárias de *Camponotus atriceps* (Figura 1) apresentam cuidado parental acentuado e uma distribuição de tarefas mais homogênea do que entre os soldados (MARCOLINO, 1999). Suas interações influenciam na defesa da colônia e são necessárias para manter um nível preciso de reconhecimento de companheiras de ninho, facilitando a capacidade de discriminação entre estas e intrusos, além de estimular a comunicação feromonal ou comportamental (COSTA & FONSECA, 1999; BOULAY & LENOIR, 2001; CAETANO *et al.*, 2002).



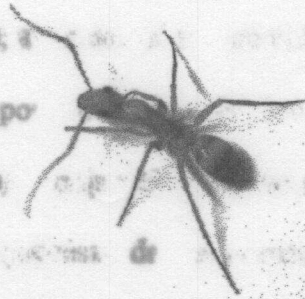


Figura 1 – Operária de *Camponotus atriceps*.

Estudos realizados com formigas das subfamílias Myrmicinae, Formicinae e Ponerinae indicaram que operárias trocam hidrocarbonos epicuticulares (MESKALI *et al.*, 1995; SOROKER *et al.*, 1995, 1998; VIENNE *et al.*, 1994; BOULAY *et al.*, 2000a), o que as permite reconhecer suas companheiras de ninho (LAHAV *et al.*, 1999). Estas trocas de produtos individuais (“molde químico”), através de atividades como *allogrooming* (limpeza e lambeduras entre indivíduos da colônia) (SOUZA, 2003) e trofalaxia (transferência ou troca de alimento entre indivíduos) (CAETANO *et al.*, 2002), são responsáveis pela formação de um único e homogêneo odor na colônia (BOULAY *et al.*, 1999; CYBULSKA *et al.*, 1999). Como a composição da colônia está em constante mudança, operárias têm que manter contínuos contatos sociais para terem o mesmo odor que as suas companheiras e se integrem na colônia (DAHBI & LENOIR, 1998; BOULAY *et al.*, 2000b).

Altos níveis de relação social também existem em insetos eusociais que geralmente não sobrevivem quando completamente isolados (BOULAY *et al.*, 1999).

As formigas são capazes de reconhecerem-se como companheiras de ninho e diferenciarem-se de outras, provenientes de outros ninhos, mesmo sendo da mesma espécie (CAETANO *et al.*, 2002). Quando uma formiga é socialmente isolada, pode especificamente

reduzir sua habilidade de reconhecimento e discriminação entre suas companheiras de ninho e intrusos (BOULAY & LENOIR, 2001), além de sofrer uma divergência em seu perfil individual de hidrocarbonos epicuticulares e, possivelmente, ter seu “molde neural” desatualizado (BOULAY *et al.*, 2000b). Por exemplo, formigas *Camponotus fellah* necessitam de um aumento da frequência de trofalaxias após um processo de isolamento social (BOULAY *et al.*, 1999, 2000b).

Outra freqüente forma de comunicação entre os insetos sociais é a antenação. Em abelhas, a forrageadora que volta ao ninho transmite o cheiro e a qualidade do alimento durante a trofalaxia e anda rapidamente tocando outras operárias (antenação), estimulando-as a saírem em busca do alimento (SCHIMIDT, 2004).

Os animais adaptam seus comportamentos através de mudanças funcionais em seus sistemas nervosos centrais e isto depende da liberação de vários neurotransmissores e neuromônios (KRAEMER, 1992; NELSON & PANKSEPP, 1998; BOULAY *et al.*, 2000a).

A serotonina (5 – hidroxitriptamina; 5 – HT), um neurotransmissor que controla a maioria das funções fisiológicas de muitos sistemas, está presente em todos os indivíduos do reino animal (DACKS *et al.*, 2003) e é amplamente descrita em insetos (GOODMAN & GILMAN, 1991). Em altas concentrações, atua diminuindo a atividade alimentar de ratos (LONG *et al.*, 1986; SHOR POSNER *et al.*, 1986; LEIBOWITZ *et al.*, 1988; WEISS *et al.*, 1986, 1990, 1991) e esta diminuição foi intensificada, sugerindo uma função de regulação do comportamento alimentar (MASON, 1994). Ainda, segundo BOULAY e colaboradores (2000a), a administração de serotonina causa um decréscimo na duração de trofalaxias em *Camponotus fellah*, diminuindo seus efeitos sociais.

Se por um lado, a baixa de serotonina resulta em ganho de peso, o excesso de serotonina, por outro lado, produz anorexia (BLUNDELL, 1984).



O presente trabalho procurou verificar modificações nas interações sociais de operárias de *Camponotus atriceps* após a administração de serotonina, na presença ou ausência de alimento.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Genética do Comportamento do Instituto de Genética e Bioquímica da Universidade Federal de Uberlândia, durante o período de outubro de 2003 a outubro de 2004.

Foram utilizados 3 ninhos de *Camponotus atriceps*, que foram capturados em residências próximas ao *campus* universitário e levados para o laboratório, onde foram mantidos em bandejas plásticas, devidamente vedadas por placas de vidro, para manter a umidade constante. Acima das placas de vidro, foram colocadas placas de papelão para impedir a entrada de luz no ninho, já que seus indivíduos têm hábito noturno (MARCOLINO, 2000). As colônias foram alimentadas com mel e larvas de *Tenebrio* (Coleoptera; Tenebrionidae) (MATEUS, 2004). Segundo CAETANO e colaboradores (2002), larvas de formigas requerem dietas ricas em proteínas e os adultos, pelo contrário, requerem dietas ricas em carboidratos, pois seu metabolismo consome basicamente energia.

Foram retiradas aproximadamente 160 operárias de cada ninho. A extração de uma quantidade maior destas formigas do mesmo ninho poderia comprometer a sobrevivência dos



demais indivíduos, já que as operárias são as principais responsáveis pela alimentação de suas companheiras (CAETANO *et al.*, 2002). Cada colônia tinha um número aproximado de 800 indivíduos e o número viável de operárias a serem retiradas não permitiria a realização de um experimento comparativo intercolonial.

Operárias de tamanhos próximos (aproximadamente 9 mm) foram proporcionalmente retiradas de cada ninho e individualmente isoladas em placas de Petri. O isolamento foi feito para causar uma perda ou diminuição do odor colonial de cada formiga, possibilitando testar os efeitos da serotonina quanto ao reconhecimento entre companheiras de ninho. Em seguida, foram separados em quatro lotes: (1) controle, (2) veículo, (3) 750 ng e (4) 7500 ng como mostra a Tabela 1. Além disto, o fator alimento foi testado para verificar sua possível interferência no processo. Assim, cada lote foi subdividido, de acordo com formigas isoladas com alimento e formigas isoladas sem alimento.

O lote controle serviu como um padrão comportamental, ou seja, serviu como base para comparação das frequências comportamentais dos demais lotes. As diferentes concentrações de serotonina testaram a eficiência desta droga em relação à alteração de sua taxa normal no organismo do animal.

Tabela 1 - Número de indivíduos isolados e de encontros promovidos em cada lote

Lotes	Com alimento		Sem alimento		Total	
	Número de indivíduos	Número de encontros	Número de indivíduos	Número de encontros	Número de indivíduos	Número de encontros
Controle	60	30	60	30	120	60
Veículo	60	30	60	30	120	60
750 ng	60	30	60	30	120	60
7500 ng	60	30	60	30	120	60
<b>Total</b>	<b>240</b>	<b>120</b>	<b>240</b>	<b>120</b>	<b>480</b>	<b>240</b>

Após dez dias de isolamento, as formigas do lote controle foram reunidas aos pares com outras, provenientes do mesmo ninho que estavam submetidas à mesma condição alimentar, em uma nova placa de Petri. Em seguida, foram anotadas suas interações durante 15 minutos, contados a partir da primeira interação. Os indivíduos dos lotes veículo, 750 ng e 7500 ng foram tratados com 1 µl de solução salina + etanol (BOULAY *et al.*, 2000a) e serotonina, nas suas respectivas concentrações, uma hora antes de serem submetidos ao mesmo procedimento adotado no lote controle. O intervalo estabelecido de uma hora entre a injeção do veículo e das concentrações de serotonina é o tempo de restauração das frequências dos atos comportamentais normais das formigas (BOULAY *et al.*, 2000a).

Para a aplicação dos respectivos tratamentos, as formigas foram sedadas por meio de gás carbônico (CO<sub>2</sub>). As drogas foram injetadas com auxílio de uma microseringa de Hamilton ALDRICH®, com capacidade para até 10 µl, lateralmente, entre o segundo e terceiro segmentos da gáster de cada indivíduo.

As interações observadas em cada reencontro de uma operária com sua companheira de ninho, após dez dias isoladas e submetidas à mesma condição alimentar, foram: *allogrooming*, antenação e trofalaxia. Os três comportamentos observados são os principais meios de reconhecimento entre insetos sociais (WILSON, 1971).

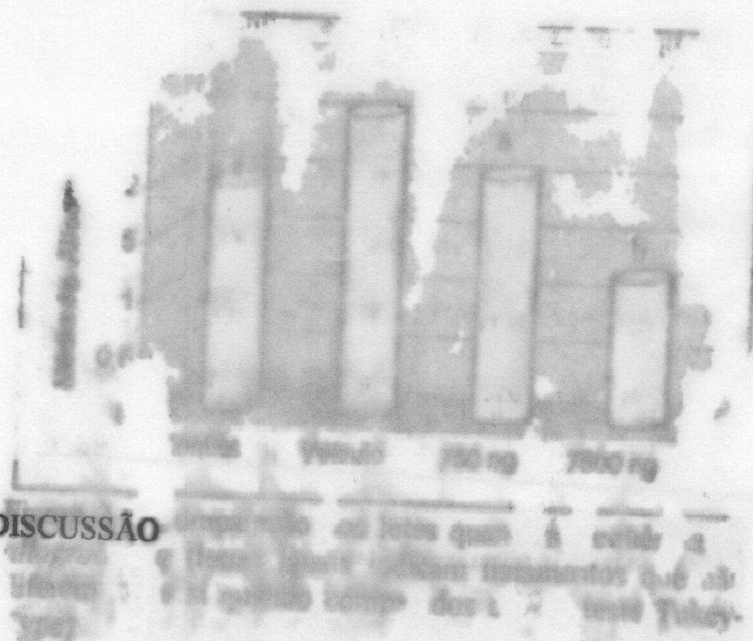
Feito o registro das interações comportamentais, os dados foram submetidos a testes estatísticos utilizando-se o programa SYSTAT (2000). O teste estatístico Kolmogorov-Smirnov foi realizado para verificar se as distribuições eram normais. Em seguida, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis para verificar se havia diferenças no número de atos comportamentais entre os tratamentos. Posteriormente, o teste Tukey-Type foi realizado para efetuar comparações múltiplas. O teste de Mann-Whitney foi feito para verificar se havia diferenças nas frequências de



ocorrência dos atos comportamentais dentro de cada tratamento entre os grupos que receberam e os que não receberam o alimento.

*(The following table is extremely faint and largely illegible. It appears to be a multi-column table with several rows of data, possibly representing behavioral observations across different groups and treatments. The text is mirrored and difficult to decipher.)*

Group	Treatment	Behavioral Act	Frequency	Significance
Group 1	Food	Act A	15	p < 0.05
Group 2	No Food	Act A	8	
Group 1	Food	Act B	12	
Group 2	No Food	Act B	10	
Group 1	Food	Act C	18	
Group 2	No Food	Act C	14	
Group 1	Food	Act D	20	
Group 2	No Food	Act D	16	
Group 1	Food	Act E	22	
Group 2	No Food	Act E	18	
Group 1	Food	Act F	25	
Group 2	No Food	Act F	20	
Group 1	Food	Act G	28	
Group 2	No Food	Act G	22	
Group 1	Food	Act H	30	
Group 2	No Food	Act H	24	
Group 1	Food	Act I	32	
Group 2	No Food	Act I	26	
Group 1	Food	Act J	35	
Group 2	No Food	Act J	28	



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste Kolmogorov-Smirnov revelou distribuições não normais para todas as categorias comportamentais observadas (*allogrooming*:  $D_{\text{máx}} = 0,6$ ;  $P < 0,001$ ; *antenação*:  $D_{\text{máx}} = 0,63$ ;  $P < 0,001$ ; *trofalaxia*:  $D_{\text{máx}} = 0,62$ ;  $P < 0,001$ ).

Os lotes diferiram quanto à frequência de *allogrooming* ( $H = 21,428$ ;  $P < 0,001$ ), sendo que o controle, o veículo e o tratamento de 750 ng não diferiram entre si, mas diferiram significativamente do lote tratamento 7500 ng, como pode ser visto na Figura 2.

Os lotes diferiram significativamente quanto à frequência de *antenação* ( $H = 15,454$ ;  $P < 0,001$ ) e o controle, o veículo e o tratamento de 750 ng não diferiram entre si, mas diferiram significativamente do lote 7500 ng (Figura 3).

A frequência de *trofalaxias* também diferiu entre os lotes ( $H = 28,853$ ;  $P < 0,001$ ), sendo que o controle, o veículo e o tratamento de 750 ng foram significativamente semelhantes entre si, mas diferiram do tratamento de 7500 ng (Figura 4).



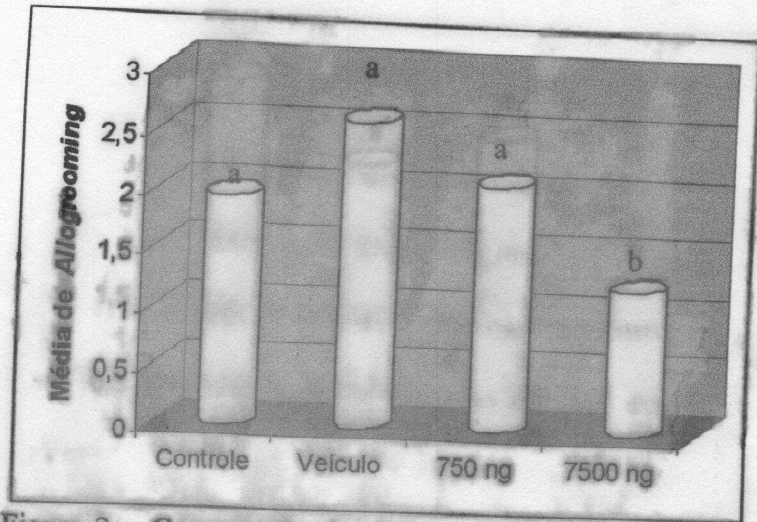


Figura 2 – Comparação dos lotes quanto à frequência de *allogrooming* (letras iguais indicam tratamentos que não diferem entre si quando comparados com o teste Tukey-Type).

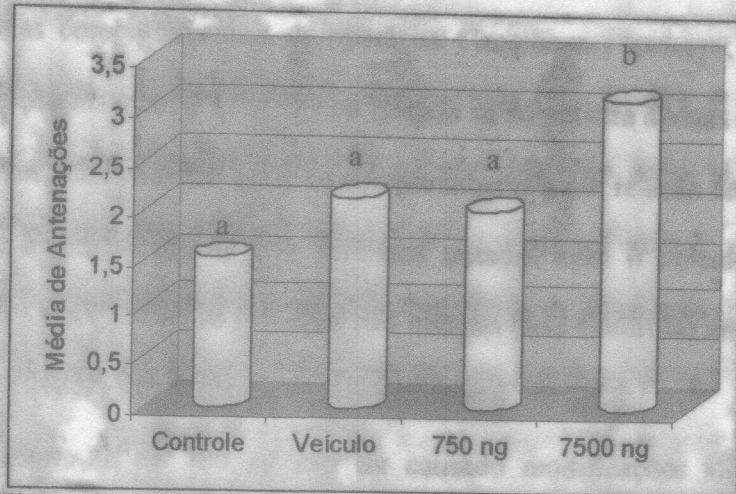


Figura 3 – Comparação dos lotes quanto à frequência de antenação (letras iguais indicam tratamentos que não diferem entre si quando comparados com o teste Tukey-Type).

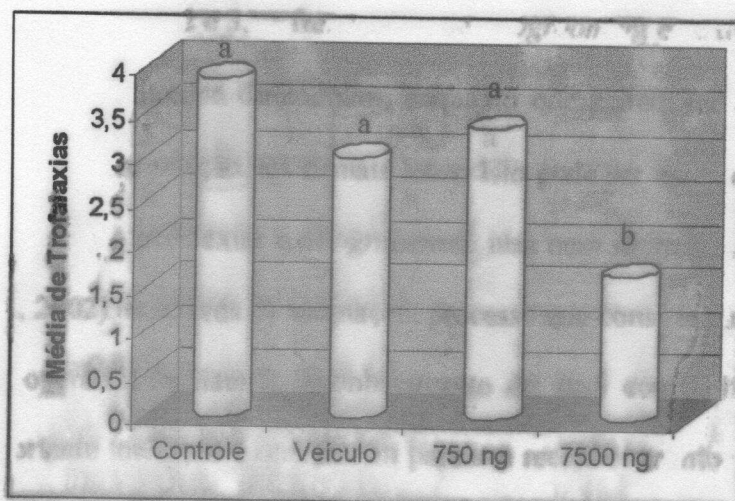


Figura 4 – Comparação dos lotes quanto à frequência de trofalaxias (letras iguais indicam tratamentos que não diferem entre si quando comparados com o teste Tukey-Type).

Os resultados revelaram que a aplicação de serotonina numa concentração de 7500 ng modificou as frequências comportamentais de operárias *Camponotus atriceps*, mas não o faz quando numa concentração mais baixa (750 ng) ou quando se administra apenas o veículo. Estes últimos não apresentaram alterações nos padrões comportamentais em relação ao grupo controle estudado. Além disto, a verificação de que formigas tratadas com o veículo apresentaram frequências de interações semelhantes às formigas não tratadas (lote Controle) implica no fato de que as modificações verificadas foram causadas pela serotonina.

O fato da concentração de 750 ng não ter causado modificações significativas nas frequências comportamentais e ter tido efeitos semelhantes ao ocorrido nos lotes controle e veículo pode indicar que a taxa limite de serotonina no organismo de indivíduos suficiente para causar modificações comportamentais em tal espécie, se encontra numa faixa de concentração de 750 ng a 7500 ng. Em estudo recente, BOULAY e colaboradores (2000a) verificaram que a injeção de 750 ng em formigas *Camponotus fellah* não causa efeitos significativos em trofalaxias.



Como mostram as Figuras 1, 2 e 3, as frequências de *allogrooming* e de trofalaxias do lote tratado com 7500 ng de serotonina diminuíram, enquanto que a frequência de antenações aumentou significativamente, em relação aos demais lotes. Isto pode ser explicado pelo fato de que as antenações são prévias à trofalaxias e *allogrooming*, mas nem sempre são sucedidas por estas (CAETANO *et al.*, 2002). É através da antenação, processo que consiste em golpes mútuos com a antena, que as operárias iniciam o reconhecimento de suas companheiras de ninho. Somente após esta importante interação é que partem para um reconhecimento mais específico, de troca de odores, através de trofalaxias e *allogrooming* (CAETANO *et al.*, 2002). Assim, a serotonina pode ter dificultado ou diminuído a capacidade de reconhecimento entre as operárias, aumentando o tempo de reconhecimento inicial (explicado pelo aumento da frequência de antenações), levando a um não reconhecimento ou ao reconhecimento tardio entre as companheiras de ninho durante o experimento, o que diminuiu o número de trofalaxias e *allogrooming* observados.

O teste de Mann-Whitney revelou que o fator alimento não causou diferença significativa na frequência de interações (*allogrooming*:  $U = 6565,5$ ;  $P = 0,229$ ; antenação:  $U = 7483$ ;  $P = 0,592$ ; trofalaxia:  $U = 8205$ ;  $P = 0,058$ ). Constatou-se, a partir destes resultados, que as interações não ocorrem necessariamente devido a trocas alimentares, mas principalmente devido à necessidade de comunicação entre elas, para garantir a manutenção da homogeneidade do odor colonial em cada indivíduo.

2007, as formigas *Camponotus atriceps* que a frequência de interações de manutenção, érita em relação às demais formigas, não pode ser explicado. (Lay et al., 2002) é o principal motivo das interações observadas entre as operárias, mas a comunicação entre elas é o fator alimento, mas a comunicação entre elas é o fator alimento, mas a comunicação entre elas é o fator alimento.

4. CONCLUSÕES

- A taxa de serotonina necessária para causar modificações comportamentais em operárias *Camponotus atriceps*, está entre 750 ng e 7500 ng.
- A administração de uma alta concentração de serotonina em operárias *Camponotus atriceps* dificulta o reconhecimento entre companheiras de ninho.
- O principal motivo das interações observadas entre as formigas *Camponotus atriceps* não é o fator alimento, mas a comunicação entre elas.
- A aplicação de alta dose de serotonina interfere na frequência de importantes interações (allogrooming, antenação e trofalaxia) entre operárias *Camponotus atriceps*.

LAY, R. (2007) A comunicação entre as formigas *Camponotus atriceps*...

4. colônias de formigas *Camponotus atriceps*...

...em cada ninho...



## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLUNDELL, J. E. *Neuropharmacology*, 1984, v. 23, p. 1537–1551.
- BOULAY, R.; QUAGEBEUR, M.; GODZINSKA, E. J.; LENOIR, A. Social isolation in ants: evidence of its impact on survivorship and behaviour in *Camponotus fellah* (Hymenoptera, Formicidae). *Sociobiology*, v. 33, p. 111 - 124, 1999.
- BOULAY, R.; SOROKER, V.; GODZINSKA, E.; HEFETZ, A.; LENOIR, A. Octopamine reverses the isolation-induced increase in trophallaxis in the carpenter ant *Camponotus fellah*. *The Journal of Experimental Biology*, v. 203, p. 513-520, 2000a.
- BOULAY, R.; HEFETZ, A.; SOROKER, V.; GODZINSKA, E.; LENOIR, A. *Camponotus fellah* colony integration: worker individuality necessitates frequent hydrocarbon exchanges. *Animal Behavior*, v. 59, p. 1127-1133, 2000b.

- BOULAY, R; LENOIR, A. Social isolation of mature worker affects nestmate recognition in the ant *Camponotus fellah*. *Behaviour Processes*, v. 55, p. 67-73, 2001.
- BUENO, O. C.; CAMPOS-FARINHA, A. E. C. As formigas domésticas. In: F. A. M. MARICONI (coord.). *Insetos e Outros Invasores de Residências*, Piracicaba: FEALQ, 1999. v. 6, p. 135-180.
- CAETANO, F. H.; JAFFÉ, K.; ZARA, F. J. *Formigas: biologia e anatomia*. Rio Claro, UNESP, SP, 2002. 42p.
- CARROL, C. R.; JANZEN, D. H. Ecology of foraging by ants. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 4, p. 231-257, 1973.
- COSTA, A. J. S.; FONSECA, V. L. I. Reconhecimento de companheiras de ninho em operárias de *Scaptotrigona postica* (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). In: *Encontro Anual de Etologia* 17, 1999, Botucatu. Anais... Botucatu.
- CYBULSKA, A.; GODZINSKA, E. J.; WAGNER-ZIEMKA, A. Behaviour of dyads of ants reunited after social deprivation. *Biology Bull. Poznan* (in press), 1999.
- DACKS, A. M.; NICKEL, T.; MITCHELL, B. K. An Examination of Serotonin and Feeding in the Flesh Fly *Neobellieria bullata* (Sarcophagidae: Diptera). *Journal of Insect Behaviour*, v. 1, n. 16, p. 1-21, 2003.



- DAHBI, A.; LENOIR, A. Nest separation and dynamics of gestalt odor in the polydomous ant *Cataglyphis iberica* (Hymenoptera, Formicidae). *Behavioural Ecology Sociobiology*, v. 42, p. 349-355, 1998.
- GOODMAN, L. S.; GILMAN, A. *As Bases Farmacológicas da Terapêutica*. Rio de Janeiro, 1991. 1232p.
- HANSEN, L. D.; AKRE, R. D. Management of carpenter ants. In: VANDER MEER R. K.; JAFFE K.; CEDENO A. (Ed). *Applied myrmecology a world perspective*. Boulder, Colorado: Westview Press, 1990. p. 693 - 700.
- HOLLOBLER, B.; WILSON, E. O. *The Ants*. Cambridge, Massachusetts, 1990. 733p.
- KRAEMER, G. W. A psychobiological theory of attachment. *Behavioral Brain Science*, n. 15, p. 493 - 541, 1992.
- LAHAV, S.; SOROKER, V.; HEFETZ, A.; VAN DER MEER, R. K. Direct behavioural evidence for hydrocarbons as ant recognition discriminators. *Naturwissenschaften*, n. 86, p. 246-249, 1999.
- LEIBOWITZ, S. F.; WEISS, G. F.; SHOR-POSNER, G. Hypothalamic serotonin: pharmacological, biochemical and behavioural analyses of its feeding-suppressive action. *Clinical Neuropharmacology*, n. 11, p. 51-71, 1988.

- LONG, T. F.; EDGECOMB, R. S.; MURDOCK, L. L. Effects of phenylethylamines on blowfly feeding behaviour. *Com. Biochemistry Physiology*, v. 83, n. 1, p. 201-209, 1986.
- MARCOLINO, M. T. *Estudos genéticos e comportamentais de formigas carpinteiras Camponotus atriceps SMITH (Hymenoptera, Formicidae)*. Tese de mestrado, Departamento de Genética e Bioquímica, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil, 1999.
- MARCOLINO, M. T.; BRANDEBURGO, M. A. M.; OLIVEIRA JR, W. P. Aspestos comportamentais da interação entre formigas *Camponotus atriceps* SMITH (Hymenoptera, Formicidae) e abelhas africanizadas *Apis mellifera* (L.) (Hymenoptera, Apidae). *Naturalia*, v. 25, p. 321-330, 2000.
- MASON, S. T. *Catecholamines and Behaviour*. Cambridge University Press, London, 1994.
- MATEUS, S. As Vespas Sociais do Brasil. In: *II Curso de Verão em Entomologia*, 2004, Ribeirão Preto. Anais... Ribeirão Preto, p. 14-15.
- MESKALI, M.; BONAVITA-COUGOURDAN, A.; PROVOST, E.; BAGNERES, A. G.; DUSTICIER, G.; CLEMENT, J. L. Mechanism underlying cuticular hydrocarbon homogeneity in the ant *Camponotus vagus* (Scop.) (Hymenoptera: Formicidae): role of postpharyngeal glands. *Journal Chemistry Ecology*, v. 21, p. 1127-1148, 1995.



- NELSON, E. E.; PANKSEPP, J. Brain substrats of infant-mother attachment: contributions of opioids, oxytocin and norepinephrine. *Neuroscience Biobehavior Rev.*, v. 22, p. 437 - 452, 1998.
- PEÇANHA, M. P. *Formigas como vetor de propagação bacteriana no Conjunto Hospitalar de Sorocaba - SP*. Tese de Doutorado - Universidade do Estado de São Paulo, 2000. 110 p.
- RODRIGUES, R. S. B.; LEAL, T. A. B. S.; PEREIRA, C. C. Nutrição e Comportamento Alimentar de Insetos. In: *II Curso de Verão em Entomologia, 2004, Ribeirão Preto. Anais.* Ribeirão Preto, p. 43-35.
- ROSS, K. G.; FLETCHER, D. J. C. Comparative study of genetic and social structure in two forms of the fire ant *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae). *Behaviour Ecology Sociobiology*, v. 17, p. 349-356, 1985.
- SCHIMIDT, V. M. Comunicação em Abelhas Sociais. In: *II Curso de Verão em Entomologia, 2004, Ribeirão Preto. Anais...* Ribeirão Preto, p. 5.
- SHOR POSNER, G.; GRINKER, J. A.; MARINESCU, C.; BROWN, O.; LEIBOWITZ, S. F. Hypothalamic seroton in the control of meal pattern and macronutrient selection. *Brain Res. Bull.*, v. 17, p. 663-671, 1986.

SOROKER, V.; VIENNE, C.; HEFETZ, A. Hydrocarbon dynamics within and between nestmate in *Cataglyphis niger* (Hymenoptera, Formicidae). *Journal of Chemical Ecology*, v. 21, p. 365-378, 1995.

SOROKER, V.; FRESNEAU, D.; HEFETZ, A. Formation of colony odor in Ponerine ant *Pachycondyla apicalis*. *Journal of Chemical Ecology*, n.6, p.1077-1090, 1998.

SOUZA, D. J.; DELLA-LUCIA, T. M. C.; ERRARD, C.; D'ETORRE, P.; MERCIER, J. L. Reconhecimento da prole por operárias companheiras e não-companheiras de ninho em *Acromyrmex laticeps nigrosetosus* Forel, 1908 (Hymenoptera, Formicidae). *Ciência Rural*, v. 33, n. 1, 2003.

SYSTAT. Version 9.0, SPSS Inc. Chicago, 2000.

VIENNE, C.; SOROKER, V.; HEFETZ, A. Congruency of hydrocarbons patterns in heterospecific groups of ants: Transfer and/or biosynthesis. In: LENOIR, A.; ARNOLD, G.; LEPAGE, M. (Eds.). *Les Insects Sociaux*. Paris, Université paris nord, 1994. p. 542.

WEISS, G. F.; PAPADAKOS, P.; KNUDSON, K.; LEIBOWITZ, S. F. Medial hypothalamic serotonin: Effects on deprivation and norepinephrine-induced eating. *Pharmacology Biochemistry Behaviour*, v. 25, p. 1223-1230, 1986.



WEISS, G. F.; ROGACKI, N.; FUEG, A.; BUCHEN, D.; LEIBOWITZ, S. F. Impact of hypothalamic d-norfenfluramine and peripheral fluoxetine injection on macronutrient intake in the rat. *Brain Res. Bull.*, v. 25, p. 849-859, 1990.

WEISS, G. F.; ROGACKI, N.; FUEG, A.; BUCHEN, D.; LEIBOWITZ, S. F. Effect of hypothalamic and peripheral fluoxetine injection on natural patterns of macronutrient intake in the rat. *Psychopharmacology*, v. 105, p. 467-476, 1991.

WILSON, E. O. *The Insect Societies*. Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1971. x + 548p.

WILSON, E. O. Causes of ecological success: the case of the ants. *Journal Animal Ecology*, v. 56, p. 1-9, 1987.

ZAR, J. H. *Bioestatistical analysis*. Prentice-Hall Inc. New Jersey, 1984, 718 p.