

**COMPORTAMENTOS DE COMPETIÇÃO ENTRE FORMIGAS  
URBANAS FRENTE A UMA FONTE DE ALIMENTO.**

Maria Cláudia Guidetti Campos

Dissertação apresentada ao Instituto de  
Biociências da Universidade Estadual  
Paulista “Júlio de Mesquita Filho” –  
Campus de Rio Claro, para a obtenção do  
título de mestre no curso de Pós-  
graduação em Ciências Biológicas (Área  
de concentração: Zoologia).

**Rio Claro**

**Estado de São Paulo – Brasil**

**Abril/2004**

**COMPORTAMENTOS DE COMPETIÇÃO ENTRE FORMIGAS  
URBANAS FRENTE A UMA FONTE DE ALIMENTO.**

Maria Cláudia Guidetti Campos

Orientador: Prof. Dr. Odair Correa Bueno

Dissertação apresentada ao Instituto de  
Biociências da Universidade Estadual  
Paulista “Júlio de Mesquita Filho” –  
Campus de Rio Claro, para a obtenção do  
título de mestre no curso de Pós-  
graduação em Ciências Biológicas (Área  
de concentração: Zoologia).

**Rio Claro**

**Estado de São Paulo – Brasil**

**Abril/2004**

*Uma formiguinha atravessa, em diagonal,  
a página em branco.  
Mas ele, naquela noite, não escreveu nada.  
Pra que? Se por ali havia passado o frêmito  
e o mistério da vida.*

Mário Quintana

Aos meus pais BENEDICTA J. G. CAMPOS e.  
ANTÔNIO CAMPOS (in memorian) pelo  
exemplo de vida.

À MARIA LUISA, minha filha, por toda emoção  
e alegria que me faz sentir, por me fazer voltar a  
ser criança, por me fazer sonhar e desejar coisas  
boas e por me mostrar o verdadeiro e mais  
puro amor.

À minha mãe BENEDICTA pela dedicação,  
e amor durante toda a minha vida

Aos meus irmãos LÚCIO, CECÍLIA, FIO (SÉRGIO),  
ZEZÉ (MARIA JOSÉ), LYGIA, SUZANA, PEDRO,  
MÁRCIO, LÚCIA, RICARDO e PAULO, por todos  
momentos felizes.

*Dedico este trabalho.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me concedido o dom da vida.

Ao Prof. Dr. Odair Correa Bueno, pela orientação, carinho, “paciência” e amizade durante a realização deste trabalho.

Ao amigo Odair pelos momentos de descontração e amizade.

Ao Centro de Estudos de Insetos Sociais-UNESP-Rio Claro, pela utilização dos laboratórios e equipamentos.

Aos funcionários do Centro de Estudos de Insetos Sociais, pela colaboração.

Aos colegas de trabalho Necis, Marcelo, Luciana, Eduardo, Camila, Ita, Fabiana, Cíntia, Carlos, Priscila, Fátima, Meire, Felipe, Luciane, Maria Fernanda, Aldê, Daniel e Thais, pelo carinho e companheirismo.

Aos colegas de pós-graduação, pelo companheirismo.

Ao Wilson por todos os momentos felizes que temos passados juntos, pelo exemplo dado, amor e dedicação.

Aos meus companheiros de república Wagner, Val e Lu, por todos os momentos compartilhados.

Aos meus amigos Bia, Ana Beatriz, Jô, Zinho, Carol, Karla, Karina, Luciane, Mendelson, Val, Flávia e Josi, por todo carinho e amizade.

À minha irmã Maria José e ao meu cunhado Luiz Marcelo, por todo apoio, carinho e dedicação durante a realização deste trabalho.

Aos meus cunhados Adroaldo, Edmilson, Flávio, Marcelo Toninho, Jucy, Marisa, Dalva, Fátima e Simone, pelo carinho.

Aos meus padrinhos Adroaldo e Suzana, pelo carinho, dedicação e amor.

Aos meus sobrinhos Caio, Isadora, Soraya, Camila, Tadeu Mesquita, Juliana, Tadeu Alecrim, Jihane, Jéssica, Felipe, Matheus, Pedro, Otávio, Márcia, Arthur, Sílvia, Suzana, Sérgio, Mariana, André, Lucas e Raquel pelo carinho e pelos momentos de imensa felicidade.

Às minhas sobrinhas-netas Victória e Luíza, que mesmo sem conhecê-las me proporcionam muita felicidade.

À Karine e ao Juciêr, por todo apoio, carinho e amor.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, o meu muito obrigada.

## ÍNDICE GERAL

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| 1-RESUMO.....                                         | 1  |
| 2-SUMMARY.....                                        | 3  |
| 3-INTRODUÇÃO.....                                     | 5  |
| 4-REVISÃO DA LITERATURA.....                          | 9  |
| 5-MATERIAL E MÉTODOS.....                             | 22 |
| 5.1-Testes de laboratório.....                        | 22 |
| 5.2-Testes de campo.....                              | 24 |
| 5.3-Characterização dos comportamentos estudados..... | 28 |
| 6-RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                         | 31 |
| 6.1-Testes de laboratório.....                        | 31 |
| 6.2- Testes de campo.....                             | 59 |
| 7-CONCLUSÕES.....                                     | 84 |
| 8-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                     | 86 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|              |    |
|--------------|----|
| FIG. 1.....  | 34 |
| FIG. 2.....  | 34 |
| FIG. 3.....  | 38 |
| FIG. 4.....  | 39 |
| FIG. 5.....  | 43 |
| FIG. 6.....  | 43 |
| FIG. 7.....  | 47 |
| FIG. 8.....  | 47 |
| FIG. 9.....  | 55 |
| FIG. 10..... | 55 |
| FIG. 11..... | 74 |
| FIG. 12..... | 75 |
| FIG. 13..... | 76 |
| FIG. 14..... | 77 |
| FIG. 15..... | 78 |

## 1. RESUMO.

Há muito tempo vem sendo constatada a ocorrência de formigas em ambientes urbanos; esses insetos podem acarretar danos em residências e em vários utensílios de uso domésticos, além de causar sérios problemas, pois se tornam um perigo à saúde pública quando a infestação se dá em hospitais.

Métodos eficientes de controle de formigas urbanas envolvem um manejo adequado do ambiente e a utilização de iscas atrativas tóxicas. Estas funcionam como fonte de alimento e, desta forma, podem provocar intensa competição entre as várias espécies. As formigas possuem uma enorme variedade de estratégias ofensivas e defensivas na procura de alimento e proteção do ninho. A maior parte dessas agressões pode ser vista como uma série de comportamentos que atuam como técnicas competitivas.

Competição compreende a demanda ativa por dois ou mais indivíduos da mesma espécie (competição intraespecífica) ou membros de duas ou mais espécies de mesmo nível trófico (competição interespecífica) por um recurso comum potencialmente limitado.

Foram realizados seis testes em laboratório, com colônias de formigas urbanas, com o objetivo de estudar as interações comportamentais na fonte de alimento.

As colônias se encontravam em uma bandeja de plástico e foram providas de mel e larvas de besouro *Tenebrio*. O suprimento de água deu-se com um tubo de ensaio com algodão na extremidade livre.

Os alimentos atrativos utilizados foram: uma mistura composta de fígado de boi desidratado, bolo, mel, e 1% de óleo de amendoim, e açúcar líquido diluído em água (75%).

Para a realização dos testes foi utilizado um recipiente denominado de arena de forrageamento. Durante cada teste, os recipientes de criação das duas das espécies a serem estudadas foram conectados à esta arena, e as fontes de alimento foram colocadas no centro.

Após este procedimento, as interações comportamentais foram anotadas.

Foram realizados 6 testes de campo onde o alimento atrativo foi colocado em pontos fixos no ambiente estudado, próximo ao local de ocorrência das espécies de formigas, e os comportamentos de competição, entre todas as espécies, foram anotados.

De acordo com os resultados dos testes de laboratório, a ordem de dominância entre as quatro espécies estudadas foi: *Monomorium floricola*, *Monomorium pharaonis*, *Linepithema humile* e *Tapinoma melanocephalum*, sendo as duas últimas consideradas subordinadas com relação à habilidade competitiva por interferência, apresentando uma maior habilidade competitiva por exploração.

De acordo com os resultados obtidos nos testes realizados em situações naturais pôde-se concluir que existe uma competição efetiva por alimento entre as diferentes espécies de formigas urbanas, mas sistematizar à respeito deste processo é bastante difícil, uma vez que ocorre a sucessão das diferentes espécies de formigas no alimento, em um curto período de tempo e com uma grande rapidez.

## 2. SUMMARY

It's been a long time that the occurrence of ants in urban environments has been being noticed; these insects can cause damages in residences (buildings) and to some domestic utensils, besides causing serious problems. They become a danger for the public health when the infestation happens in hospitals. Efficient methods of control of urban ants involve an adequate handling of the environment and the use of attractive and toxic baits. These baits work as food source, so, they can provoke intense competition among several species of ants. The ants possess greath variety of offensive and defensive strategies in the food search and protection of the nest. Most of these aggressions can be seen as a series of behaviors that work as competitive techniques.

Competition is understood as the active demand among two or more individuals of the same species (intraspecific competition) or members of two or more species of the same trophic level (interspecific competition) for a common resource potentially limited.

Six tests were carried out in laboratory with colonies of urban species in order to study the behavioral interactions in a food source.

These colonies were located in a plastic tray and had been fed with honey and worms of *Tenebrio* beetle. The water suppliment was given by an assay tube closed with cotton.

The attractive food used was a composed mixture of dehydrated ox liver, cake, honey, and 1% of peanut oil. The second food was a diluted liquid sugar in water (75%). For the accomplishment of these tests a container called arena of forage was used. During each test, the containers of creation of two of the species studied were connected to this arena, and the food source was placed in the center. After this procedure, the interaction behaviors of the ants were written down.

Six tests of field were carried out where the attractive food was placed in fixed points in the studied environment close to the occurrence place of the ants species and it was taken notes of the behaviors of competition among all species.

In accordance with the results of the laboratory tests, the order of domination among the four studied species was: *Monomorium floricola*, *Monomorium pharaonis*, *Linepithema humile* and *Tapinoma melanocephalum*. The two last ones were considered subordinated in relation to the competitive ability for interference, although they presented a bigger competitive ability for exploration.

According to the final results of the tests carried through natural situations, it can be concluded that there is an effective competition for food among the different species of urban ants. However it is very difficult to carry on comments or observations about this process, since the succession of different species of ants on food occurs in a short period of time and with a great rapidity.

### 3. INTRODUÇÃO:

Os insetos pertencem ao grupo de animais com maior diversidade de espécies no mundo. Calcula-se que aproximadamente um terço das espécies de organismos vivos sejam insetos. Essa característica deve-se ao fato de terem sido um dos primeiros grupos de animais que conquistaram a terra (HOLLDÖBLER & WILSON, 1990).

Alguns insetos são herbívoros e outros se aproveitam dos herbívoros para se alimentar. Estes esperam obter grande quantidade de alimento, facilmente digerível e de alto conteúdo calórico e protéico. A limitação está relacionada com a presença da presa, a qual tem que procurar e caçar. Ao aparecerem, na história evolutiva, os predadores, surgiram também as defesas contra eles, tornando-se mais difícil a caça para os predadores. Esses mesmos insetos predadores também são presas de outros. Graças em parte a esse mecanismo, muitas espécies se extinguiram e estima-se que somente cerca de 1% de todas as espécies que um dia viveram sobre a terra, estão vivas (HOLLDÖBLER & WILSON, 1990).

A vida em sociedade favorece a luta pela sobrevivência, torna mais fácil a busca por alimento, aumenta as oportunidades de defesa contra predadores e competidores, inclusive pode facilitar o cuidado com a cria e a construção de ninhos. São poucos os organismos que “descobriram” a vida social e sem dúvida estão distribuídos em toda a escala filogenética (HOLLDÖBLER & WILSON, 1990).

As formigas são animais importantes nos aspectos ecológicos, devido à sua enorme diversidade, mas também podem causar prejuízos econômicos à atividade humana. Pertencem à família Formicidae e todas as espécies são eussociais, isto é, preenchem amplamente todos os requisitos estabelecidos por WILSON (1971).

São insetos sociais dominantes na maioria dos ecossistemas terrestres, com exceção dos pólos (WILSON, 1987). Como qualquer ambiente natural, os ambientes artificiais podem ser colonizados e explorados por várias espécies de formigas. Assim, algumas delas são encontradas associadas aos homens, tais como em residências, hospitais, estabelecimentos comerciais, fábricas de alimento, biotérios, zoológicos, e muitos outros lugares. Dentro das residências a presença de formigas é constante, causando incômodo principalmente com seu aparecimento em cozinhas, banheiros e despensas de alimentos (EICHLER, 1962 e 1978b).

Esses insetos podem causar sérios problemas, especialmente àqueles das formigas consideradas pragas urbanas. *Monomorium pharaonis*, como exemplo marcante de formiga urbana, torna-se um perigo à saúde pública quando a infestação se dá em hospitais, pelo fato de ter a capacidade de transportar microrganismos patogênicos (EICHLER, 1962 e 1978a; BEATSON, 1972). Fato semelhante foi verificado no Chile para a formiga Argentina, *Linepithema humile* (IPINZA-REGLA et al., 1981).

Elas possuem uma enorme variedade de estratégias ofensivas e defensivas empregadas em quase todas as circunstâncias na procura de alimento e proteção do ninho (HOLLDÖBLER & WILSON, 1990). A maior parte das agressões entre os membros de algumas espécies pode ser vista como uma série de comportamentos que atuam como técnicas competitivas.

Competição, como a maioria dos ecologistas consideram, compreende a demanda ativa por dois ou mais indivíduos da mesma espécie (competição intraespecífica) ou membros de duas ou mais espécies de mesmo nível trófico (competição interespecífica) por um recurso comum ou necessidades para sobrevivência, que são potencialmente limitantes (WILSON, 1980).

A competição é um tema importante no estudo da ecologia de formigas. É conveniente dividir a competição em dois tipos: competição por interferência, na qual os indivíduos excluem uns aos outros por ameaça, combate físico, ou uso de compostos

químicos; e competição explorativa, na qual os indivíduos usam recursos alimentares e, conseqüentemente, privam os outros do uso, mas sem agressão direta. A intensidade de ambas as competições dentro e entre espécies diferem grandemente de acordo com o habitat e a posição da espécie na teia alimentar (HOLLDÖBLER & WILSON, 1990).

A maioria dos estudos com relação à biologia, mecanismos de dispersão e métodos de controle de algumas das formigas urbanas foi realizado em países de clima temperado. Ao contrário, nos países de clima tropical existem poucas informações sobre este assunto. Algumas informações disponíveis mostram que as relações ecológicas estão alteradas nestes países quando comparadas com as regiões mais frias, especialmente quanto à disponibilidade de alimento e competição intra e interespecífica.

Diante dos enormes desequilíbrios ecológicos e custos econômicos direta ou indiretamente associados com as invasões biológicas, determinar quais são os mecanismos comportamentais que contribuem para o processo competitivo entre espécies de formigas é relevante. Estas informações são particularmente importantes quando há a necessidade de realizar um controle efetivo, minimizando os efeitos indesejáveis ao meio ambiente. O presente trabalho teve como objetivo a análise da competição interespecífica, em uma fonte de alimento, para espécies de formigas que predominam em centros urbanos.

Para isto, a competição foi analisada em duas situações: artificialmente entre colônias de espécies mantidas em laboratório e naturalmente entre as espécies presentes em um mesmo local.

Em situação de laboratório, a competição interespecífica foi analisada entre as espécies que predominam em prédios urbanos na região Sudeste do Brasil: *Tapinoma melanocephalum*, *Linepithema humile*, *Monomorium floricola* e *Monomorium pharaonis*.

Neste caso os objetivos específicos compreenderam:

- Verificar quais as espécies de formigas que encontram primeiro a fonte de alimento;
- Determinar o tempo médio que cada espécie demora a descobrir a fonte de alimento;
- Estimar a quantidade de operárias recrutadas para a fonte de alimento;
- Verificar se existem diferenças na exploração das fontes de alimento sólido e

líquido;

-Analisar detalhadamente os atos comportamentais durante o processo de competição, tais como: comportamentos agressivos físicos e químicos, comportamentos de recuo e comportamento neutro. Foram observados ainda, comportamentos de alarme.

-Determinar hierarquias de dominância e sobreposição entre as espécies estudadas;

-Verificar quais espécies apresentam maior habilidade para a competição por exploração e quais para a competição por interferência.

Em situações naturais, o estudo da competição permitiu testar o modelo estabelecido com as colônias de laboratório e analisar a sucessão de espécies na fonte de alimento. Nesta situação, foi analisada a competição entre as espécies de formigas dos gêneros *Camponotus*, *Solenopsis* e *Pheidole*; as espécies *Paratrechina longicornis*, *Tapinoma melanocephalum* e *Wasmannia auropunctata*. Especificamente, pretendeu-se:

-Verificar quais as espécies de formigas que encontram primeiro a fonte de alimento;

-Determinar o tempo médio que cada espécie demora a descobrir a fonte de alimento;

-Estimar a quantidade de operárias recrutadas para a fonte de alimento;

-Verificar se existem diferenças na exploração das fontes de alimento sólido e líquido;

-Verificar se existe a influência do tamanho das operárias ou outras características morfológicas;

-Estimar a distância da entrada do ninho até a fonte de alimento;

-Verificar, ao longo do tempo (48h a 72h), se existe substituição das espécies que exploram a fonte de alimento;

-Analisar os atos comportamentais, em intervalos de tempo, quando for verificada a competição entre duas espécies presentes na fonte de alimento.

#### **4. REVISÃO DA LITERATURA.**

As formigas desempenham uma diversidade de papéis nos ecossistemas terrestres. Elas agem como predadores, necrófagos, herbívoros, detritívoros e granívoros (HOLLDÖBLER & WILSON, 1990) e participam de um espantoso rol de associações com plantas e outros insetos (BEATTIE, 1985; HOLLDÖBLER & WILSON, 1990; HUXLEY & CUTLER, 1991; JOLIVET, 1996). Elas também podem ser predadas por uma variedade de predadores específicos, incluindo répteis (PIANKA & PARKER, 1975), mamíferos (REDFORD, 1987), aranhas (PORTER & EASTMOND, 1982), e insetos (GOTTELI, 1996) e são hospedeiros de dípteras (FEENER & BROWN, 1977) e himenópteras parasitóides (HERATY, 1994).

As formigas agem como importantes agentes revolvedores do solo, na redistribuição de nutrientes e em pequena escala nos distúrbios ambientais (HOLLDÖBLER & WILSON, 1990; FOLGARAIT, 1998; MACMAHON et al., 2000).

O enorme sucesso das formigas é devido em grande parte do seu elaborado comportamento social (WILSON, 1971; HOLLDÖBLER & WILSON, 1990; KELLER, 1993; BOURKE & FRANKS, 1995; CROZIER & PAMILO, 1996).

Estima-se que existam cerca de 20000 espécies de formigas, das quais, um pouco mais de 11 000, foram descritas (BOLTON, 1995). Destas, pelo menos 2000 foram registradas para a região neotropical (KEMPF, 1972). Esta grande diversidade de espécies reflete na enorme variedade de “habitats” de nidificação, preferências alimentares, divisão de trabalho e sistemas de defesa. Juntamente com todos os cupins e parte das abelhas e vespas, as formigas são insetos altamente eussociais, cujas características básicas são: apresentam superposição de ao menos duas gerações em determinado instante do desenvolvimento colonial, com indivíduos estéreis e reprodutivos, e cuidado cooperativo com a prole. São animais dominantes na maioria dos ecossistemas terrestres e, portanto, têm papéis importantes nos fluxos de energia e nutrientes ao nível de ecossistema (WILSON, 1971 e 1978).

Há muito tempo vem sendo constatada a ocorrência de formigas em ambientes urbanos, entretanto, à medida que a urbanização se intensifica, as condições para a sobrevivência desses insetos aumentam de tal sorte, que podem acarretar danos em residências e em vários objetos de uso doméstico. Devido ao seu tamanho pequeno, podem construir ninhos em pequenas cavidades, fendas nas paredes, batentes de portas e de janelas e aparelhos eletro-eletrônicos em geral (FOWLER & BUENO, 1999).

Nas regiões Sudeste do Brasil e Sul da Bahia, tem sido registrada a presença de formigas no ambiente urbano com a seguinte ordem de importância: *Tapinoma melanocephalum*, *Paratrechina longicornis*, *Paratrechina fulva*, *Monomorium floricola*, *Monomorium pharaonis*, *Pheidole megacephala*, *Wasmannia auropunctata*, *Linepithema humile*, várias espécies dos gêneros *Pheidole*, *Camponotus* e *Crematogaster* (BUENO & FOWLER, 1994, DELABIE et al., 1995, BUENO & CAMPOS-FARINHA, 1999). Considerando a região Sul do país devem ser incluídas as espécies: *Camponotus mus* e *Solenopsis saevissima* (SILVA & LOECK, 1999).

#### 4.1. ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO.

*Monomorium pharaonis* é, provavelmente, a mais amplamente distribuída de todas as formigas consideradas pragas no ambiente urbano. Esta espécie é originada do Norte da África e foi acidentalmente transportada pelo homem por todo o mundo a mais de 200 anos (EDWARDS, 1986; THOMPSON, 1990).

Em meados do século XVIII, ela já ocorria em todos os países de clima quente e a partir do século XIX ela foi disseminada por toda a Europa Central através do tráfego de navios (EICHLER, 1978b). Na Alemanha é conhecida desde 1850. Naquela época, o seu habitat se restringia a hospitais e jardins zoológicos. Após a Segunda Guerra Mundial a situação se alterou de modo significativo. O fim da guerra e o desenvolvimento da moderna arquitetura permitiram a construção de edifícios com aquecimento, que passaram a constituir local propício à instalação desse inseto (EICHLER, 1989).

Nos Estados Unidos, *Monomorium pharaonis* tornou-se uma grande praga no interior de grandes edifícios, principalmente em regiões de climas frios, pois encontram condições que favorecem a construção de seu ninho. Em regiões mais quentes, podem ser encontradas forrageando tanto dentro quanto no exterior de edifícios (WILLIAMS & VAIL, 1994b; FOWLER et al., 1990).

Outra importante espécie que se tem registro em outros países é a formiga fantasma, *Tapinoma melanocephalum*. Segundo BUENO & CAMPOS-FARINHA (1999) é a espécie de maior incidência na região Sudeste do Brasil. Atualmente muito pouco é conhecido sobre os aspectos da biologia e dinâmica populacional dessa formiga. Ela é uma espécie tropical e foi tão amplamente distribuída pelo comércio e navegação que é muito difícil se determinar a sua origem, mas SMITH (1965) e outros autores, acreditam ter sido na África. Nos Estados Unidos ela é encontrada no exterior de edifícios no sul da Flórida e com populações no interior de prédios, como em casas de vegetação e outras estruturas nos estados do Norte (SMITH, 1965; THOMPSON, 1990).

*Paratrechina longicornis*, cujo nome popular é formiga-louca devido ao hábito de andarem irregularmente, quase em semicírculos, provavelmente se originou na África Tropical (SMITH, 1965). Hoje é encontrada em várias regiões de todo o mundo, sendo transportada pelo comércio. Geralmente constroem seus ninhos fora dos prédios; entram pelas janelas ou portas à procura de alimento. Também podem fazer seus ninhos atrás de pedras, cavidades de plantas, solo, atrás de janelas e sobre forros de estuque (SMITH, 1965; BUENO & CAMPOS-FARINHA, 1999).

Outra espécie menos conhecida é *Monomorium floricola*, originária da Ásia, com ocorrência significativa em prédios urbanos na região Sudeste do Brasil (BUENO &

CAMPOS-FARINHA, 1999).

Outro gênero importante, é o da formiga-acrobata, *Crematogaster* sp. Recebe este nome pelo fato de frequentemente elevar seu gáster sobre sua cabeça ou mesossoma, quando ameaçada. Pouco é conhecido sobre a sua biologia; possui várias espécies nativas, de difícil identificação. As colônias vivem embaixo de rochas, em árvores mortas caídas, em cavidades de plantas, no folhíço e também no solo (CREIGHTON, 1950; SMITH, 1965; BUENO & CAMPOS-FARINHA, 1999).

As formigas do gênero *Pheidole* sp., denominadas popularmente de formigas cabeçudas, são espécies nativas, também de difícil identificação, (SMITH, 1965; BUENO & CAMPOS-FARINHA, 1999), exceto *Pheidole megacephala*, introduzida, provavelmente da África tropical; são dimórficas, com operárias normais e soldados com cabeças grandes. Os ninhos são escavados no solo, abaixo de pedras ou em madeira seca (CREIGHTON, 1950). A maioria das espécies se alimenta de sementes e utilizam as poderosas mandíbulas dos soldados cabeçudos para carregá-las. Estas espécies raramente nidificam dentro dos edifícios humanos, mas podem invadí-los para forragear carne, gordura e pão (SMITH, 1965).

*Wasmannia auropunctata* apresenta operárias minúsculas, é chamada de pixixica ou pequena formiga-de-fogo por provocar uma ferroadada extremamente dolorida. De origem neotropical, não constroem ninhos muito elaborados, mas usam vários locais para abrigo, tanto sobre, ou sob o solo, como em madeiras secas e cavidades sob cascas de árvores (SMITH, 1965). Nas residências são atraídas por comidas gordurosas, como carne. São pouco atraídas por doces (THOMPSON, 1990).

*Linepithema humile*, popularmente chamada de formiga Argentina, é nativa do Brasil e da Argentina e o comércio tem facilitado sua dispersão (SMITH, 1965). Podem construir seus ninhos tanto fora (como solo, montes de madeira, cavidades de árvores ou debaixo de folhas), quanto dentro de edifícios humanos. Quando ocorre em edifícios, a população pode aumentar muito e é comum ver rainhas na trilha de forrageio. É uma importante praga no sudoeste dos Estados Unidos (BUENO & CAMPOS-FARINHA, 1999).

#### 4.2. RECONHECIMENTO DAS COMPANHEIRAS DE NINHO E MECANISMOS DE COMUNICAÇÃO.

Todas as interações sociais dependem da comunicação e esta é a ação por parte de um organismo que modifica a probabilidade de comportamento de outro organismo (WILSON, 1975).

Nos insetos sociais, os sistemas de reconhecimento das companheiras de ninho são freqüentemente bem desenvolvidos, permitindo que os limites da colônia sejam mantidos com grande fidelidade. Devido ao fato das colônias destes insetos serem tipicamente grupos de indivíduos relacionados, as formas não-reprodutivas estão direcionadas, preferencialmente, a ajudar suas companheiras de ninho. Pistas utilizadas para distinguir as companheiras de indivíduos que não pertencem ao ninho podem ser ambientalmente derivadas, inatas (geneticamente), ou a combinação de ambas. Usando essas pistas, um indivíduo pode discriminar se o outro é ou não um companheiro, e assim aceitá-lo ou rejeitá-lo quando se encontrarem (HOLLDÖBLER & MICHENER, 1980; GAMBOA et al., 1986; CARLIN, 1989; HOLLDÖBLER & WILSON, 1990; BREED, 1998). Evidências sugerem que os sistemas genéticos também são importantes, particularmente nas formigas (BREED & BENNETT, 1987; HOLLDÖBLER & WILSON, 1990; BANSCHBACH & HERBERS, 1996; BEYE et al., 1998; STUART & HERBERS, 2000).

Alguns insetos usam hidrocarbonetos cuticulares para o reconhecimento dos companheiros, co-específicos e membros da colônia (HOWARD & BLOMQUIST, 1982; VANDER MEER & MOREL, 1998). Como resultado, a variação nos hidrocarbonetos cuticulares é usada para identificar as espécies (HOWARD et al., 1982; VANDER MEER & LOFGREN, 1990), para diferenciar populações (NOWBAHARI et al., 1990), e para distinguir entre as diferentes castas dentro das colônias de insetos sociais. (HOWARD et al., 1982; HAVERTY et al., 1996).

Agressões intercoloniais nas formigas também estão correlacionadas com a variação no perfil dos hidrocarbonetos cuticulares (BONAVITA-COUGOURDAN et al., 1987; NOWBAHARI et al., 1990). Experimentos recentes sugerem que os hidrocarbonetos cuticulares afetam diretamente o reconhecimento das companheiras de ninho de algumas espécies de formigas (LAHAV et al., 1999; THOMAS et al., 1999;

BOULAY et al., 2000; LIANG & SILVERMAN, 2000). Devido ao fato das formigas mostrarem uma grande variedade de estruturas de colônias, elas são usadas como organismos modelos para o estudo dos mecanismos a cerca dos sistemas de reconhecimento (CARLIN & HOLLDÖBLER, 1986; HOLLDÖBLER & WILSON, 1990). Em algumas formigas a discriminação das companheiras de ninho é bem desenvolvida e as operárias defendem agressivamente o território, particularmente contra co-específicos, resultando em uma estrutura de colônia conhecida como multicolonial (HOLLDÖBLER & WILSON, 1977). Em contraste, algumas espécies apresentam uma estrutura de colônia conhecida como unicolonial, no qual os níveis de agressão intraespecífica são reduzidos ou ausentes, e o limite da colônia é pequeno ou inexistente (HOLLDÖBLER & WILSON, 1977).

A forma mais comum de comunicação entre as formigas é por meio de substâncias químicas voláteis, substâncias solúveis e do tato. Quando essas substâncias são produzidas pelos indivíduos para se comunicar com outros indivíduos da mesma espécie, são denominados de feromônios (HOLLDÖBLER & WILSON, 1990).

O feromônio de alarme é produzido pelas glândulas mandibulares de quase todas as formigas. Ele é altamente volátil e dispersa-se rapidamente, alertando as companheiras de algum perigo eminente. O mesmo feromônio, em outras ocasiões serve para orientar as operárias até a fonte de emissão e, portanto, ao local onde a primeira operária detectou o invasor (HOLLDÖBLER & WILSON, 1990).

Os feromônios de alarme não só alertam as companheiras e as orientam até a fonte de perigo, como também lhes indicam a distância relativa do mesmo.

Feromônio de recrutamento: É produzido pelas glândulas situadas na extremidade abdominal e em *Crematogaster* é produzido nas glândulas das pernas. Este feromônio, depositado no solo em forma de trilha, pode informar às companheiras sobre a presença do alimento, sua localização e qualidade. A operária que encontra o alimento deixa um rastro de substância, quando regressa ao ninho. Este rastro será, então, utilizado pelas companheiras para localizarem a fonte de alimento (HOLLDÖBLER & WILSON, 1990).

Nas espécies mais sociais, a concentração de feromônio é proporcional à qualidade e quantidade de alimento. Formigas de espécies socialmente mais primitivas necessitam de sinais tácteis como, por exemplo, golpes de antenas sobre o gáster, além

de um feromônio de atração que motive as companheiras a buscar o alimento recém descoberto (HOLLDÖBLER & WILSON, 1990).

Em várias espécies que mostram recrutamento em grupo, a formiga recrutadora ajuda a orientar as seguidoras, secretando um feromônio volátil, que deixa uma nuvem de odor atrás dela, permitindo às companheiras recrutadas, segui-la mais facilmente (HOLLDÖBLER & WILSON, 1990).

Feromônios territoriais: São as secreções utilizadas para marcar os territórios de uso exclusivo da colônia. São comuns entre as formigas que têm sociedades complexas. Marcando seu território com odores colônia-específicos, as colônias evitam brigas entre si, conseguindo, desta maneira, coabitar pacificamente em áreas de alta concentração de ninhos. Ao se oferecer às formigas um alimento novo e atraente, observa-se imediatamente a exclusão das mais fracas e, em alguns casos, guerras entre as colônias (HOLLDÖBLER & WILSON, 1990).

#### 4.3 MECANISMOS DE FORRAGEAMENTO.

Os seres vivos são, em geral, um reflexo daquilo que consomem, e este fato evidencia a importância do alimento para os organismos. No caso dos insetos, muitos aspectos da sua biologia, incluindo o comportamento, a fisiologia e a ecologia, estão, de uma ou outra maneira, inseridos dentro de um contexto nutricional. Os estudos com relação à nutrição dos insetos evoluíram nas últimas décadas, desde a definição das exigências nutricionais básicas para a sua sobrevivência e reprodução, até a avaliação da sua influência no comportamento e fisiologia dos insetos, com consequências ecológicas e evolucionárias (PANIZZI & PARRA, 1991).

Todos os indivíduos de uma colônia de formigas compartilham os alimentos dentro do ninho, mas somente algumas operárias saem do ninho para procurar alimentos. Geralmente os indivíduos que saem são os mais velhos ou os maiores (BRIAN, 1965). Como as colônias crescem ou mais espécies são adicionadas ao ambiente, quantidades maiores de alimento são necessárias, implicando que a colônia tem que procurar o alimento a distâncias maiores. Este fato cria problemas não somente de orientação, a qual é altamente desenvolvida na maioria das formigas, como também de exploração, escolha, comunicação, transporte e defesa. Portanto, o método de

organização de forrageamento pode ser bastante considerado em termos de avanços evolutivos, uma vez ajustado às condições ecológicas (PANIZZI & PARRA, 1991).

De acordo com BONABEAU et al. (1988); CARROLL & JANZEN (1973) e HOLLDÖBLER & WILSON (1990), os tipos de forrageamento podem ser:

1) Solitário: uma operária sai do ninho à procura de alimento. Ela pode levar o alimento sozinha para o ninho ou voltar para o ninho para recrutar outras operárias para auxiliar o transporte do alimento, se este for muito grande.

Este sistema é geralmente encontrado em espécies de formigas que possuem colônias pequenas. Geralmente esses sistemas dependem de operárias que exploram áreas fixas ao redor da colônia. Praticamente todo o território de forrageamento é coberto pelas atividades de operárias solitárias.

2) Em grupo: várias operárias saem para o forrageamento, a presença de um líder que também ofereça uma informação feromonal pode proporcionar ainda maior velocidade na exploração de um recurso alimentar. O sistema pode ser aperfeiçoado ainda mais quando o líder, geralmente a operária que encontrou o alimento, recruta mais de um indivíduo do ninho para ajudar a explorar o recurso. Se o líder não precisar seguir na frente das operárias recrutadas, depois do convite para sair do ninho, as trilhas feromonais deixadas pelo líder podem ser seguidas pelas operárias recrutadas, resultando numa transmissão maior de informação, o que permite recrutar um número maior de operárias (PANIZZI & PARRA, 1991).

A diversidade de soluções para o problema de recrutamento demonstra uma convergência nos sistemas mais eficientes para o contexto ecológico de seu uso. O número de formigas recrutadas, a duração do feromônio e as distâncias e integração com fatores topográficos são aspectos importantes na exploração dos recursos no habitat. Os sistemas de recrutamento, portanto, são parte do fenótipo da formiga, e têm tanto valor na competição e repartição de recursos como os fatores morfológicos (HOLLDÖBLER & WILSON, 1990).

Chegando ao nível de sofisticação máxima, ou recrutamento em massa, existem evidências estudadas inicialmente em *Solenopsis saevissima* por WILSON (1962a), de que o número de operárias recrutadas depende da quantidade de feromônio depositado. Neste sistema, o número de operárias recrutadas pode ser adaptado às necessidades na fonte de alimento. A comunicação em massa, portanto, é a transmissão de informação

que tem sentido somente para grupos grandes e é muito diferente da troca de informação entre dois indivíduos.

Pela diversidade de sistemas presentes e a pouca correlação filogenética, é provável que os sistemas de recrutamento evoluíram várias vezes nas formigas (HOLLDÖBLER, 1984). Tais sistemas somente podem funcionar quando as operárias têm a capacidade de “tomar decisões” (JAFFÉ et al., 1985) sobre a quantidade e a qualidade da informação que recebem. A quantidade da informação pode estar relacionada à quantidade de alimento na fonte (JAFFÉ et al., 1985; FOWLER, 1987a; BREED et al., 1987).

Os sistemas de recrutamento são componentes importantes na análise da ecologia nutricional das formigas porque permitem respostas rápidas às variações nas fontes de alimentos. Também determinam o sucesso na exploração dessas fontes, na presença de outras espécies de formigas e animais que exploram os mesmos recursos (PANIZZI & PARRA, 1991).

#### 4.4. MECANISMOS DE COMPETIÇÃO.

O rol de estratégias alimentares usadas pelas formigas e a grande diversidade ecológica deste grupo, não impedem que várias espécies de formigas usem as mesmas fontes alimentares, numa mesma localidade. Se essas fontes são fatores que limitam o crescimento ou a produção de formas reprodutivas nas colônias, ocorrem, então, as condições necessárias e suficientes para a presença da competição (FOWLER et al., 1988).

Pela teoria da competição, as possibilidades de interações competitivas entre espécies são várias, destacando dois resultados clássicos: (1) espécies com ecologias quase iguais (equivalência ecológica) são mutuamente exclusivas (exclusão competitiva), ou (2) essas espécies podem coexistir em equilíbrio, onde suas densidades são menores que quando ocorrem sem a presença da outra espécie (equilíbrio competitivo) (FOWLER et al., 1988).

Pelo fato das colônias de formigas serem fixas no espaço, evidências indiretas são usadas, freqüentemente, para inferir a ocorrência da competição. Essas evidências geralmente implicam na existência de territórios exclusivos para forrageamento. O uso

do sistema de trilhas físicas também tem valor seletivo elevado na demarcação de territórios e permite a mobilização rápida de operárias para defender o território da colônia, da invasão por colônias vizinhas, tanto intra, como interespecificamente, se os recursos são explorados por ambas as espécies (HOLLDÖBLER & LUMSDEN, 1980).

A competição interespecífica tem um grande interesse para os ecologistas como um possível mecanismo que influencia alguns fenômenos, como a distribuição dos recursos dentro os habitats (MACARTHUR, 1958; CONNELL, 1961a; SCHOENER, 1974) e alopatria contínua (HELLER, 1971; JAEGER, 1971; GRANT, 1972).

Recentemente, contudo a importância da competição dentro das comunidades naturais é questionada. Alguns autores defendem o papel do acaso como uma influência significativa na estrutura da comunidade (CONNOR & SIMBERLOFF, 1979; STRONG Jr. et al., 1979), outros, porém, comparam o papel da competição com outras forças tais como predação e fatores físicos (CONNELL, 1980; LAWTON & STRONG Jr., 1981; STRONG Jr, 1983). Ainda que esses fatores sejam sem dúvida de significância primária em algumas comunidades, dados bastante significativos existem, indicando o papel chave da competição em muitos outros ecossistemas (CONNELL, 1983; SCHOENER, 1983; PLATT & WEIS, 1985; TOFT, 1985; KARBAN, 1986; ROBERTSON & GAINES, 1986).

MOERMOND (1986) sugere que a ênfase agora seria o caminho no qual a competição influencia a interação das espécies e o grau com o qual a competição estrutura as comunidades. Ele sugere que o próximo passo seria um exame de métodos específicos do uso de recursos. PRICE (1986) também propõe o estudo de populações específicas e individuais e suas interações como um meio de elucidar as relações com a comunidade.

A competição interespecífica em formigas tem sido estudada no ponto de vista de comunidade (BRIAN et al., 1966; GREENSLADE, 1971; LEVINS et al., 1973; DAVIDSON, 1977, 1980; LESTON, 1978; FOWLER, 1988a). Ela pode se dar pelo uso de repelentes químicos (ADAMS & TRANIELLO, 1981; HOLLDÖBLER, 1982a; OBIN & VANDER MEER, 1985; FOWLER, 1988a), por interações agressivas (HOLLDÖBLER & LUMSDEN, 1980; VILELA et al., 1987), ou pelo furto de alimento de outra formiga (HOLLDÖBLER, 1986).

Repelentes químicos, usados por muitas espécies de formigas, inclusive por aquelas que têm sistemas de recrutamento bem desenvolvidos, permitem que outras operárias da mesma espécie possam explorar um recurso relativamente grande, sem a interferência de outras espécies (FOWLER, 1988a).

Os insetos sociais são vistos por alguns pesquisadores como formidáveis competidores, devido ao fato de possuírem uma grande flexibilidade (bons dispersores, grande taxa reprodutiva, capacidade de fragmentação de colônias, poliginia, esterilidade das operárias, diferença de tamanho corporal, longevidade, grande nicho e defesa efetiva de predadores), alcançar grandes densidades, possuírem comportamentos de deslocamento interespecífico, e porque eles são eficientes exploradores de recursos alimentares (MOLLER, 1996).

VEPSALAINEN & SAVOLAINEN (1990) referem a hierarquias de competição entre formigas simpátricas, onde algumas espécies excluem completamente as outras de seus territórios, ou concentram recursos alimentares. Isto também foi observado por SCHOENER (1983), PASSERA (1994), HOLLDÖBLER & WILSON (1977), HOLLDÖBLER & WILSON (1990), HUMAN & GORDON (1999).

PASSERA (1994) considera que o comportamento agressivo das formigas, particularmente com relação às outras espécies, é um importante determinante para as formas de sucesso de invasão. Por exemplo, grande habilidade de dispersão, onivoria, comportamento gregário e assexualidade são comumente vistos para ressaltar a probabilidade de colonização e estabelecimento, mas segundo HOLWAY & SUAREZ, (1999), eles são menos claros do que aqueles atributos que influenciam a habilidade competitiva das espécies invasoras, ou a sua razão para a propagação subsequente ao estabelecimento.

A agressão interespecífica também é usada para explicar a habilidade competitiva das formigas invasoras (PASSERA, 1994; HOLLDÖBLER & WILSON, 1977; HOLLDÖBLER & WILSON, 1990; HUMAN & GORDON, 1999).

O deslocamento competitivo das formigas nativas pelas formigas invasoras é bem dramático e documenta amplamente o efeito das invasões de formigas (HOLLDÖBLER & WILSON, 1990; WILLIAMS, 1994). Em áreas invadidas a abundância relativa das espécies nativas pode ser reduzida por cerca de 90% (PORTER

& SAVIGNANO; 1990; MORRISON, 2000; CAMMELL et al., 1996; HUMAN & GORDON, 1997; HOLWAY, 1988; HOFFMANN et al., 1999).

Um exemplo de formiga invasora bem estudado é o da formiga lava-pés *Solenopsis invicta*, que invadiu o sul dos Estados Unidos, e é o foco de estudos genéticos (ROSS & KELLER, 1995; ROSS et al., 1996; TSCHINKEL, 1988). Nesse exemplo, *S. invicta* deslocou espécies nativas tais como *S. geminata* e várias formigas do gênero *Pheidole*.

A formiga-argentina *Linepithema humile* é um outro exemplo de espécie invasora, que após a sua introdução em determinada área, sofreu mudanças comportamentais, aumentando sua habilidade competitiva. Por exemplo, na Argentina setentrional, *L. humile* exibe pronunciada agressão intraespecífica em pequenas escalas espaciais (<100 m). Em contraste, populações introduzidas na Califórnia e no Chile raramente exibem agressão intraespecífica em qualquer escala espacial (HOLWAY et al., 1998; HOLWAY & SUAREZ, 1999).

A grande densidade populacional dessa formiga está baseada na sua habilidade de exercer ambas competições, por interferência e explorativa. Ela também contribui para a sua grande habilidade explorativa: a formiga-argentina descobre e recruta para a fonte alimentar mais rapidamente e em maior número, quando comparada a várias espécies de formigas nativas. Embora as espécies invasoras exibam pronunciadas agressões interespecíficas, os estudos mencionados sugerem que outros fatores comportamentais estão também envolvidos (HOLWAY, 1998; HOLWAY, 1999; HOLWAY & SUAREZ, 1999; HUMAN & GORDON, 1996).

Várias hipóteses foram formuladas para tentar explicar o avanço e a abundância desproporcional da formigas invasoras. Primeiro, assim como outras espécies introduzidas, as formigas invasoras estão livres dos predadores e de inimigos naturais e, como consequência, conseguem um grande crescimento no tamanho da colônia e um aumento da densidade populacional (BUREN, 1983; PORTER et al, 1997). Segundo, por serem unicloniais (com ninhos polidômicos), elas não defendem limites de territórios contra seus coespecíficos, elas podem recrutar as operárias para outras atividades mais importantes, do que a defesa da colônia e utilizam a energia para a produção de novas operárias, que de outra maneira seria usada em lutas com colônias vizinhas da mesma espécie (HOLLDÖBLER & WILSON, 1977; MACOM &

PORTER, 1996; HOLWAY et al., 1988). A baixa territorialidade e a formação de supercolônias permitem que estas espécies monopolizem os recursos e desloquem os competidores (MACOM & PORTER, 1996). Terceiro, as formigas invasoras podem consumir recursos, tais como plantas e secreções de homópteros, que as formigas nativas deixam de explorar ou são menos eficientes quando comparadas com as primeiras (TOBIN, 1994; DAVIDISON, 1997). O acesso ao alimento rico em carboidrato, tais como as plantas e as secreções de homópteros, possibilita às formigas invasoras o combustível necessário para as operárias, dando a possibilidade de manutenção de grande dinâmica de densidade (formiga/área/tempo), a defesa de territórios absolutos, e a monopolização de recursos (DAVIDISON, 1997, 1998).

Segundo FELLERS (1987), uma espécie é considerada dominante se ela inicia um ataque ou se sua presença induz um comportamento de evitação em um indivíduo de outra espécie quando se encontram.

Tradicionalmente, dois tipos de competição têm sido distinguidos, competição por exploração e competição por interferência. Exploração é geralmente definida como a habilidade de uma espécie em encontrar e usar potencialmente recursos limitantes para a sua sobrevivência, privando as outras deste recurso. Interferência é a habilidade de uma espécie de privar as outras de obter o recurso, diretamente por agressão, ou indiretamente por outros meios como territorialidade. Espécies que localizam e usam o recurso rapidamente são hábeis na exploração, e aquelas que exibem agressão, territorialidade, ou uso de veneno são hábeis na interferência (FELLERS, 1987; SCHOENER, 1983).

## 5. MATERIAIS E MÉTODOS.

### 5.1. TESTES EM LABORATÓRIO.

Foram realizados seis testes em laboratório, com quatro repetições cada um, de interações comportamentais em uma fonte alimentar com as seguintes espécies de formigas urbanas: *Monomorium pharaonis*, *Tapinoma melanocephalum*, *Monomorium floricola* e *Linepithema humile*.

Para a realização deste trabalho, as colônias de formigas das espécies estudadas foram coletadas na natureza e mantidas em laboratório no interior de formigueiros artificiais. Estes eram constituídos de uma arena de plástico (50 cm x 40 cm x 8 cm) com uma abertura em uma das extremidades, fechada por uma rolha, sendo que as paredes laterais receberam uma camada de TEFLON-30, para evitar a fuga das formigas. No interior de cada recipiente foi colocada uma unidade de criação composta por rainhas, cria (ovos, larvas e pupas) e operárias adultas.

Cada unidade de criação era constituída de uma placa de Petri (9 cm de diâmetro e 1,2 cm de profundidade), preenchida por gesso de dentista moldado de modo que foi estabelecida uma cavidade na região central.

A tampa da placa foi revestida com papel celofane vermelho para diminuir a entrada de luz e permitir a observação do interior. As colônias foram mantidas à temperatura ambiente, respeitando um limite mínimo de 24°C, utilizando, se necessário, aquecedores no local.

As colônias foram providas de mel e larvas de besouro *Tenebrio*; quando disponível foram oferecidas larvas de abelha. O suprimento de água se deu com um tubo de ensaio com algodão na extremidade livre.

Os alimentos atrativos, utilizados nos testes de competição, tinham constituição sólida e líquida. O primeiro era uma mistura proposta por BUENO & CAMPOS-FARINHA (1999), composta de fígado de boi desidratado, bolo (tipo Pullman) e mel, na proporção 1:1:1, adicionando-se 1% de óleo de amendoim. A segunda compreendeu açúcar líquido diluído em água (75%).

Antes de cada repetição, as colônias utilizadas eram mantidas por um período de vinte e quatro horas sem alimento, para que se obtivesse um maior êxito nas interações.

Para a realização dos testes foi utilizado um recipiente plástico (50 cm x 40 cm x 8 cm), denominado de arena de forrageamento comum, com uma abertura em cada extremidade, e uma mangueira de plástico de 15cm a 20cm de comprimento, conectada em cada uma das aberturas. Durante cada teste, os recipientes de criação das duas espécies a serem estudadas eram conectados às mangueiras de plástico das aberturas da arena de forrageamento comum, e a fonte de alimento era, então, colocada no centro desta arena. Desta maneira, as duas espécies ficavam expostas ao alimento, ao mesmo tempo.

Após este procedimento, as interações comportamentais foram anotadas em tabela, por um período de quatro horas, sendo duas horas durante da tarde e duas horas durante a noite. Os experimentos tiveram continuidade até 24h após seu. Após o final de cada teste, os recipientes de criação eram novamente desconectados da arena de forrageamento comum, as aberturas fechadas com a rolha e os ninhos retornavam à sala de criação.

Durante os testes, foram observadas as interações entre forrageadoras das diferentes espécies de formigas, categorizadas segundo HUMAN & GORDON (1999) e MERCIER et al. (1997). As interações comportamentais observadas foram divididas em comportamentos agressivos físicos e químicos: bote, perseguição, mordida, ferroadas,

inclinação do gáster, abertura das mandíbulas, ataque recíproco e borrifação de substâncias repelentes, comportamentos de defesa: fuga, espasmos, tentativas de escape, evitação mútua, descaso com a outra após a antenação e ficar parada, e comportamento neutro: antenação. Os comportamentos observados foram quantificados através da frequência de ocorrência.

Também foi anotada qual espécie de formiga chegou primeiro à fonte de alimento e o tempo que esta espécie demorou a encontrar a fonte, com base nestes resultados, foi calculada a média das quatro repetições realizadas, para cada teste.

As características comportamentais que levam cada espécie ao encontro da fonte de alimento foram determinadas de acordo com o tipo de estratégia forrageamento que cada espécie apresenta, segundo BONABEAU et al. (1988); CARROLL & JANZEN (1973) e HOLLDÖBLER & WILSON (1990).

## 5.2. TESTES EM CAMPO.

Nos testes de campo foram estudadas as interações comportamentais, frente a uma fonte de alimento, das espécies de formigas presentes no próprio ambiente, incluindo algumas espécies já estudadas em laboratório, os gêneros *Pheidole*, *Solenopsis* e *Camponotus*, e as espécies *Wasmannia auropunctata* e *Paratrechina longicornis*, sempre que possível.

Preliminarmente foi feito um pré-teste, que consistiu na simples observação do ambiente, com a coleta de formigas, para verificar quais as espécies estavam presentes no local escolhido.

Os testes foram realizados de acordo com observações de HUMAN & GORDON (1999), porém modificados para atender as nossas condições ambientais. O alimento atrativo foi colocado em pontos fixos no ambiente, próximo ao local de ocorrência das espécies de formigas estudadas, e os comportamentos de competição entre todas as espécies foram anotados. Os pontos de observação foram percorridos em intervalos de tempo de 0h, 2h, 4h, 6h, 8h, 10h, 12h, 24h, 48h e 72h, após a colocação do alimento atrativo e os comportamentos foram observados por 30 minutos em cada período de observação. O alimento foi repostado de acordo com a necessidade.

A distância da entrada do ninho até a fonte de alimento foi determinada, sempre que possível, com o auxílio de uma trena medindo-se a extensão da trilha estabelecida pelas operárias.

As observações das interações entre forrageadoras das diferentes espécies de formigas foram categorizadas segundo MERCIER *et al.* (1997) e HUMAN & GORDON (1999). As interações comportamentais observadas foram divididas em comportamentos agressivos físicos e químicos: bote, perseguição, mordida, ferroadas, inclinação do gáster, abertura das mandíbulas, ataque recíproco e borrifação de substâncias repelentes, comportamentos de defesa: fuga, espasmos, tentativas de escape, evitação mútua e descaso com a outra após a antenação e comportamento neutro: antenação.

Foi anotada qual espécie de formiga chegou primeiro à fonte de alimento e o tempo que cada espécie demorou a encontrar a fonte. O número de operárias recrutadas para a fonte de alimento foi estimado de acordo com os seguintes valores: 0 = ausência, 1 = muito pouco, 2 = pouco, 3 = médio, 4 = muito e 5 = muito grande. Com base nestes resultados foi calculada a densidade relativa das espécies de formiga em cada área estudada.

As características comportamentais que levam cada espécie ao encontro da fonte de alimento foram determinadas de acordo com o tipo de estratégia forrageamento que cada espécie apresenta, segundo CARROLL & JANZEN (1973); BONABEAU *et al.* (1988) e HOLLDÖBLER & WILSON (1990).

Foram realizados 6 testes de campo, e estes ocorreram em duas residências e em uma sala do biotério do instituto de Biociências da UNESP na cidade de Rio Claro. Estes locais foram selecionados devido às espécies de formigas encontradas no pré-teste.

#### TESTE 1.

O teste foi realizado na cozinha de uma residência localizada na rua 9b, do bairro Bela Vista da cidade de Rio Claro.

Esta residência possui dois quartos com carpete, uma sala também com carpete, uma cozinha com um armário embutido na parede e um embaixo da pia, e azulejo até o

teto, um banheiro com azulejo até a metade da parede e um quintal cimentado.

#### TESTE 2.

O teste foi realizado na cozinha de um sobrado, em cima do balcão da pia. Este sobrado está localizado na Av. 26a, do bairro Vila Alemã da cidade de Rio Claro.

O sobrado possui três quartos, sendo dois no piso inferior e um no piso superior; dois banheiros com azulejo até a metade da parede, um no piso inferior e um no piso superior; uma cozinha com armários embutidos embaixo do balcão de trabalho e da pia, e azulejo até o teto; duas salas, uma no piso inferior e uma no piso superior, uma garagem com um armário embutido na parede, uma varanda com um jardim e um quintal com um pequeno jardim. O assoalho da casa é todo revestido por ardósia e o assoalho da sala do piso inferior é revestido com carpete de madeira.

#### TESTE 3.

O teste foi realizado no chão da garagem de um sobrado, localizado na Av. 26a, do bairro Vila Alemã da cidade de Rio Claro.

O sobrado possui três quartos, sendo dois no piso inferior e um no piso superior; dois banheiros com azulejo até a metade da parede, um no piso inferior e um no piso superior; uma cozinha com armários embutidos embaixo do balcão de trabalho e da pia, e azulejo até o teto; duas salas, uma no piso inferior e uma no piso superior, uma garagem com um armário embutido na parede, uma varanda com um jardim e um quintal com um pequeno jardim. O assoalho da casa é todo revestido por ardósia e o assoalho da sala do piso inferior é revestido com carpete de madeira.

#### TESTE 4.

O teste foi realizado na sala de criação de formigas urbanas, no biotério do instituto de Biociências da UNESP - Rio Claro.

O biotério é um prédio antigo, suas salas estão dispostas ao redor de um grande jardim. O prédio é utilizado para a criação de abelhas, cupins, formigas, ratos de

laboratório e vespas. Devido a isto as salas estão repletas de materiais que possibilitam o abrigo para ninhos de diferentes espécies de formigas urbanas, como mesas antigas, armários antigos, aparelhos de ar condicionado sem uso, caixas de papelão e outros tipos de materiais, além de rachaduras e frestas nas paredes.

#### TESTE 5.

O teste foi realizado na sala do piso inferior de um sobrado, no chão, entre os dois sofás. Este sobrado está localizado na Av. 26-A, do bairro Vila Alemã da cidade de Rio Claro.

O sobrado possui três quartos, sendo dois no piso inferior e um no piso superior; dois banheiros com azulejo até a metade da parede, um no piso inferior e um no piso superior; uma cozinha com armários embutidos embaixo do balcão de trabalho e da pia, e azulejo até o teto; duas salas, uma no piso inferior e uma no piso superior, uma garagem com um armário embutido na parede, uma varanda com um jardim e um quintal com um pequeno jardim. O assoalho da casa é todo revestido por ardósia e o assoalho da sala do piso inferior é revestido com carpete de madeira.

#### TESTE 6.

O teste foi realizado na cozinha de um sobrado, no chão, ao lado do balcão da pia. Este sobrado está localizado na Av. 26-A do bairro Vila Alemã da cidade de Rio Claro.

O sobrado possui três quartos, sendo dois no piso inferior e um no piso superior; dois banheiros com azulejo até a metade da parede, um no piso inferior e um no piso superior; uma cozinha com armários embutidos embaixo do balcão de trabalho e da pia, e azulejo até o teto; duas salas, uma no piso inferior e uma no piso superior, uma garagem com um armário embutido na parede, uma varanda com um jardim e um quintal com um pequeno jardim. O assoalho da casa é todo revestido por ardósia e o assoalho da sala do piso inferior é revestido com carpete de madeira.

### 5.3. CARACTERIZAÇÃO DOS COMPORTAMENTOS ESTUDADOS:

Os comportamentos observados foram divididos em:

#### Comportamentos Agressivos:

##### 1- Bote e perseguição:

Investida rápida com as mandíbulas abertas em direção à formiga da outra espécie.

##### 2- Mordida:

Quando a formiga de uma espécie utiliza as mandíbulas para segurar alguma parte do corpo da formiga da outra espécie.

##### 3- Ferroada:

Quando a formiga de uma espécie utiliza o ferrão para “golpear” a formiga da outra espécie. Neste caso o ferrão toca a formiga atacada.

##### 4- Inclinação do gáster:

Quando a formiga de uma das espécies estudadas inclina o gáster sobre o seu mesossoma, em direção à formiga da outra espécie.

##### 5- Curvatura do gáster:

Quando a formiga de uma das espécies estudadas inclina o gáster sob o seu mesossoma, em direção à formiga da outra espécie.

##### 6- Abertura de mandíbulas:

Quando a formiga de uma espécie abre suas mandíbulas ameaçando a formiga da outra espécie, mas sem tocá-la.

#### 7- Ataque recíproco:

Quando duas formigas de espécies diferentes se “confrontam”, ambas seguram com suas mandíbulas outras partes do corpo da outra formiga e completam o ataque com borrifação de substância repelente.

#### 8- Borrifação de substâncias repelentes:

Quando a formiga de uma espécie inclina ou curva o gáster em direção à outra formiga, borrifando substâncias repelentes. Ela não precisa necessariamente segurar a outra formiga. Após este comportamento, a formiga atacada se afasta rapidamente e realiza a limpeza de suas pernas e antenas.

#### Comportamentos de defesa:

#### 9- Fuga:

Quando a formiga de uma espécie encontra a formiga de outra espécie, ela muda de direção e se move rapidamente.

#### 10- Espasmos:

Quando a formiga de uma espécie encontra a formiga da outra espécie, ela se curva e realiza a limpeza de suas pernas e antenas, ou move as pernas e o corpo espasmodicamente.

#### 11- Tentativa de escape;

Quando presa pela formiga da outra espécie, a formiga tenta escapar caminhando sinuosamente e rapidamente.

#### 12- Evitação mútua:

Após o encontro, ambas formigas de espécies diferentes mudam de direção e se movem rapidamente.

13- Descaso:

Após o encontro com a formiga da outra espécie, a formiga continua seu percurso sem se incomodar.

14- Ficar parada:

Quando a operária da outra espécie começa o ataque, a outra formiga fica parada, sem exibir nenhuma reação.

Comportamento neutro:

15- Antenação:

Quando se encontram, as formigas de espécies diferentes movem rapidamente suas antenas, tocando-as.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO:

### 6.1. TESTES DE LABORATÓRIO.

#### 6.2.1. *Monomorium floricola* e *Tapinoma melanocephalum*.

A quantificação dos comportamentos de competição entre *Monomorium floricola* e *Tapinoma melanocephalum*, dos três testes realizados, estão expressos nas tabelas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11, e nas figuras 1 e 2. Para tanto, os comportamentos foram numerados de 1 a 15, de acordo com o sub-ítem 5.3.

#### Repetição 1.

Tabela 1. Quantificação dos comportamentos de competição entre *Monomorium floricola* e *Tapinoma melanocephalum* para a repetição 1.

|                          | 1 | 2 | 3 | 4  | 5 | 6 | 7 | 8   | 9  | 10  | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--------------------------|---|---|---|----|---|---|---|-----|----|-----|----|----|----|----|----|
| <i>M. floricola</i>      | 0 | 0 | 3 | 94 | 0 | 0 | 0 | 146 | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 12 | 0  |
| <i>T. melanocephalum</i> | 0 | 0 | 0 | 1  | 0 | 0 | 0 | 11  | 94 | 146 | 3  | 0  | 0  | 0  | 0  |

Tabela 2. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação.

|                          | Agressivos | Defesa | Neutro |
|--------------------------|------------|--------|--------|
| <i>M. floricola</i>      | 243        | 12     | 0      |
| <i>T. melanocephalum</i> | 12         | 243    | 0      |

Repetição 2.

Tabela 3. Quantificação dos comportamentos de competição entre *Monomorium floricola* e *Tapinoma melanocephalum* para a repetição 2.

|                          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| <i>M. floricola</i>      | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  |
| <i>T. melanocephalum</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 3  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |

Tabela 4. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação.

|                          | agressivos | Defesa | neutro |
|--------------------------|------------|--------|--------|
| <i>M. floricola</i>      | 10         | 1      | 0      |
| <i>T. melanocephalum</i> | 1          | 10     | 0      |

Repetição 3.

Tabela 5. Quantificação dos comportamentos de competição entre *Monomorium floricola* e *Tapinoma melanocephalum* para a repetição 3.

|                          | 1 | 2 | 3 | 4  | 5 | 6 | 7 | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--------------------------|---|---|---|----|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>M. floricola</i>      | 0 | 0 | 0 | 29 | 0 | 0 | 0 | 29 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 3  | 1  |
| <i>T. melanocephalum</i> | 2 | 2 | 0 | 3  | 0 | 0 | 0 | 0  | 29 | 29 | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  |

Tabela 6. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação.

|                          | agressivos | defesa | neutro |
|--------------------------|------------|--------|--------|
| <i>M. floricola</i>      | 58         | 7      | 1      |
| <i>T. melanocephalum</i> | 7          | 58     | 1      |

Repetição 4.

Tabela 7. Quantificação dos comportamentos de competição entre *Monomorium floricola* e *Tapinoma melanocephalum* para a repetição 4.

|                          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| <i>M. floricola</i>      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>T. melanocephalum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 13 |

Tabela 8. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação.

|                          | agressivos | Defesa | neutro |
|--------------------------|------------|--------|--------|
| <i>M. floricola</i>      | 1          | 0      | 0      |
| <i>T. melanocephalum</i> | 0          | 1      | 13     |

Tabela 9. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação, nas quatro repetições realizadas.

|                          | agressivos | Defesa | neutro |
|--------------------------|------------|--------|--------|
| <i>M. floricola</i>      | 312        | 20     | 1      |
| <i>T. melanocephalum</i> | 20         | 312    | 14     |

Tabela 10. Dados relativos dos comportamentos de competição, nas quatro repetições realizadas para *Monomorium floricola*.

| COMPORTAMENTOS | %T1   | %T2   | %T3   | %T4  | TOTAL |
|----------------|-------|-------|-------|------|-------|
| AGRESSIVOS     | 95,3% | 90,9% | 87,9% | 100% | 93,7% |
| DEFESA         | 4,7%  | 9,1%  | 10,6% | 0%   | 6%    |
| NEUTRO         | 0%    | 0%    | 2%    | 0%   | 1%    |

Tabela 11. Dados relativos dos comportamentos de competição, nas quatro repetições realizadas para *Tapinoma melanocephalum*.

| COMPORTAMENTOS | %T1   | %T2   | %T3   | %T4   | TOTAL  |
|----------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| AGRESSIVOS     | 4,7%  | 9,1%  | 10,6% | 0%    | 5,78%  |
| DEFESA         | 95,3% | 90,9% | 87,6% | 7,14% | 90,17% |
| NEUTRO         | 0%    | 0%    | 2%    | 92,9% | 4,04%  |

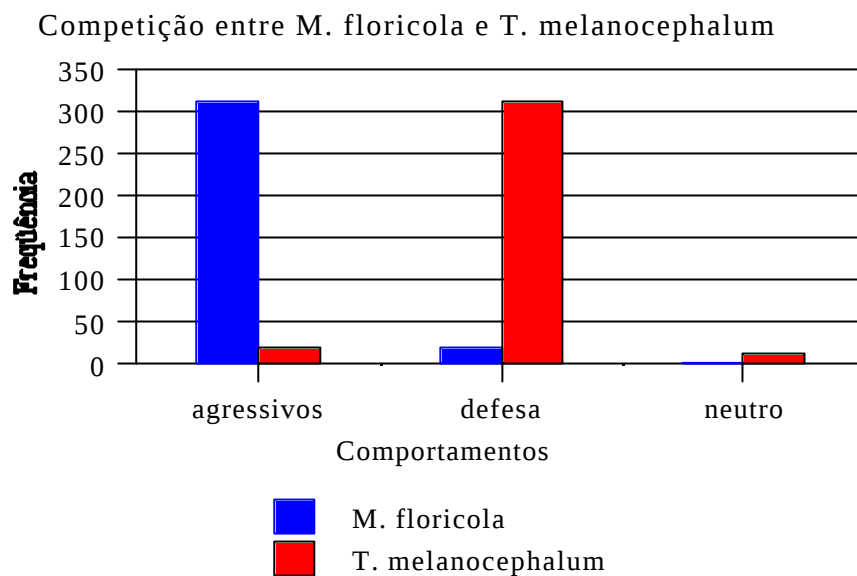


Fig. 1. Dados acumulados, nas quatro repetições realizadas, dos comportamentos de competição, entre *Monomorium floricola* e *Tapinoma melanocephalum*, de acordo com sua classificação.

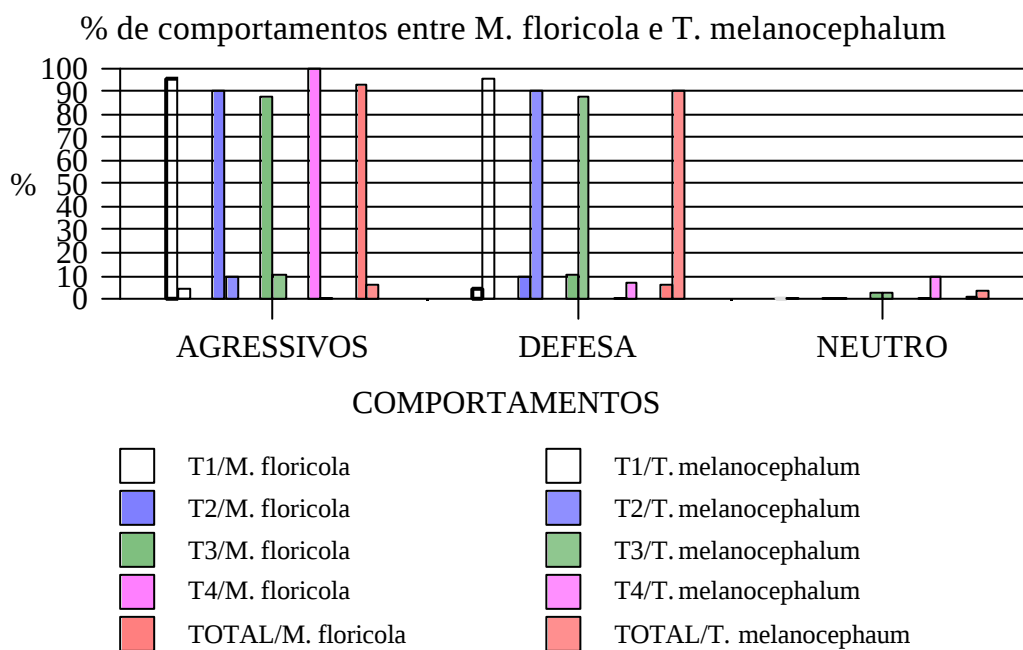


Fig. 2. Dados relativos dos comportamentos de competição, entre *Monomorium floricola* e *Tapinoma melanocephalum*, de acordo com sua classificação, nas quatro repetições realizadas.

De acordo com os dados, *Monomorium floricola* mostrou um maior número de comportamentos agressivos nas interações comportamentais com *Tapinoma melanocephalum*. Desta maneira, de acordo com os dois tipos de competição estabelecidos por HÖLDOBLER & WILSON (1990), esta espécie mostrou uma maior habilidade competitiva por interferência, pois não tendo chegado primeiro à fonte de alimento, teve que excluir a outra espécie através de agressões físicas e químicas.

Observações complementares realizadas durante a repetição 1, revelaram que *M. floricola* não só excluiu *T. melanocephalum* da fonte de alimento, como também invadiu sua arena e unidade de criação, matando todas as operárias e rainhas, e saqueando a cria existente. Para tanto, *M. floricola* utilizou os mesmos comportamentos agressivos durante o processo de competição pela fonte de alimento, ou seja, comportamentos do tipo borrifação de substâncias repelentes e inclinação do gáster. A colônia de *M. floricola* foi separada e observada durante um mês para ver o que aconteceria com a cria saqueada. Tal observação indica que a cria foi utilizada como fonte alimento.

Em situação natural, algumas espécies de formigas são capazes de excluir outras espécies, competindo por locais de nidificação e por alimento. Observações próprias revelaram que em uma residência *Crematogaster* sp foi capaz de excluir totalmente *Paratrechina longicornis*, no período de um ano, e *M. floricola* foi capaz de excluir *T. melanocephalum* de uma sala do biotério, no período de um ano e meio. De acordo com FOWLER & BUENO (1996), em um grande prédio institucional no sudeste brasileiro, ocorreu uma mudança completa da fauna de formigas, sem a intervenção do homem, por um período de dois anos, sendo que *Monomorium pharaonis* foi substituída por *Crematogaster cf. magnífica*.

•Tempo médio em que a primeira espécie chegou à fonte de alimento para *Monomorium floricola* X *Tapinoma melanocephalum*.

Das quatro repetições realizadas, *T. melanocephalum* chegou primeiro à fonte de alimento em três delas, em um tempo médio de 8 minutos e 34 segundos e *Monomorium floricola* chegou primeiro em uma das repetições, em 23 minutos.

### 6.2.2. *Monomorium pharaonis* e *Tapinoma melanocephalum*.

A quantificação dos comportamentos de competição entre *Monomorium pharaonis* e *Tapinoma melanocephalum*, dos três testes realizados, estão expressos nas tabelas 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 e 20, e nas figuras 3 e 4. Para tanto, os comportamentos foram numerados de 1 a 15, de acordo com o subitem 5.3.

#### Repetição 1.

Tabela 12. Quantificação dos comportamentos de competição entre *Monomorium pharaonis* e *Tapinoma melanocephalum* para a repetição 1.

|                          | 1  | 2 | 3 | 4  | 5 | 6 | 7 | 8   | 9  | 10  | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--------------------------|----|---|---|----|---|---|---|-----|----|-----|----|----|----|----|----|
| <i>M. pharaonis</i>      | 23 | 3 | 1 | 42 | 0 | 0 | 0 | 121 | 2  | 0   | 2  | 0  | 0  | 3  | 1  |
| <i>T. melanocephalum</i> | 2  | 2 | 0 | 24 | 0 | 0 | 0 | 7   | 65 | 121 | 4  | 0  | 0  | 0  | 1  |

Tabela 13. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação.

|                          | agressivos | Defesa | Neutro |
|--------------------------|------------|--------|--------|
| <i>M. pharaonis</i>      | 190        | 35     | 1      |
| <i>T. melanocephalum</i> | 35         | 190    | 1      |

#### Repetição 2.

Tabela 14. Quantificação dos comportamentos de competição entre *Monomorium pharaonis* e *Tapinoma melanocephalum* para a repetição 2.

|                          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7  | 8 | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|----|---|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>M. pharaonis</i>      | 8 | 4 | 4 | 9 | 0 | 0 | 39 | 0 | 2  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  |
| <i>T. melanocephalum</i> | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 39 | 0 | 17 | 0  | 8  | 0  | 1  | 0  | 0  |

Tabela 15. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação.

|                          | agressivos | Defesa | Neutro |
|--------------------------|------------|--------|--------|
| <i>M. pharaonis</i>      | 64         | 2      | 0      |
| <i>T. melanocephalum</i> | 41         | 25     | 0      |

Repetição 3.

Tabela 16. Quantificação dos comportamentos de competição entre *Monomorium pharaonis* e *Tapinoma melanocephalum* para a repetição 3.

|                          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| <i>M. pharaonis</i>      | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  |
| <i>T. melanocephalum</i> | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |

Tabela 17. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação.

|                          | agressivos | Defesa | Neutro |
|--------------------------|------------|--------|--------|
| <i>M. pharaonis</i>      | 1          | 5      | 0      |
| <i>T. melanocephalum</i> | 5          | 1      | 0      |

Repetição 4.

Tabela 18. Quantificação dos comportamentos de competição entre *Monomorium pharaonis* e *Tapinoma melanocephalum* para a repetição 3.

|                          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| <i>M. pharaonis</i>      | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 4  |
| <i>T. melanocephalum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 12 |

Tabela 19. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação.

|                          | agressivos | Defesa | neutro |
|--------------------------|------------|--------|--------|
| <i>M. pharaonis</i>      | 3          | 0      | 4      |
| <i>T. melanocephalum</i> | 0          | 3      | 12     |

Tabela 20. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação, nas quatro repetições realizadas.

|                          | agressivos | Defesa | neutro |
|--------------------------|------------|--------|--------|
| <i>M. pharaonis</i>      | 258        | 42     | 5      |
| <i>T. melanocephalum</i> | 81         | 219    | 13     |

Tabela 21. Dados relativos dos comportamentos de competição, nas quatro repetições realizadas para *Monomorium pharaonis*.

| COMPORTAMENTOS | %T1    | %T2    | %T3    | %T4    | TOTAL  |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| AGRESSIVOS     | 84,07% | 96,96% | 16,66% | 42,85% | 84,59% |
| DEFESA         | 15,48% | 3,03%  | 83,33% | 0%     | 13,77% |
| NEUTRO         | 0,44%  | 0%     | 0%     | 57,14% | 1,63%  |

Tabela 22. Dados relativos dos comportamentos de competição, nas quatro repetições realizadas para *Tapinoma melanocephalum*.

| COMPORTAMENTOS | %T1    | %T2    | %T3    | %T4   | TOTAL  |
|----------------|--------|--------|--------|-------|--------|
| AGRESSIVOS     | 15,48% | 62,12% | 83,33% | 0%    | 25,87% |
| DEFESA         | 85,48% | 37,87% | 16,66% | 20,0% | 69,96% |
| NEUTRO         | 0,44%  | 0%     | 0%     | 80,0% | 4,47%  |

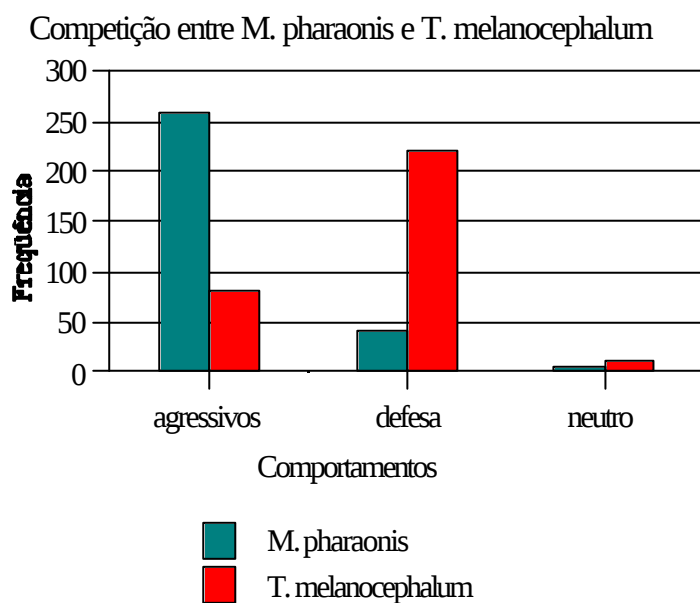


Fig. 3. Dados acumulados, nas quatro repetições realizadas, dos comportamentos de competição, entre *Monomorium pharaonis* e *Tapinoma melanocephalum*, de acordo com sua classificação.

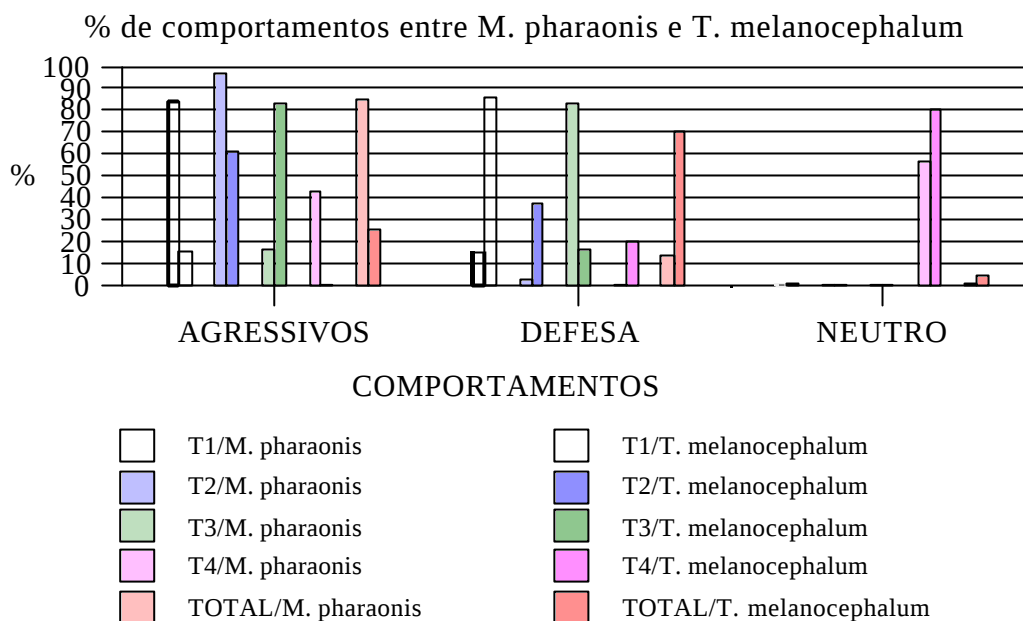


Fig. 4. Dados relativos dos comportamentos de competição, entre *Monomorium pharaonis* e *Tapinoma melanocephalum*, de acordo com sua classificação, nas quatro repetições realizadas.

De acordo com os dados, *M. pharaonis* mostrou um maior número de comportamentos agressivos nas interações comportamentais com *T. melanocephalum*. Desta maneira, da mesma forma que *M. floricola*, *M. pharaonis* mostrou uma maior habilidade competitiva por interferência, pois não tendo chegado primeiro à fonte de alimento em três das repetições, teve que excluir a outra espécie através de agressões físicas e químicas.

Em observações complementares realizadas durante as repetições 1 e 2, *T. melanocephalum* dominou por completo a fonte de alimento, defendendo-a com interações agressivas. Aos poucos *M. pharaonis* foi estabelecendo territórios dentro da arena de forrageamento, até chegar à fonte de alimento e excluir por completo *T. melanocephalum*. Da mesma maneira que *M. floricola*, *M. pharaonis* invadiu o ninho de *T. melanocephalum*, mas não chegou a matar rainhas e operárias, e nem saquear a cria. Já durante a repetição 3, *T. melanocephalum* dominou a arena de forrageamento, agredindo as poucas operárias de *M. pharaonis* que tentaram se aproximar, porém

nenhuma das duas espécies mostraram estar muito interessadas na fonte de alimento. Isto explica a diferença significativa de comportamentos exibidos pelas duas espécies, com relação às outras três repetições.

As diferenças observadas com relação à quantificação dos comportamentos agressivos e de defesa se deve ao fato que 15% dos comportamentos agressivos para *M. pharaonis* e 48% para *T. melanocephalum* constituíram ataques recíprocos. Neste caso não se observa comportamento de defesa correspondente.

•Tempo médio em que a primeira espécie chegou à fonte de alimento para *Monomorium pharaonis* X *Tapinoma melanocephalum*.

Das quatro repetições realizadas, *T. melanocephalum* chegou primeiro à fonte de alimento em três delas, em um tempo médio de 9 minutos e 66 segundos, e *Monomorium pharaonis* chegou primeiro em uma delas em 2 minutos.

### 6.2.3. *Monomorium floricola* e *Monomorium pharaonis*.

A quantificação dos comportamentos de competição entre *Monomorium floricola* e *Monomorium pharaonis*, dos três testes realizados, estão expressos nas tabelas 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 e 33, e nas figuras 5 e 6. Para tanto, os comportamentos foram numerados de 1 a 15, de acordo com o subitem 5.1.

Repetição 1.

Tabela 23. Quantificação dos comportamentos de competição entre *Monomorium floricola* e *Monomorium pharaonis* para a repetição 1.

|                     | 1  | 2  | 3  | 4  | 5 | 6 | 7 | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---------------------|----|----|----|----|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>M. pharaonis</i> | 13 | 41 | 24 | 16 | 0 | 0 | 5 | 4  | 40 | 17 | 42 | 1  | 1  | 40 | 9  |
| <i>M. floricola</i> | 2  | 31 | 11 | 38 | 0 | 0 | 5 | 57 | 29 | 0  | 65 | 1  | 7  | 4  | 9  |

Tabela 24. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação.

|                     | agressivos | Defesa | Neutro |
|---------------------|------------|--------|--------|
| <i>M. pharaonis</i> | 103        | 141    | 9      |
| <i>M. floricola</i> | 144        | 106    | 9      |

### Repetição 2.

Tabela 25. Quantificação dos comportamentos de competição entre *Monomorium floricola* e *Monomorium pharaonis* para a repetição 2.

|                     | 1 | 2 | 3 | 4  | 5 | 6 | 7 | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---------------------|---|---|---|----|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>M. pharaonis</i> | 3 | 3 | 2 | 0  | 0 | 0 | 0 | 0  | 15 | 0  | 9  | 0  | 0  | 11 | 0  |
| <i>M. floricola</i> | 0 | 3 | 6 | 15 | 0 | 0 | 0 | 11 | 3  | 0  | 5  | 0  | 0  | 0  | 0  |

Tabela 26. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação.

|                     | agressivos | Defesa | Neutro |
|---------------------|------------|--------|--------|
| <i>M. pharaonis</i> | 8          | 35     | 0      |
| <i>M. floricola</i> | 35         | 8      | 0      |

### Repetição 3.

Tabela 27. Quantificação dos comportamentos de competição entre *Monomorium floricola* e *Monomorium pharaonis* para a repetição 3.

|                     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| <i>M. pharaonis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0  | 0  | 0  | 0  | 3  | 0  |
| <i>M. floricola</i> | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |

Tabela 28. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação.

|                     | agressivos | Defesa | neutro |
|---------------------|------------|--------|--------|
| <i>M. pharaonis</i> | 0          | 6      | 0      |
| <i>M. floricola</i> | 6          | 0      | 0      |

Repetição 4.

Tabela 29. Quantificação dos comportamentos de competição entre *Monomorium floricola* e *Monomorium pharaonis* para a repetição 3.

|                     | 1 | 2 | 3 | 4  | 5 | 6 | 7 | 8 | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---------------------|---|---|---|----|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>M. pharaonis</i> | 3 | 2 | 2 | 1  | 0 | 0 | 1 | 0 | 11 | 1  | 2  | 0  | 0  | 7  | 0  |
| <i>M. floricola</i> | 0 | 1 | 1 | 11 | 0 | 0 | 1 | 7 | 4  | 0  | 4  | 0  | 0  | 0  | 0  |

Tabela 30. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação.

|                     | agressivos | Defesa | Neutro |
|---------------------|------------|--------|--------|
| <i>M. pharaonis</i> | 9          | 20     | 0      |
| <i>M. floricola</i> | 21         | 8      | 0      |

Tabela 31. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação, nas quatro repetições realizadas.

|                     | Agressivos | Defesa | neutro |
|---------------------|------------|--------|--------|
| <i>M. pharaonis</i> | 120        | 202    | 9      |
| <i>M. floricola</i> | 206        | 122    | 9      |

Tabela 32. Dados relativos dos comportamentos de competição, nas quatro repetições realizadas para *Monomorium floricola*.

| COMPORTAMENTOS | %T1    | %T2    | %T3  | %T4    | TOTAL  |
|----------------|--------|--------|------|--------|--------|
| AGRESSIVOS     | 55,59% | 81,39% | 100% | 72,41% | 61,12% |
| DEFESA         | 40,92% | 18,6%  | 0%   | 27,58% | 36,2%  |
| NEUTRO         | 3,47%  | 0%     | 0%   | 0%     | 2,67%  |

Tabela 33. Dados relativos dos comportamentos de competição, nas quatro repetições realizadas para *Monomorium pharaonis*.

| COMPORTAMENTOS | %T1    | %T2    | %T3  | %T4    | TOTAL  |
|----------------|--------|--------|------|--------|--------|
| AGRESSIVOS     | 40,71% | 18,6%  | 0%   | 31,03% | 36,25% |
| DEFESA         | 55,73% | 81,39% | 100% | 68,96% | 61,02% |
| NEUTRO         | 3,55%  | 0%     | 0%   | 0%     | 2,71%  |

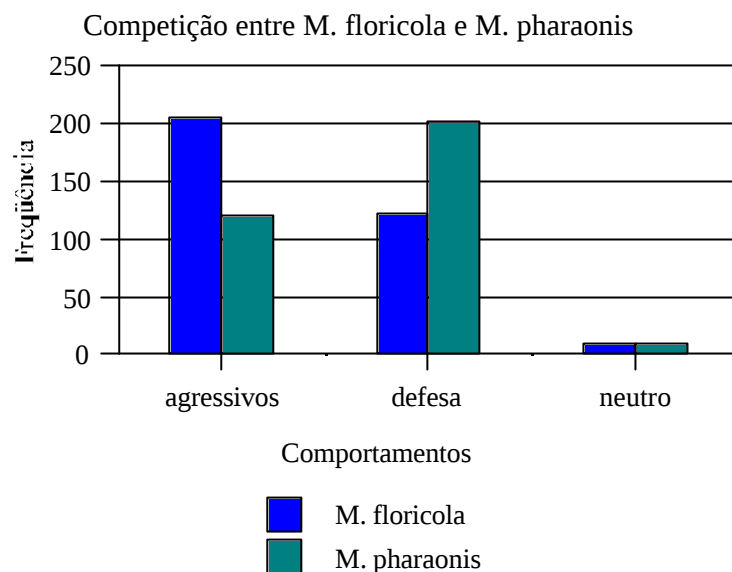


Fig. 5. Dados acumulados, nas quatro repetições realizadas, dos comportamentos de competição, entre *Monomorium floricola* e *Monomorium pharaonis*, de acordo com a sua classificação.

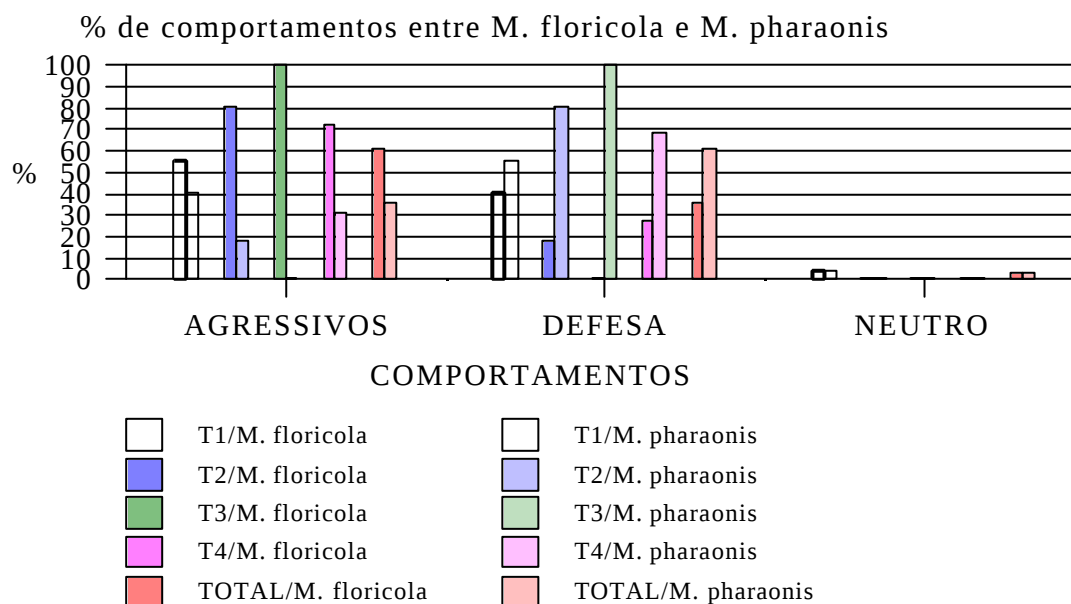


Fig 6. Dados relativos dos comportamentos de competição, entre *Monomorium floricola* e *Monomorium pharaonis*, de acordo com sua classificação, nas quatro repetições realizadas.

De acordo com os dados, *M. floricola* apresentou um maior número de comportamentos agressivos nas interações comportamentais com *M. pharaonis*. Desta maneira, esta espécie mostrou uma maior habilidade competitiva por interferência, pois não tendo chegado primeiro à fonte de alimento em duas das três repetições, teve que excluir a outra espécie através de agressões físicas e químicas. Ambas espécies possuem os mesmos tipos de comportamentos agressivos, porém *M. floricola* foi mais dominante.

Durante a repetição 2, em observações complementares realizadas, *M. floricola* chegou a invadir o ninho de *M. pharaonis*, matando todas operárias e rainhas e saqueando a cria, da mesma maneira que fez com *T. melanocephalum*, descrito anteriormente.

As diferenças observadas com relação à quantificação dos comportamentos agressivos e de defesa se deve ao fato que 3% dos comportamentos agressivos para *M. floricola* e 5% para *M. pharaonis* constituíram ataques recíprocos. Neste caso não se observa comportamento de defesa correspondente.

•Tempo médio em que a primeira espécie chegou à fonte de alimento para *Monomorium pharaonis* X. *Monomorium floricola*.

Das quatro repetições realizadas, *M. pharaonis* chegou primeiro à fonte de alimento em duas delas, em um tempo médio de 16 minutos e 50 segundos e *Monomorium floricola* chegou primeiro nas duas outras repetições em um tempo médio de 26 minutos.

#### 6.2.4. *Linepithema humile* e *Tapinoma melanocephalum*.

A quantificação dos comportamentos de competição entre *Linepithema humile* e *Tapinoma melanocephalum*, dos três testes realizados, estão expressos nas tabelas 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43 e 44, e nas figuras 7 e 8. Para tanto, os comportamentos foram numerados de 1 a 15, de acordo com o sub-ítem 5.3.

## Repetição 1.

Tabela 34. Quantificação dos comportamentos de competição entre *Linepithema humile* e *Tapinoma melanocephalum* para a repetição 1.

|                          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| <i>L. humile</i>         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>T. melanocephalum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |

Tabela 35. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação.

|                          | agressivos | defesa | Neutro |
|--------------------------|------------|--------|--------|
| <i>L. humile</i>         | 0          | 0      | 0      |
| <i>T. melanocephalum</i> | 0          | 0      | 0      |

## Repetição 2.

Tabela 36. Quantificação dos comportamentos de competição entre *Linepithema humile* e *Tapinoma melanocephalum* para a repetição 2.

|                          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| <i>L. humile</i>         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>T. melanocephalum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |

Tabela 37. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação.

|                          | agressivos | Defesa | Neutro |
|--------------------------|------------|--------|--------|
| <i>L. humile</i>         | 0          | 0      | 0      |
| <i>T. melanocephalum</i> | 0          | 0      | 0      |

## Repetição 3.

Tabela 38. Quantificação dos comportamentos de competição entre *Linepithema humile* e *Tapinoma melanocephalum* para a repetição 3.

|                          | 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--------------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>L. humile</i>         | 57 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 57 |
| <i>T. melanocephalum</i> | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 57 | 0  | 2  | 0  | 0  | 0  | 57 |

Tabela 39. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação.

|                          | agressivos | defesa | Neutro |
|--------------------------|------------|--------|--------|
| <i>L. humile</i>         | 59         | 2      | 57     |
| <i>T. melanocephalum</i> | 2          | 59     | 57     |

#### Repetição 4.

Tabela 40. Quantificação dos comportamentos de competição entre *Linepithema humile* e *Tapinoma melanocephalum* para a repetição 4.

|                          | 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--------------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| <i>L. humile</i>         | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  |
| <i>T. melanocephalum</i> | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  |

Tabela 41. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação.

|                          | agressivos | defesa | neutro |
|--------------------------|------------|--------|--------|
| <i>L. humile</i>         | 15         | 0      | 1      |
| <i>T. melanocephalum</i> | 0          | 15     | 1      |

Tabela 42. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação, nas quatro repetições realizadas.

|                          | agressivos | defesa | neutro |
|--------------------------|------------|--------|--------|
| <i>L. humile</i>         | 74         | 2      | 58     |
| <i>T. melanocephalum</i> | 2          | 74     | 58     |

Tabela 43. Dados relativos dos comportamentos de competição, nas quatro repetições realizadas para *Linepithema humile*.

| COMPORTAMENTOS | %T1 | %T2 | %T3   | %T4    | TOTAL  |
|----------------|-----|-----|-------|--------|--------|
| AGRESSIVOS     | 0%  | 0%  | 50,0% | 20,54% | 38,74% |
| DEFESA         | 0%  | 0%  | 1,69% | 0%     | 1,04%  |
| NEUTRO         | 0%  | 0%  | 48,3% | 79,45% | 60,2%  |

Tabela 44. Dados relativos dos comportamentos de competição, nas quatro repetições realizadas para *Tapinoma melanocephalum*.

| COMPORTAMENTOS | %T1 | %T2 | %T3   | %T4    | TOTAL  |
|----------------|-----|-----|-------|--------|--------|
| AGRESSIVOS     | 0%  | 0%  | 1,69% | 0%     | 1,04%  |
| DEFESA         | 0%  | 0%  | 50,0% | 20,54% | 38,74% |
| NEUTRO         | 0%  | 0%  | 48,3% | 79,45% | 60,2%  |

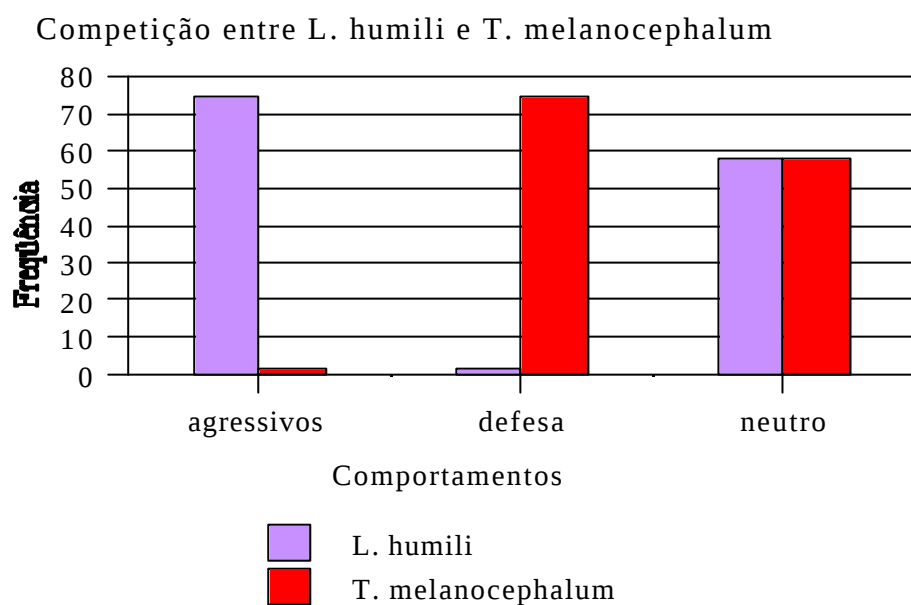


Fig. 7. Dados acumulados, nas quatro repetições realizadas, dos comportamentos de competição, entre *Linepithema. humile* e *Tapinoma melanocephalum*, de acordo com sua classificação.

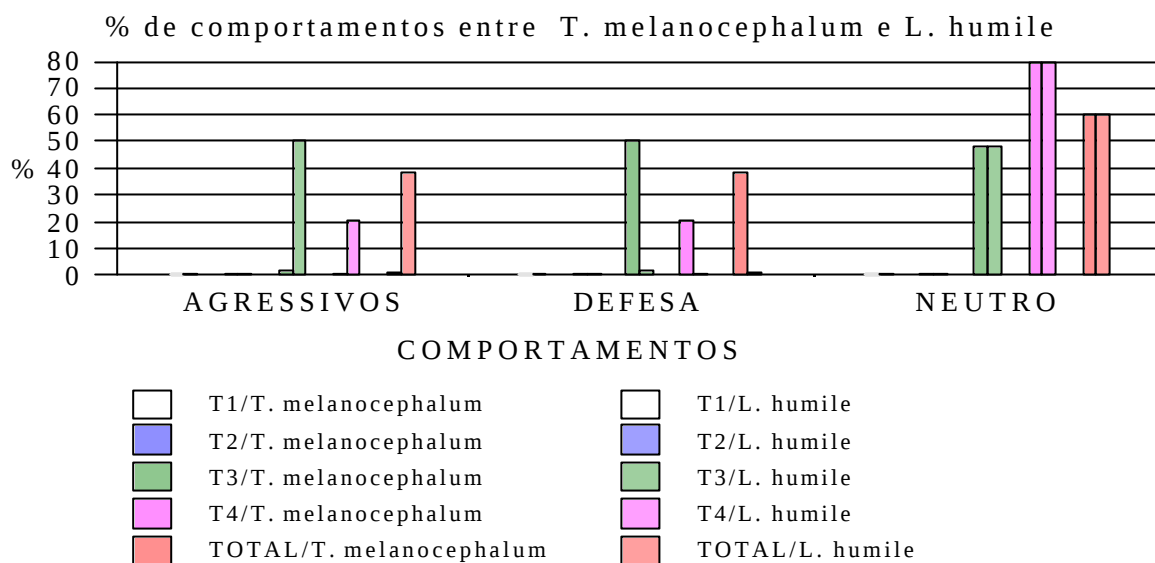


Fig 8. Dados relativos dos comportamentos de competição, entre *Tapinoma melanocephalum* e *Linepithema humile*, de acordo com sua classificação, nas quatro repetições realizadas.

De acordo com os dados, *Linepithema humile* mostrou um maior número de comportamentos agressivos nas interações com *Tapinoma melanocephalum*. Desta maneira, de acordo com os dois tipos de competição estabelecidos por HÖLDOBLER & WILSON (1990), esta espécie mostrou uma grande habilidade competitiva por interferência, excluindo a outra espécie da fonte de alimento através de agressões físicas e químicas. Esta espécie também se caracteriza por uma pronunciada habilidade competitiva por exploração, chegando sempre em primeiro lugar na fonte de alimento. Desta maneira, ela acaba privando a outra espécie de explorar o recurso, e somente vai competir utilizando agressões físicas e químicas se a outra espécie insistir em explorá-lo.

Da mesma maneira que *T. melanocephalum*, *L. humile* descobre e recruta muito mais rapidamente a fonte de alimento, inclusive mais rápido que a primeira, sendo talvez este o motivo de seu sucesso como espécie competidora neste caso. Durante as quatro repetições, *L. humile* chegou a invadir a bandeja de criação de *T. melanocephalum*, fazendo com que esta se encontrasse somente dentro de seu ninho no

final de cada repetição. Porém, *L. humile* não foi capaz de matar as operárias e rainhas de *T. melanocephalum*, como o fez *M. floricola*.

Em duas das quatro repetições, *T. melanocephalum* foi capaz de chegar até a arena de forrageamento e em uma delas chegou até o alimento sólido, porém foi excluída da arena por *L. humile*, pois esta exibiu comportamentos agressivos como mordidas e borrifação de substâncias repelentes.

•Tempo médio em que a primeira espécie chegou à fonte de alimento para *Linepithema humile* X *Tapinoma melanocephalum*.

*Linepithema humile* chegou primeiro à fonte de alimento nas quatro repetições realizadas, em um tempo médio de 5 minutos.

#### 6.2.2. *Monomorium pharaonis* e *Linepithema humile*.

A quantificação dos comportamentos de competição entre *Monomorium pharaonis* e *Linepithema humile*, dos três testes realizados, estão expressos nas tabelas 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54 e 55. Para tanto, os comportamentos foram numerados de 1 a 15, de acordo com o subitem 5.3.

Repetição 1.

Tabela 45. Quantificação dos comportamentos de competição entre *Monomorium pharaonis* e *Linepithema humile* para a repetição 1.

|                     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| <i>M. pharaonis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>L. humile</i>    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |

Tabela 46. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação.

|                     | agressivos | Defesa | neutro |
|---------------------|------------|--------|--------|
| <i>M. pharaonis</i> | 0          | 0      | 0      |
| <i>L. humile</i>    | 0          | 0      | 0      |



Tabela 52. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação.

|                     | agressivos | defesa | neutro |
|---------------------|------------|--------|--------|
| <i>M. pharaonis</i> | 0          | 0      | 0      |
| <i>L. humile</i>    | 0          | 0      | 0      |

Tabela 53. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação, nas quatro repetições realizadas.

|                     | agressivos | Defesa | neutro |
|---------------------|------------|--------|--------|
| <i>M. pharaonis</i> | 0          | 0      | 0      |
| <i>L. humile</i>    | 0          | 0      | 0      |

Tabela 54. Dados relativos dos comportamentos de competição, nas quatro repetições realizadas para *Linepithema humile*.

| COMPORTAMENTOS | %T1 | %T2 | %T3 | %T4 | TOTAL |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-------|
| AGRESSIVOS     | 0%  | 0%  | 0%  | 0%  | 0%    |
| DEFESA         | 0%  | 0%  | 0%  | 0%  | 0%    |
| NEUTRO         | 0%  | 0%  | 0%  | 0%  | 0%    |

Tabela 55. Dados relativos dos comportamentos de competição, nas quatro repetições realizadas para *Monomorium pharaonis*.

| COMPORTAMENTOS | %T1 | %T2 | %T3 | %T4 | TOTAL |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-------|
| AGRESSIVOS     | 0%  | 0%  | 0%  | 0%  | 0%    |
| DEFESA         | 0%  | 0%  | 0%  | 0%  | 0%    |
| NEUTRO         | 0%  | 0%  | 0%  | 0%  | 0%    |

De acordo com os dados, *Linepithema humile* mostrou uma grande habilidade competitiva por exploração, segundo os tipos de competição estabelecidos por HÖLDOBLER & WILSON (1990). Esta espécie excluiu *M. pharaonis* da fonte de alimento, nas quatro repetições, porque descobre e recruta muito mais rapidamente a fonte, impedindo a outra espécie de explorar o recurso. Da mesma maneira que o descrito anteriormente, durante as quatro repetições *L. humile* chegou a invadir a bandeja de criação de *M. pharaonis*, fazendo com que esta se encontrasse somente dentro de seu ninho no final de cada repetição, mas *L. humile* também não foi capaz de matar as operárias e rainhas da outra espécie. Neste caso, *M. pharaonis* defendeu seu

ninho exibindo os mesmos comportamentos agressivos dos outros testes. Talvez *L. humile* impediu que *M. pharaonis* chegasse até a fonte de alimento porque realizava constantemente a marcação de território com feromônios. Provavelmente esta marcação acontece porque *L. humile* freqüentemente arrasta seu gáster por sobre o chão da bandeja.

•Tempo médio em que a primeira espécie chegou à fonte de alimento para *Monomorium pharaonis* X. *Linepithema humile*.

*Linepithema humile* chegou primeiro à fonte de alimento nas quatro repetições realizadas, em um tempo médio de 4 minutos e 50 segundos.

#### 6.2.3. *Linepithema humile* e *Monomorium floricola*.

A quantificação dos comportamentos de competição entre *Linepithema humile* e *Monomorium floricola*, dos três testes realizados, estão expressos nas tabelas 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65 e 66, e nas figuras 9 e 10. Para tanto, os comportamentos foram numerados de 1 a 15, de acordo com o subitem 4.1.

#### Repetição 1.

Tabela 56. Quantificação dos comportamentos de competição entre *Linepithema humile* e *Monomorium floricola* para a repetição 1.

|                     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| <i>L. humile</i>    | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>M. floricola</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |

Tabela 57. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação.

|                     | agressivos | Defesa | neutro |
|---------------------|------------|--------|--------|
| <i>L. humile</i>    | 0          | 0      | 0      |
| <i>M. floricola</i> | 0          | 0      | 0      |

## Repetição 2.

Tabela 58. Quantificação dos comportamentos de competição entre *Linepithema humile* e *Monomorium floricola* para a repetição 2.

|                     | 1 | 2 | 3 | 4  | 5 | 6 | 7 | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---------------------|---|---|---|----|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>L. humile</i>    | 0 | 2 | 2 | 0  | 0 | 0 | 0 | 0  | 99 | 94 | 2  | 0  | 0  | 0  | 2  |
| <i>M. floricola</i> | 0 | 2 | 0 | 99 | 0 | 0 | 0 | 94 | 0  | 0  | 4  | 0  | 0  | 0  | 2  |

Tabela 59. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação.

|                     | agressivos | Defesa | neutro |
|---------------------|------------|--------|--------|
| <i>L. humile</i>    | 4          | 195    | 2      |
| <i>M. floricola</i> | 195        | 4      | 2      |

## Repetição 3.

Tabela 60. Quantificação dos comportamentos de competição entre *Linepithema humile* e *Monomorium floricola* para a repetição 3.

|                     | 1 | 2 | 3 | 4   | 5 | 6 | 7 | 8  | 9   | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---------------------|---|---|---|-----|---|---|---|----|-----|----|----|----|----|----|----|
| <i>L. humile</i>    | 2 | 1 | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0  | 199 | 83 | 0  | 0  | 0  | 0  | 47 |
| <i>M. floricola</i> | 0 | 0 | 0 | 199 | 0 | 0 | 0 | 83 | 2   | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 8  |

Tabela 61. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação.

|                     | agressivos | Defesa | Neutro |
|---------------------|------------|--------|--------|
| <i>L. humile</i>    | 3          | 282    | 47     |
| <i>M. floricola</i> | 282        | 3      | 8      |

## Repetição 4.

Tabela 62. Quantificação dos comportamentos de competição entre *Linepithema humile* e *Monomorium floricola pharaonis* para a repetição 3.

|                     | 1 | 2 | 3 | 4   | 5 | 6 | 7 | 8  | 9   | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---------------------|---|---|---|-----|---|---|---|----|-----|----|----|----|----|----|----|
| <i>L. humile</i>    | 0 | 1 | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0  | 217 | 84 | 1  | 0  | 0  | 0  | 2  |
| <i>M. floricola</i> | 1 | 1 | 0 | 216 | 0 | 0 | 0 | 84 | 0   | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  |

Tabela 63. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação.

|                     | agressivos | Defesa | neutro |
|---------------------|------------|--------|--------|
| <i>L. humile</i>    | 1          | 302    | 2      |
| <i>M. floricola</i> | 302        | 1      | 1      |

Tabela 64. Dados acumulados dos comportamentos de competição de acordo com sua classificação, nas quatro repetições realizadas.

|                     | Agressivos | Defesa | neutro |
|---------------------|------------|--------|--------|
| <i>L. humile</i>    | 8          | 779    | 51     |
| <i>M. floricola</i> | 779        | 8      | 11     |

Tabela 65. Dados relativos dos comportamentos de competição, nas quatro repetições realizadas para *Linepithema humile*.

| COMPORTAMENTOS | %T1 | %T2    | %T3    | %T4    | TOTAL  |
|----------------|-----|--------|--------|--------|--------|
| AGRESSIVOS     | 0%  | 97,01% | 95,59% | 99,34% | 97,61% |
| DEFESA         | 0%  | 1,99%  | 1,01%  | 0,32%  | 1,00%  |
| NEUTRO         | 0%  | 0,99%  | 2,71%  | 0,32%  | 1,32%  |

Tabela 66. Dados relativos dos comportamentos de competição, nas quatro repetições realizadas para *Monomorium floricola*.

| COMPORTAMENTOS | %T1 | %T2    | %T3    | %T4    | TOTAL  |
|----------------|-----|--------|--------|--------|--------|
| AGRESSIVOS     | 0%  | 1,99%  | 0,90%  | 0,32%  | 0,95%  |
| DEFESA         | 0%  | 97,01% | 84,93% | 99,01% | 92,95% |
| NEUTRO         | 0%  | 0,99%  | 14,15% | 0,65%  | 6,08%  |

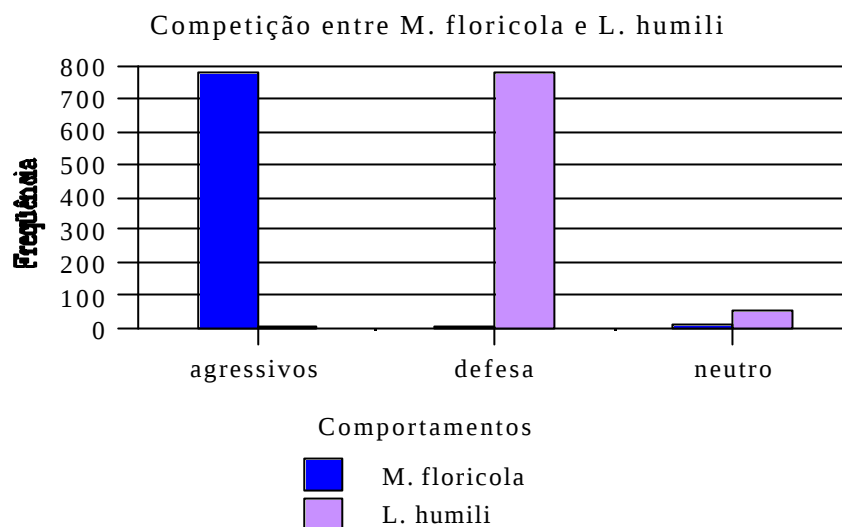


Fig. 9. Dados acumulados, nas quatro repetições realizadas, dos comportamentos de competição, entre *Monomorium floricola* e *Linepithema humili*, de acordo com sua classificação.

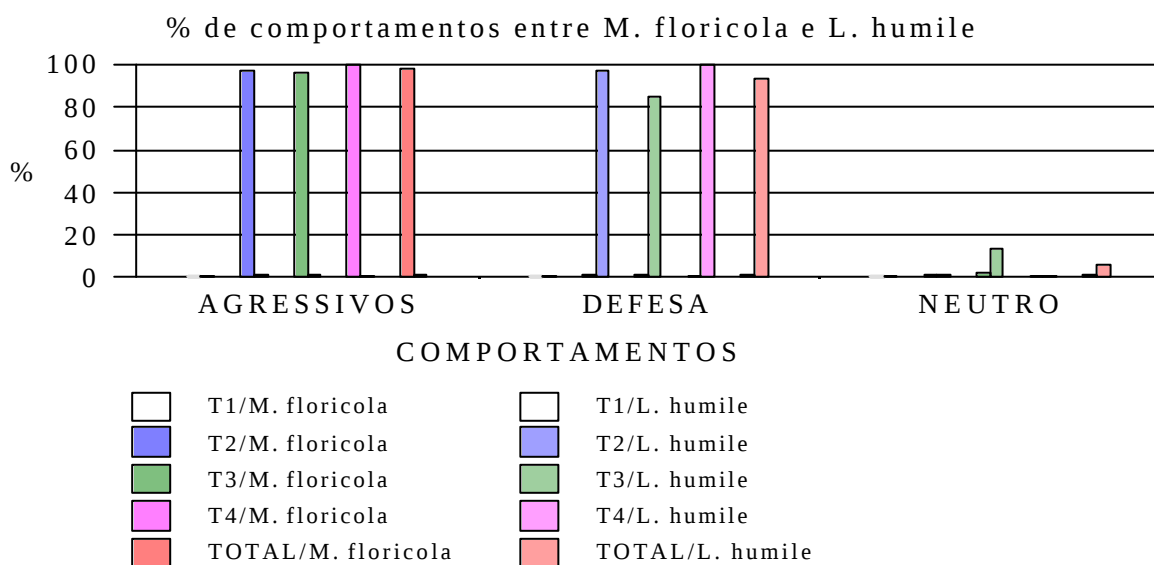


Fig. 10. Dados relativos dos comportamentos de competição, entre *Monomorium floricola* e *Linepithema humile*, de acordo com sua classificação, nas quatro repetições realizadas.

De acordo com os dados, *Monomorium floricola* mostrou um maior número de comportamentos agressivos nas interações com *Linepithema humile*. Desta maneira, de acordo com os tipos de competição estabelecidos por HÖLDOBLER & WILSON (1990), esta espécie mostrou uma maior habilidade competitiva por interferência, pois não tendo chegado primeiro à fonte de alimento, teve que excluir a outra espécie através de agressões físicas e químicas. Em duas das quatro repetições, *M. floricola* não só expulsou *L. humile* de sua bandeja de criação, como também invadiu o ninho desta espécie, mas não chegou a matar as rainhas e as operárias.

Possivelmente, a substância borrifada por *M. floricola* possui um alto grau de repelência ou toxicidade, pois quando uma operária de *L. humile* entrava em contato com esta substância, no mesmo momento exibia comportamentos de espasmos, limpando rapidamente suas antenas e pernas. Muitas delas chegaram a morrer, mesmo sem entrar em contato físico com as operárias de *M. floricola*.

•Tempo médio em que a primeira espécie chegou à fonte de alimento para *Monomorium floricola* X. *Linepithema humile*.

*Linepithema humile* chegou primeiro à fonte de alimento nas quatro repetições realizadas, em um tempo médio de 9 minutos e 5 segundos.

Durante os testes realizados em laboratório, *M. floricola* foi a espécie que apresentou uma maior habilidade competitiva, exibindo um maior número de comportamentos agressivos, sendo dominante com relação à fonte de alimento.

Seu comportamento agressivo chegou a níveis tão altos que foi capaz de invadir o ninho das outras espécies de formigas estudadas, matando operárias e rainhas e saqueando a cria, em alguns dos testes. Isto aconteceu provavelmente não só devido à sua performance com relação aos tipos de comportamentos exibidos, mas também devido ao número de indivíduos da colônia e ao alto grau de repelência e toxicidade da substância que borrifava.

Por ser uma espécie de corpo muito pequeno, sua colônia provavelmente continha um maior número de indivíduos, quando comparada com as colônias das outras espécies. De acordo com HOLWAY & CASE (2001) e HUMAN & GORDON

(1999), o tamanho da colônia influencia tanto no comportamento de forrageamento individual da operária, como no processo competitivo entre colônias. *M. floricola*, *M. pharaonis* e *L. humile* exibiram os mesmos comportamentos agressivos, porém a primeira foi mais efetiva com relação à dominância, e isto provavelmente ocorreu devido ao fato de sua colônia provavelmente possuir um número maior de indivíduos do que as colônias das outras duas espécies.

Já *T. melanocephalum* não pode ser considerada uma espécie dominante, apesar de ter chegado primeiro à fonte de alimento na maioria dos testes realizados com *M. floricola* e com *M. pharaonis*, esta espécie foi excluída, quase não exibindo comportamentos agressivos para defender a fonte de alimento. *T. melanocephalum* pode ser considerada uma espécie oportunista que, após perder a disputa pelo alimento, realiza saques sorrateiros, “iludindo” a espécie dominante com movimentos rápidos.

Nos testes realizados com *L. humile* e *T. melanocephalum*, esta última exibe os mesmos comportamentos que exibia quando interagia com as duas outras espécies, porém não conseguia chegar efetivamente à fonte de alimento, pois *L. humile* era tão rápida quanto ela. Os comportamentos agressivos exibidos por *L. humile* foram melhor observados nos testes de interação com *T. melanocephalum*.

HUMAN & GORDON (1999) realizaram um estudo com *Linepithema humile* no norte da Califórnia e constataram que esta formiga foi agressiva muito mais frequentemente do que as formigas nativas que as formigas nativas, quando ela invade áreas naturais, mas não é a sua agressividade que faz com que as espécies nativas sejam deslocadas e sim a sua dominância numérica, isto é, a grande capacidade que esta espécie possui de formar supercolônias. A dominância numérica irá facilitar o encontro com a fonte de alimento e seu posterior consumo. Este fato pôde ser observado nas interações entre esta espécie com *Monomorium pharaonis*, como descrito anteriormente.

HUMAN & GORDON (1999) também observaram que *Linepithema humile* recruta muito mais indivíduos para o forrageamento e com uma rapidez maior quando comparada com as espécies nativas. Neste trabalho foi observado que tanto *T. melanocephalum*, como *Linepithema humile* recrutam mais rapidamente e em maior número quando comparadas com as outras duas espécies.

Desta maneira pode-se afirmar que estas duas espécies exercem ambas competições, por interferência e explorativa, sendo o segundo tipo muito mais efetivo, pois, quando comparadas com as outras duas espécies, sua agressividade era bem pequena, mas quando a interação era entre elas *Linepithema humile* se mostrava mais agressiva que *T. melanocephalum*.

O tipo de forrageamento apresentado pelas espécies estudadas foi o forrageamento em massa e este comportamento está de acordo com BONABEAU et al. (1988); CARROLL & JANZEN (1973) e HOLLDÖBLER & WILSON (1990), pois uma, ou algumas operárias saíam à procura de alimento, e quando o encontravam retornavam ao ninho, recrutando um número maior de operárias.

A competição interespecífica em formigas tem sido estudada no ponto de vista de comunidade (BRIAN et al., 1966; GREENSLADE, 1971; LEVINS et al., 1973; DAVIDSON, 1977, 1980; LESTON, 1978; FOWLER, 1988a). Ela pode se dar pelo uso de repelentes químicos (ADAMS & TRANIELLO, 1981; HÖLLDOBLER, 1982a; OBIN & VANDER MEER, 1985; FOWLER, 1988a), por interações agressivas (HÖLLDOBLER & LUMSDEN, 1980; VILELA et al., 1987), ou pelo furto de alimento de outra formiga (HÖLLDOBLER, 1986). Repelentes químicos, usados por muitas espécies de formigas, inclusive por aquelas que têm sistemas de recrutamento bem desenvolvidos, permitem que outras operárias da mesma espécie possam explorar um recurso relativamente grande, sem interferência de outras espécies (FOWLER, 1988a).

Segundo FELLERS (1987), uma espécie é considerada dominante se ela inicia um ataque ou se sua presença induz um comportamento de evitação em um indivíduo de outra espécie quando se encontram. Desta maneira podemos considerar *Monomorium floricola* como sendo a espécie com maior capacidade de dominância, dentre as espécies estudadas.

PASSERA (1994) considera que o comportamento agressivo das formigas, particularmente com relação às outras espécies, é um importante determinante para as formas de sucesso de invasão. Por exemplo, grande habilidade de dispersão, onivoria, comportamento gregário e sexualidade são comumente vistos para ressaltar a probabilidade de colonização e estabelecimento.

A agressão interespecífica também é usada para explicar a habilidade competitiva das formigas invasoras (PASSERA, 1994; HÖLLDOBLER & WILSON,

1977; HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; HUMAN & GORDON, 1999). Um exemplo bem estudado é a formiga lava-pés *Solenopsis invicta*, que invadiu o sul dos Estados Unidos e é o foco de estudos genéticos (ROSS & KELLER, 1995; ROSS et al., 1996; TSCHINKEL, 1988). Nesse exemplo, *S. invicta* deslocou espécies nativas tais como *S. geminata* e várias formigas do gênero *Pheidole* sp.

A formiga-argentina *Linepithema humile* é um outro exemplo de espécie invasora, que após a sua introdução em determinada área, sofreu mudanças comportamentais, aumentando sua habilidade competitiva. Por exemplo, na Argentina setentrional, *L. humile* exibe pronunciada agressão intraespecífica em pequenas escalas espaciais (<100 m) (HOLWAY et al., 1998; HOLWAY & SUAREZ, 1999).

A grande densidade populacional dessa formiga está baseada na sua habilidade de exercer ambas competições, por interferência e explorativa. A sua densidade populacional também contribui para a sua grande habilidade explorativa: a formiga-argentina descobre e recruta para a fonte alimentar mais rapidamente e em maior número, quando comparada a várias espécies de formigas nativas (HOLWAY, 1998; HOLWAY, 1999; HOLWAY & SUAREZ, 1999; HUMAN & GORDON, 1996; 1999).

## 6.2. TESTES DE CAMPO.

As espécies utilizadas no pré-teste foram *Tapinoma melanocephalum*, *Wasmannia auropunctata*, *Paratrechina longicornis*, *Camponotus atriceps* e *Solenopsis* sp., sendo *T. melanocephalum*, *Paratrechina longicornis*, *Camponotus atriceps* e *Solenopsis* sp na área 2; *T. melanocephalum*, *Paratrechina longicornis* e *Solenopsis* sp na área 3; e *Tapinoma melanocephalum*, *Wasmannia auropunctata* na área 5; e *T. melanocephalum* e *Solenopsis* sp na área 6.

Os testes 1 e 4 foram descartados devido à ausência de encontro entre duas ou mais espécies de formigas urbanas, pois somente uma das espécies, encontradas no local, visitava o alimento. Os gêneros das espécies que visitaram o alimento foram *Pheidole* e *Crematogaster*, nas áreas 1 e 4, respectivamente.

### 6.2.1. TESTE 2.

Durante o pré-teste as espécies de formiga encontradas no local foram *Tapinoma melanocephalum* e *Wasmannia auropunctata*.

#### Repetição 1.

*T. melanocephalum* foi a espécie que chegou primeiro à fonte de alimento, no tempo de 2 minutos após o início do experimento. Posteriormente apareceram outras espécies de formigas, sendo elas *Monomorium floricola*, *Camponotus atriceps* e *Camponotus* sp.

As distâncias da entrada dos ninhos até a fonte de alimento das espécies eram:

*T. melanocephalum*- 1,5m

*Camponotus* sp.- 2m

*M. floricola*- 70cm

*W. auropunctata*- 50cm

*C. atriceps*- não determinada.

Riqueza de espécies: foram encontradas cinco espécies de formigas durante o experimento. As espécies foram: *Tapinoma melanocephalum*, *Wasmannia auropunctata*, *Monomorium floricola*, *Camponotus atriceps* e *Camponotus* sp.

Densidade relativa.

TABELA 67. Densidade relativa das espécies presentes no ambiente, encontradas no alimento, durante a repetição 1.

| ESPÉCIES                       | DENSIDADE<br>RELATIVA |
|--------------------------------|-----------------------|
| <i>Tapinoma melanocephalum</i> | 63,8%                 |
| <i>Camponotus</i> sp.          | 19,4%                 |
| <i>Camponotus atriceps</i>     | 5,5%                  |
| <i>Wasmannia auropunctata</i>  | 5,5%                  |
| <i>Monomorium floricola</i>    | 5,5%                  |

Repetição 2.

Durante a realização do experimento apareceram no alimento *Camponotus* sp., *T. melanocephalum* e *C. atriceps*.

*Camponotus* sp. chegou primeiro ao alimento, no tempo de 2 minutos depois do início do experimento.

As distâncias da entrada dos ninhos até a fonte de alimento das espécies eram:

*T. melanocephalum*- 1,5m

*Camponotus* sp.- 2m

*M. floricola*- 70cm

*W. auropunctata*- 50cm

*C. atriceps*- não determinada.

Riqueza de espécies: foram encontradas três espécies de formigas durante o experimento. As espécies foram: *Tapinoma melanocephalum*, *Camponotus atriceps* e *Camponotus* sp.

Densidade relativa:

TABELA 68. Densidade relativa das espécies presentes no ambiente, encontradas no alimento, durante a repetição 2.

| ESPÉCIES                       | DENSIDADE<br>RELATIVA |
|--------------------------------|-----------------------|
| <i>Tapinoma melanocephalum</i> | 30,43%                |
| <i>Camponotus</i> sp.          | 60,86%                |
| <i>Camponotus atriceps</i>     | 8,69%                 |

Repetição 3.

*T. melanocephalum* foi a espécie que chegou primeiro à fonte de alimento, no tempo de 11 minutos após o início do experimento. Posteriormente apareceram outras espécies de formigas, sendo elas *P. longicornis*, *Solenopsis* sp., *Camponotus atriceps*.

As distâncias da entrada dos ninhos até a fonte de alimento das espécies eram:

*T. melanocephalum*- 1m

*Solenopsis* sp.- 1m

*C. atriceps*- não determinada.

*P. longicornis*- não determinada

Riqueza de espécies: foram encontradas quatro espécies de formigas durante o experimento. As espécies foram: *Tapinoma melanocephalum*, *Solenopsis* sp., *P. longicornis* e *Camponotus atriceps*.

Densidade relativa.

TABELA 69. Densidade relativa das espécies presentes no ambiente, encontradas no alimento, durante a repetição 3

| ESPÉCIES                        | DENSIDADE RELATIVA |
|---------------------------------|--------------------|
| <i>Tapinoma melanocephalum</i>  | 37,5%              |
| <i>Solenopsis</i> sp.           | 55,0%              |
| <i>Camponotus atriceps</i>      | 5,0%               |
| <i>Paratrechina longicornis</i> | 2,5                |

Repetição 4.

*T. melanocephalum* foi a espécie que chegou primeiro à fonte de alimento, no tempo de 8 minutos após o início do experimento. Posteriormente apareceram outras espécies de formigas, sendo elas *P. longicornis*, *Solenopsis* sp., *Camponotus atriceps*.

As distâncias da entrada dos ninhos até a fonte de alimento das espécies eram:

*T. melanocephalum*- 1m

*Solenopsis* sp.- 1m

*C. atriceps*- não determinada.

*P. longicornis*- não determinada

Riqueza de espécies: foram encontradas quatro espécies de formigas durante o experimento. As espécies foram: *Tapinoma melanocephalum*, *Solenopsis* sp., *P. longicornis* e *Camponotus atriceps*.

Densidade relativa.

TABELA 70. Densidade relativa das espécies presentes no ambiente, encontradas no alimento, durante a repetição 4.

| ESPÉCIES                        | DENSIDADE<br>RELATIVA |
|---------------------------------|-----------------------|
| <i>Tapinoma melanocephalum</i>  | 35,5%                 |
| <i>Solenopsis</i> sp.           | 53,4%                 |
| <i>Camponotus atriceps</i>      | 6,66%                 |
| <i>Paratrechina longicornis</i> | 4,44%                 |

### 6.2.2. TESTE 3.

Durante o pré-teste as espécies de formiga encontradas foram *Tapinoma melanocephalum*, *Solenopsis* sp. e *Paratrechina longicornis*.

#### Repetição 1.

A espécie que chegou primeiro à fonte de alimento foi *P. longicornis*, 1 minuto após o início do experimento. *T. melanocephalum* chegou 5 minutos depois e posteriormente foi deslocada do alimento pela primeira.

As distâncias da entrada dos ninhos até a fonte de alimento das espécies eram:

*T. melanocephalum*- 2,5m

*P. longicornis*- 5,5m

Riqueza de espécies: foram encontradas duas espécies de formigas durante o experimento. As espécies foram as mesmas encontradas no pré-teste.

Densidade relativa:

TABELA 71. Densidade relativa das espécies presentes no ambiente, encontradas no alimento, durante a repetição 1.

| ESPÉCIES                        | DENSIDADE<br>RELATIVA |
|---------------------------------|-----------------------|
| <i>Tapinoma melanocephalum</i>  | 7,7%                  |
| <i>Paratrechina longicornis</i> | 92,3%                 |

Repetição 2.

*P. longicornis* foi a primeira espécie a chegar à fonte de alimento, seis minutos depois do início do experimento. *T. melanocephalum* chegou 15 minutos depois e posteriormente foi deslocada do alimento pela primeira.

As distâncias da entrada dos ninhos até a fonte de alimento das espécies eram:

*T. melanocephalum*- 2,5m

*P. longicornis*- 5,5m

*C. atriceps*- não determinada.

Riqueza de espécies: foram encontradas três espécies de formigas durante o experimento. As espécies foram: *P. longicornis*, *T. melanocephalum* e *C. atriceps*.

Densidade relativa:

TABELA 72. Densidade relativa das espécies presentes no ambiente, encontradas no alimento, durante a repetição 2.

| ESPÉCIES                        | DENSIDADE<br>RELATIVA |
|---------------------------------|-----------------------|
| <i>Tapinoma melanocephalum</i>  | 3,12%                 |
| <i>Paratrechina longicornis</i> | 93,75%                |
| <i>Camponotus atriceps</i>      | 3,12%                 |

### Repetição 3.

*P. longicornis* foi a primeira espécie a chegar à fonte de alimento, 15 minutos depois do início do experimento. Posteriormente chegaram *T. melanocephalum* e *Solenopsis* sp.

As distâncias da entrada dos ninhos até a fonte de alimento das espécies eram:

*T. melanocephalum*- 1m

*P. longicornis*- 3m

*Solenopsis* sp.- 3m (no quintal)

Riqueza de espécies: foram encontradas três espécies de formigas durante o experimento. As espécies foram: *P. longicornis*, *T. melanocephalum* e *Solenopsis* sp.

Densidade relativa:

TABELA 73. Densidade relativa das espécies presentes no ambiente, encontradas no alimento, durante a repetição 3.

| ESPÉCIES                        | DENSIDADE RELATIVA |
|---------------------------------|--------------------|
| <i>Tapinoma melanocephalum</i>  | 48,3%              |
| <i>Paratrechina longicornis</i> | 38%                |
| <i>Solenopsis</i> sp            | 13,7%              |

### Repetição 4.

*Solenopsis* sp foi a primeira espécie a chegar à fonte de alimento, 10 minutos depois do início do experimento. Posteriormente chegou *P. longicornis*.

As distâncias da entrada dos ninhos até a fonte de alimento das espécies eram:

*P. longicornis*- 3m

*Solenopsis*- 3m (na cozinha)

Riqueza de espécies: foram encontradas duas espécies de formigas durante o experimento. As espécies foram: *P. longicornis* e *Solenopsis* sp.

Densidade relativa:

TABELA 74. Densidade relativa das espécies presentes no ambiente, encontradas no alimento, durante a repetição 4.

| ESPÉCIES                        | DENSIDADE RELATIVA |
|---------------------------------|--------------------|
| <i>Paratrechina longicornis</i> | 2,2%               |
| <i>Solenopsis</i> sp            | 97,8%              |

#### 6.2.3. TESTE 5.

Durante o pré-teste as espécies de formiga encontradas no local foram *Tapinoma melanocephalum* e *M. floricola*.

Repetição 1.

A espécie que chegou primeiro à fonte de alimento foi *T. melanocephalum*, 5 minutos após o início do experimento. Posteriormente chegou *Wasmannia auropunctata*.

As distâncias da entrada dos ninhos até a fonte de alimento das espécies eram:

*T. melanocephalum*- 2m

*Wasmannia auropunctata*- 50cm.

Riqueza de espécies: foram encontradas duas espécies de formigas durante o experimento. As espécies foram: *T. melanocephalum* e *Wasmannia auropunctata*.

Densidade relativa:

TABELA 75. Densidade relativa das espécies presentes no ambiente, encontradas no alimento, durante a repetição 1.

| ESPÉCIES                       | DENSIDADE<br>RELATIVA |
|--------------------------------|-----------------------|
| <i>Tapinoma melanocephalum</i> | 10,41%                |
| <i>Wasmannia auropunctata</i>  | 89,59%                |

Repetição 2.

*Wasmannia auropunctata* foi a única espécie a chegar até a fonte de alimento. Ela demorou 30 minutos para encontrar o alimento.

A distância da entrada do ninho até a fonte de alimento da espécie era:

*Wasmannia auropunctata*- 50cm.

Riqueza de espécies: foi encontrada uma espécie de formiga durante o experimento. A espécie foi *Wasmannia auropunctata*.

Densidade relativa:

TABELA 76. Densidade relativa das espécies presentes no ambiente, encontradas no alimento, durante a repetição 2.

| ESPÉCIES                       | DENSIDADE<br>RELATIVA |
|--------------------------------|-----------------------|
| <i>Wasmannia auropunctata</i>  | 100%                  |
| <i>Tapinoma melanocephalum</i> | 0%                    |

Repetição 3.

*Wasmannia auropunctata* foi a única espécie a chegar até a fonte de alimento. Ela demorou 35 minutos para encontrar o alimento.

A distância da entrada do ninho até a fonte de alimento da espécie era:

*Wasmannia auropunctata*- 50cm.

Riqueza de espécies: foi encontrada uma espécie de formiga durante o experimento. A espécie foi *Wasmannia auropunctata*.

Densidade relativa:

TABELA 77. Densidade relativa das espécies presentes no ambiente, encontradas no alimento, durante a repetição 3.

| ESPÉCIES                       | DENSIDADE<br>RELATIVA |
|--------------------------------|-----------------------|
| <i>Wasmannia auropunctata</i>  | 100%                  |
| <i>Tapinoma melanocephalum</i> | 0%                    |

Repetição 4.

*Wasmannia auropunctata* foi a única espécie a chegar até a fonte de alimento. Ela demorou 10 minutos para encontrar o alimento.

A distância da entrada do ninho até a fonte de alimento da espécie era:

*Wasmannia auropunctata*- 50cm.

Riqueza de espécies: foi encontrada uma espécie de formiga durante o experimento. A espécie foi *Wasmannia auropunctata*.

Densidade relativa:

TABELA 78. Densidade relativa das espécies presentes no ambiente, encontradas no alimento, durante a repetição 4.

| ESPÉCIES                       | DENSIDADE<br>RELATIVA |
|--------------------------------|-----------------------|
| <i>Wasmannia auropunctata</i>  | 100%                  |
| <i>Tapinoma melanocephalum</i> | 0%                    |

#### 6.2.4. TESTE 6.

Durante o pré-teste a espécie de formiga encontrada no local foi *Tapinoma melanocephalum*.

Repetição 1.

A espécie que chegou primeiro à fonte de alimento foi *T. melanocephalum*, 1 minuto após o início do experimento. Posteriormente chegou *Solenopsis* sp.

As distâncias da entrada dos ninhos até a fonte de alimento das espécies eram:

*T. melanocephalum*- 50cm

*Solenopsis* sp.- 5m.

Riqueza de espécies: foram encontradas duas espécies de formigas durante o experimento. As espécies foram: *T. melanocephalum* e *Solenopsis* sp.

Densidade relativa:

TABELA 79. Densidade relativa das espécies presentes no ambiente, encontradas no alimento, durante a repetição 1.

| ESPÉCIES                       | DENSIDADE<br>RELATIVA |
|--------------------------------|-----------------------|
| <i>Tapinoma melanocephalum</i> | 15,78%                |
| <i>Solenopsis</i> sp.          | 84,22%                |

Repetição 2.

A espécie que chegou primeiro à fonte de alimento foi *T. melanocephalum*, 5 minutos após o início do experimento. Posteriormente chegou *Solenopsis* sp

As distâncias da entrada dos ninhos até a fonte de alimento das espécies eram:

*T. melanocephalum*- 50cm

*Solenopsis* sp.- 5m.

Riqueza de espécies: foram encontradas duas espécies de formigas durante o experimento. As espécies foram: *T. melanocephalum* e *Solenopsis* sp.

Densidade relativa:

TABELA 80. Densidade relativa das espécies presentes no ambiente, encontradas no alimento, durante a repetição 2.

| ESPÉCIES                       | DENSIDADE<br>RELATIVA |
|--------------------------------|-----------------------|
| <i>Tapinoma melanocephalum</i> | 21%                   |
| <i>Solenopsis</i> sp.          | 79%                   |

### Repetição 3.

A espécie que chegou primeiro à fonte de alimento foi *T. melanocephalum*, 10 minutos após o início do experimento. Posteriormente chegou *Solenopsis* sp

As distâncias da entrada dos ninhos até a fonte de alimento das espécies eram:

*T. melanocephalum*- 50cm

*Solenopsis* sp.- 5m.

Riqueza de espécies: foram encontradas duas espécies de formigas durante o experimento. As espécies foram: *T. melanocephalum* e *Solenopsis* sp.

Densidade relativa:

TABELA 81. Densidade relativa das espécies presentes no ambiente, encontradas no alimento, durante a repetição 3.

| ESPÉCIES                       | DENSIDADE<br>RELATIVA |
|--------------------------------|-----------------------|
| <i>Tapinoma melanocephalum</i> | 8,6%                  |
| <i>Solenopsis</i> sp.          | 91,4%                 |

### Repetição 4.

*Solenopsis* sp. foi a única espécie a chegar até a fonte de alimento. Ela demorou 20 minutos para encontrar o alimento.

A distância da entrada do ninho até a fonte de alimento da espécie era:

*Solenopsis* sp.- 5m.

Riqueza de espécies: foi encontrada uma espécie de formiga durante o experimento. A espécie foi *Solenopsis* sp.

Densidade relativa:

TABELA 82. Densidade relativa das espécies presentes no ambiente, encontradas no alimento, durante a repetição 4.

| ESPÉCIES                       | DENSIDADE RELATIVA |
|--------------------------------|--------------------|
| <i>Tapinoma melanocephalum</i> | 0%                 |
| <i>Solenopsis</i> sp.          | 100%               |

TABELA 83. Densidade relativa das diferentes espécies de formigas encontradas no alimento, durante as quatro repetições, nas diferentes áreas estudadas e o total estimado de indivíduos presentes em todos os experimentos, durante as quatro repetições.

| ESPÉCIE                         | DENSIDADE RELATIVA |         |         |         |                     |
|---------------------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------------------|
|                                 | TESTE 2            | TESTE 3 | TESTE 5 | TESTE 6 | TOTAL DE INDIVÍDUOS |
| <i>Tapinoma melanocephalum</i>  | 42,36%             | 12,68%  | 4,34%   | 13,17%  | 100                 |
| <i>Solenopsis</i> sp.           | 31,94%             | 37,33%  | -       | 86,83%  | 208                 |
| <i>Wasmannia auropunctata</i>   | 1,38%              | -       | 95,66%  | -       | 112                 |
| <i>Monomorium floricola</i>     | 1,38%              | -       | -       | -       | 2                   |
| <i>Camponotus</i> sp.           | 14,58%             | -       | -       | -       | 21                  |
| <i>Camponotus atriceps</i>      | 6,25%              | 0,74%   | -       | -       | 10                  |
| <i>Paratrechina longicornis</i> | 2,08%              | 49,25%  | -       | -       | 69                  |

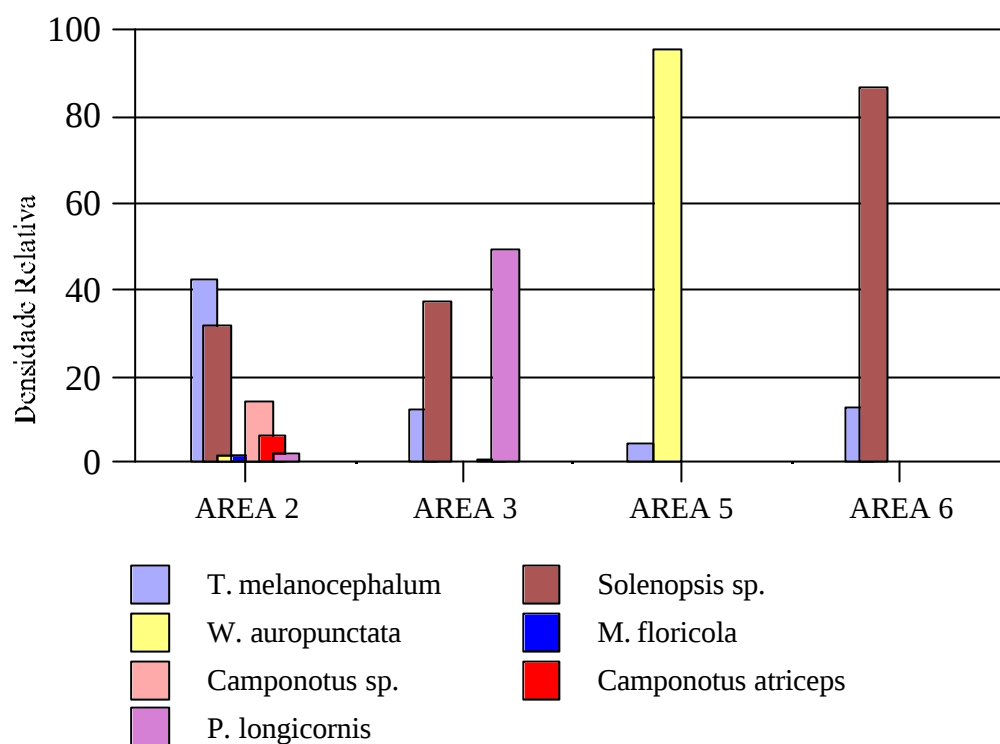


Fig. 11. Densidade relativa das diferentes espécies de formigas encontradas no alimento, durante as quatro repetições, nas diferentes áreas estudadas.

#### 6.2.5. QUANTIFICAÇÃO DOS COMPORTAMENTOS DE COMPETIÇÃO.

Durante este trabalho foram observadas algumas interações comportamentais nas áreas dois e três (Tabelas 84, 85, 86, 87, 88, 89 e 90, e Figuras 12, 13, 14 e 15).

##### ÁREA 2.

##### Repetição 1.

Tabela 84. Quantificação dos comportamentos de competição entre *Camponotus* sp. e *Tapinoma melanocephalum*.

|                          | 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--------------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| <i>Camponotus</i> sp.    | 11 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 4  |
| <i>T. melanocephalum</i> | 1  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1  | 11 | 0  | 0  | 0  | 12 |



Tabela 87. Dados acumulados dos comportamentos de competição entre *Paratrechina longicornis*, *Solenopsis* sp e *Tapinoma melanocephalum*, de acordo com sua classificação.

|                          | agressivos | Defesa | neutro |
|--------------------------|------------|--------|--------|
| <i>P. longicornis</i>    | 0          | 32     | 0      |
| <i>T. melanocephalum</i> | 32         | 1      | 1      |
| <i>Solenopsis</i> sp.    | 1          | 0      | 1      |

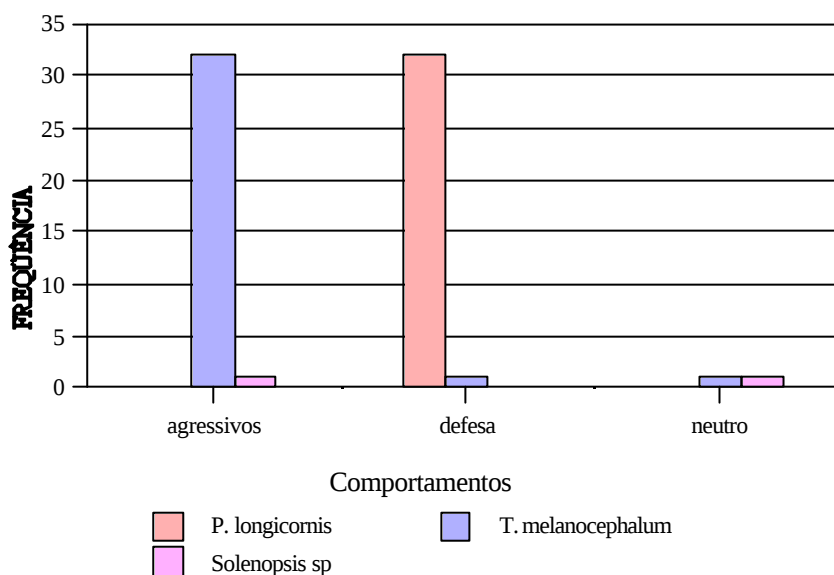


Fig. 13. Competição entre *P. longicornis*, *Solenopsis* sp. e *T. melanocephalum*.

### ÁREA 3.

#### Repetição 1.

Tabela 88. Quantificação dos comportamentos de competição entre *Paratrechina longicornis*, e *Tapinoma melanocephalum*.

|                          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>P. longicornis</i>    | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 4  | 11 | 0  | 0  | 0  | 6  |
| <i>T. melanocephalum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 11 | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 6  |

Tabela 89. Dados acumulados dos comportamentos de entre *Paratrechina longicornis*. e *Tapinoma melanocephalum* de acordo com sua classificação.

|                          | agressivos | Defesa | neutro |
|--------------------------|------------|--------|--------|
| <i>Camponotus</i> sp.    | 2          | 15     | 6      |
| <i>T. melanocephalum</i> | 15         | 2      | 6      |

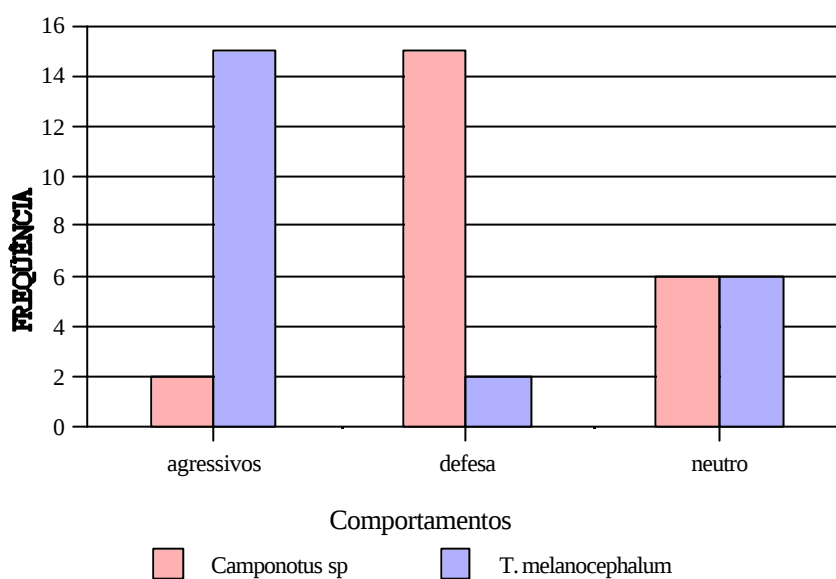


Fig. 14. Competição entre *Camponotus* sp. e *T. melanocephalum*.

Repetição 3.

Tabela 90. Quantificação dos comportamentos de competição entre *Paratrechina longicornis*, *Solenopsis* sp e *Tapinoma melanocephalum*.

|                          | 1  | 2 | 3  | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9   | 10 | 11  | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--------------------------|----|---|----|---|---|---|---|---|-----|----|-----|----|----|----|----|
| <i>P. longicornis</i>    | 50 | 0 | 5  | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0   | 22 | 126 | 0  | 0  | 0  | 5  |
| <i>T. melanocephalum</i> | 11 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 126 | 59 | 0   | 0  | 0  | 0  | 5  |

Tabela 91. Dados acumulados dos comportamentos de competição entre *Paratrechina longicornis*, *Solenopsis* sp e *Tapinoma melanocephalum*, de acordo com sua classificação.

|                          | agressivos | Defesa | Neutro |
|--------------------------|------------|--------|--------|
| <i>P. longicornis</i>    | 59         | 148    | 5      |
| <i>T. melanocephalum</i> | 148        | 59     | 5      |

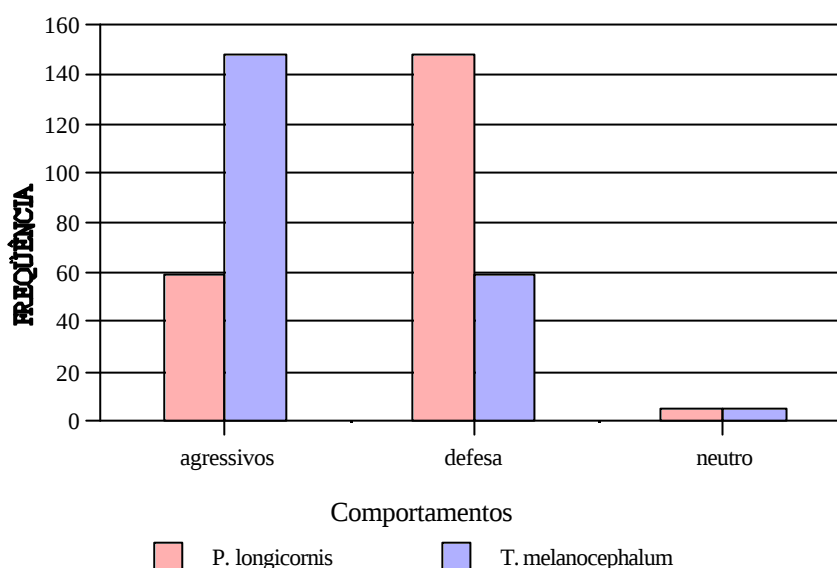


Fig. 15.Competição entre *P. longicornis* e *T. melanocephalum*.

Em situações naturais, o estudo da competição permite testar o modelo estabelecido com as colônias de laboratório e analisar a sucessão de espécies na fonte de alimento. Nesta situação, foram estudadas as interações comportamentais, frente a uma fonte de alimento, das espécies de formigas presentes no próprio ambiente, incluindo algumas já estudadas em laboratório, os gêneros *Solenopsis* e *Camponotus*, e as espécies *Wasmannia auropunctata* e *Paratrechina longicornis*.

Na área 2, durante a primeira repetição, *Camponotus* sp. permaneceu boa parte do tempo no alimento, deslocando *T. melanocephalum* dando botes e colocando o gáster por sob o mesossoma, na posição de liberação de feromônios. *Tapinoma* chegava no

alimento quase todo momento de experimento, mas de uma maneira sorrateira, “iludindo” as outras espécies.

*M. floricola* foi até o alimento, tentou, mas não conseguiu expulsar *Camponotus* sp. e deslocou *Tapinoma*. Depois de um tempo ela interrompeu o forrageamento e foi observada a presença de *Wasmannia auropunctata*, juntamente com *Tapinoma*. Observou-se também a presença de *Camponotus atriceps*, mas não foi vista nenhuma interação comportamental. As três espécies de formigas ficaram lado a lado no alimento. No final do experimento *Camponotus* sp. voltou ao alimento e forrageou junto com *Camponotus atriceps*.

Na segunda repetição a espécie que teve maior presença foi *Camponotus* sp. Ela tentou deslocar *Tapinoma* do alimento dando botes e liberando feromônios, da mesma maneira que na primeira repetição, e a segunda a “iludia”, realizando saques no alimento. Foi observada a presença de *C. atriceps* que permaneceu no alimento junto com as outras duas espécies.

Na terceira e quarta repetições *Tapinoma* dominou o alimento durante as primeiras horas de experimento. Duas operárias de *P. longicornis* tentavam chegar até o alimento, mas as operárias da primeira espécie, que estavam em maior número, davam mordidas e borrifavam substância repelente nas operárias da segunda. *Solenopsis* sp. chegou ao alimento e expulsou *Tapinoma*, dominando por completo o alimento. Não foi observada nenhuma interação comportamental entre *Solenopsis* sp. e *Tapinoma*, pois ela ocorreu no intervalo entre os períodos de observação. Na hora estabelecida para a observação a primeira espécie já se encontrava no alimento e a segunda forrageava em outro local. Durante a noite a quantidade de operárias de *Solenopsis* sp. diminui, e três operárias de *Camponotus atriceps* foram vistas forrageando no alimento.

Na área 3, nas duas primeiras repetições, *P. longicornis* deslocou *Tapinoma* do alimento atacando-a na trilha de forrageamento, dando botes e mordidas, porém *Tapinoma* tentou defender o alimento, no momento em que estava presente, inclinando o gáster e borrifando substâncias repelentes. Neste caso *P. longicornis* apresentava espasmos e fugia, mesmo assim ela foi capaz de deslocar *Tapinoma*, impedindo a sua chegada até o alimento.

Também foi observada a presença de *C. atriceps* no alimento, na segunda repetição, e não foi visto nenhum tipo de competição com as outras duas espécies.

Na terceira repetição *P. longicornis* chegou primeiro ao alimento, mas foi deslocada inicialmente por *T. melanocephalum*. A segunda espécie recrutou um grande número de operárias para o alimento e conseguiu deslocar a primeira espécie apresentando comportamentos agressivos físicos (bote, mordida) e químicos (borrifação de substâncias repelentes). *P. longicornis* apresentava espasmos e fugia. Quando a quantidade de alimento diminuía, a quantidade de operárias de *Tapinoma* diminuía também e só assim *P. longicornis* era capaz de dominar o alimento. Na manhã seguinte as operárias de *P. longicornis* dominaram o alimento dando botes e mordendo as operárias de *Tapinoma*. Algumas operárias da primeira espécie ficavam paradas próximo à trilha da segunda espécie com o gáster levantado, provavelmente liberando feromônio. Após algum tempo a trilha de *Tapinoma* foi desfeita e *P. longicornis* começou a forragear sem interrupção. No final do experimento *Solenopsis* sp. estava forrageando no alimento e as operárias de *P. longicornis* e *Tapinoma* não se encontravam nem nas proximidades. Depois disto o ninho de *Solenopsis* sp. migrou para dentro da garagem e para dentro da cozinha da casa, que faz comunicação com a garagem.

Na quarta repetição *Solenopsis* sp. chegou primeiro ao alimento e o dominou por completo. Duas horas após o início do experimento foi observada a presença de uma operária de *P. longicornis*, mas esta logo fugiu, pois *Solenopsis* sp. a perseguiu. Depois disto nenhuma outra espécie foi observada no alimento.

Na área 5, na primeira repetição, *Tapinoma* chegou primeiro no alimento e logo recrutou uma grande quantidade de operárias. Duas horas após o início do experimento foi observada a presença de grande quantidade de operárias de *Wasmannia auropunctata*. Elas deslocaram as operárias de *Tapinoma* e dominavam por completo o alimento. Não foi observada nenhuma interação comportamental entre *Wasmannia* e *Tapinoma*, pois ela ocorreu no intervalo entre os períodos de observação. Na hora estabelecida para a observação a primeira espécie já se encontrava no alimento.

Nas outras três repetições somente as operárias de *Wasmannia* forrageavam no alimento oferecido.

Na área 6, durante as três primeiras repetições, *Tapinoma* foi a espécie que chegou primeiro no alimento, mas após as primeiras horas de experimento (2h para a repetição 1, 3h para a repetição dois e 1h para a repetição 3) *Solenopsis* sp. chegava ao

alimento e expulsava *Tapinoma*. Não foi observada nenhuma interação comportamental, pois ela ocorreu no intervalo entre os períodos de observação. Na hora estabelecida para a observação *Solenopsis* sp. já se encontrava no alimento.

Na quarta repetição somente as operárias de *Solenopsis* sp. forrageavam no alimento oferecido.

*T. melanocephalum* estava presente em três das quatro áreas estudadas (Tabela 83; Fig. 11.), sempre em grande número de operárias, permanecendo na fonte de alimento até que outra espécie a descobrisse. Esta espécie se mostrou dominante, com relação à *P. longicornis*, por um certo período, quando o alimento estava em grande quantidade, mas quando *P. longicornis* recrutou um grande número de operárias, *T. melanocephalum* foi deslocada do alimento. Assim como nos testes de laboratório, em situações naturais *Tapinoma* pode ser considerada oportunista, não apresentando habilidade competitiva, por interferência, a ponto de deslocar outras espécies do alimento. Desta maneira, esta espécie age rapidamente, pegando o máximo que consegue de alimento, até ser descoberta e expulsa da fonte.

Em situações naturais *Monomorium floricola* participou do processo de competição, exibindo os mesmos comportamentos observados em laboratório, mas não chega a ser a espécie dominante. Isto talvez ocorra porque a densidade populacional desta espécie seja menor em situações naturais. WAY & BOLTON (1997) realizaram um estudo de competição entre formigas que nidificam nas folhas próximas à inserção do pedúnculo onde estão localizados os frutos de uma palmeira. Neste estudo ficou constatado que *M. floricola*, *P. longicornis* e *T. melanocephalum* não foram espécies dominantes.

De acordo com os resultados das interações comportamentais entre as espécies encontradas em situações naturais, somente *Camponotus* sp conseguiu vencer *Tapinoma melanocephalum* em interações competitivas, recrutando um número pequeno de operárias. A segunda espécie mostrou algum desempenho competitivo, exibindo comportamentos agressivos contra *P. longicornis*, mas observações paralelas mostram uma outra realidade. *Tapinoma* só consegue dominar o alimento se chega primeiro a ele e se recruta um grande número de operárias para ele, antes que outra espécie o descubra. Então, pode-se afirmar que quando ela chegava primeiro ao alimento estabelecia a competição por exploração, apresentando até alguns comportamentos agressivos, mas

quando a outra espécie recrutava um grande número de operárias, *T. melanocephalum* era deslocada da fonte de alimento.

FELLERS (1987) avaliou os efeitos da competição por exploração e por interferência em nove espécies de formiga e as classifica em duas categorias: aquelas espécies que são muito agressivas e comportalmente dominantes e aquelas que são menos agressivas e comportalmente subordinadas. As espécies agressivas e dominantes usam a interferência para impedir que as espécies subordinadas cheguem até o recurso. As espécies subordinadas são mais rápidas na exploração (competição por exploração) que as dominantes e usam esta estratégia para obter comida. Desta maneira, as espécies subordinadas usam a rapidez para localizar o alimento, e assim driblar a interferência das espécies dominantes e garantir o acesso ao recurso do qual elas, de outra maneira, seriam excluídas.

Dentre as espécies de formigas estudadas por FELLERS (1987), *Tapinoma sessile* foi considerada uma espécie subordinada porque reduzia o seu tempo de permanência no alimento quando haviam outras espécies de formiga, “iludindo” as outras espécies e agindo de maneira sorrateira. Neste trabalho observou-se que *T. melanocephalum* agiu da mesma maneira, permanecendo pouco tempo no alimento quando outras espécies de formigas estavam presentes e, de maneira sorrateira e andando rapidamente, “iludia” as outras espécies de formigas.

WILSON (1971) e LEVINS *et al.* (1973) verificaram que *P. longicornis* também localiza rapidamente o alimento antes de ser excluída pelas espécies mais dominantes. Isto pôde ser observado neste trabalho, pois nas áreas onde *P. longicornis* foi encontrada (área 2 e 3) *Solenopsis* sp. apresentou uma grande habilidade competitiva, deslocando a primeira espécie do alimento.

De acordo com FELLERS (1987) três características influenciam a dominância: tamanho corpóreo, método de combate e taxa de recrutamento. As espécies menores são mais subordinadas que as espécies maiores. Talvez seja este o motivo pelo qual *Solenopsis* sp. foi dominante em relação a *T. melanocephalum*, mas isto não pode ser afirmado quando se compara a primeira espécie com *P. longicornis*. Neste caso a dominância de *Solenopsis* sp. talvez tenha sido devido ao seu método de combate bastante agressivo e talvez seja este o motivo pelo qual *Wasmannia auropunctata* foi capaz de deslocar *Tapinoma melanocephalum* do alimento.

Esta relação de tamanho corporal e dominância também foi relatada para *Camponotus* sp., que possui um tamanho corpóreo maior e foi dominante, e *T. melanocephalum*, menor e subordinada.

De acordo com CLARK et al. (1982) e MEIER (1994), *Wasmannia auropunctata* foi capaz de deslocar a fauna nativa de formigas porque explora o habitat e o recurso alimentar mais eficientemente que as outras espécies; recruta mais rapidamente um maior número de operárias que as outras espécies; forrageiam durante o dia e durante a noite e são bastante agressivas devido ao fato de borrifarem um veneno ou feromônio repelente. Provavelmente estes foram os motivos pelos quais esta espécie conseguiu deslocar *Tapinoma melanocephalum* do alimento e impedir que ela o explorasse nas outras três repetições.

Segundo FOWLER et al. (1994) *Solenopsis invicta* é um grande competidor por alimento nos estados de São Paulo e de Mato Grosso e de acordo com seus resultados esta espécie possui uma grande habilidade competitiva por interferência.

De acordo com BHATKAR et al. (1972); OBIN & VANDRE MEER (1985); KING & PHILLIPS (1992) e MORRISON (2000) *Solenopsis invicta* utiliza compostos químicos para defesa e para competir com outras espécies; e segundo BHATKAR et al. (1972); JONES & PHILLIPS (1987); BHATKAR (1988); KING & PHILLIPS (1992); MORRISON (1999) e MORRISON (2000) ela utiliza a agressão física contra seus competidores.

Ainda com o gênero *Solenopsis*, MORRISON (1996) verifica que *S. germinata* também faz uso de agressão física contra seus competidores e reduz o acesso de *Monomorium monomorium* ao alimento, e TORRES (1984) afirma que esta espécie é o competidor por interferência mais dominante (das 19 espécies estudadas) pelo alimento.

## 7. CONCLUSÕES.

Os resultados obtidos nos testes em laboratório, realizados com as diferentes espécies de formigas urbanas, permitiram descrever os comportamentos que ocorrem entre as espécies de formigas no processo de competição por alimento, e permitiram estabelecer uma classificação de dominância entre as espécies estudadas.

De acordo com estes resultados, a ordem de dominância entre as quatro espécies estudadas foi: *Monomorium floricola*, *Monomorium pharaonis*, *Linepithema humile* e *Tapinoma melanocephalum*, sendo as duas últimas consideradas subordinadas com relação à habilidade competitiva por interferência, apresentando uma maior habilidade competitiva por exploração.

Mas esta ordem pode ter um significado falso, uma vez que em situações naturais estas mesmas espécies podem se comportar de maneira diferente, como o descrito na literatura citada, e também devido ao fato de que em laboratório as espécies foram obrigadas a se encontrar, pois o modelo utilizado não permitia o acesso das operárias a outros locais, a não ser à arena de forrageamento.

De acordo com os resultados obtidos nos testes realizados em situações naturais pode-se concluir que existe uma competição efetiva por alimento entre as diferentes espécies de formigas urbanas, mas realizar observações a respeito disto é um processo muito complexo, uma vez que ocorrem alterações das espécies de formigas no

alimento, em um curto período de tempo e com uma grande rapidez. Neste caso, devido ao deslocamento de outras espécies, os comportamentos deveriam ser analisados de forma contínua e não em intervalos de tempo.

Estabelecer uma classificação de dominância, ou mesmo de sucessão entre as espécies de formigas que ocorrem em ambiente urbano é difícil, uma vez que, apesar de diferentes espécies se encontrarem dentro de um mesmo prédio, estas ocupam áreas diferentes, o que faz com que elas muitas vezes nem se encontrem. Por exemplo, neste trabalho *Tapinoma melanocephalum* foi vista nas quatro áreas estudadas da mesma residência; *Wasmannia auropunctata* foi vista nas áreas 5 e 6; *Monomorium floricola*, *Camponotus* sp na área 2, *Camponotus atriceps* nas áreas 2 e 3, *Solenopsis* sp nas áreas 2, 3 e 6, e *Paratrechina longicornis* nas áreas 2 e 3.

Novos estudos do processo de competição por alimento em formigas urbanas devem ser realizados para compreender os mecanismos de consumo da isca no momento em que se realiza o controle desses insetos, principalmente em locais onde são considerados importantes vetores de microrganismos patogênicos, no interior de hospitais, e considerados causadores de danos em aparelhos eletrônicos e de incômodo às pessoas em suas residências.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ADAMS, E. S.; TRANIELLO, J. F. A. Chemical interference competition by *Monomorium minimum* (Hymenoptera: Formicidae). **Oecologia**. v. 51. p. 265-270. 1981.

BANSCHBACH, V. S.; HERBERS, J. M. Complex colony structure in social insects: I. Ecological determinants and genetic consequences. **Evolution**. v. 50. p. 285-297. 1996.

BEATTIE, A. J. **The Evolucionary Ecology of Ant-plant mutualisms**. Cambridge: Cambridge Univ. Press. 1985.

BEATSON, S. H. Pharaoh=s ants as pathogen vectors in hospitals. **Lancet**. v. 1. p. 425-427. 1972.

BEYE, M.; NEUMANN, P.; CHAPUISAT, M.; PAMILO, P.; MORITZ, R. F. A. Nest mate recognition and the genetic relatedness of nests in the ant *Formica pratensis*. **Behav. Ecol. Sociobiol.** v. 43. p. 67-72. 1998.

BHATKAR, A. P.; Confrontation behavior between *Solenopsis invicta* and *S. geminata* and competitiveness of certain Florida ant species against *S. invicta*. p. 445-464. See Trager 1988.

BHATKAR, A. P.; WHITCOMB, W. H.; BUREN, W. F.; CALLAHAN, P.; CARLYSLE, T. Confrontation behavior between *Lasius neoniger* (Hymenoptera: Formicidae) and the imported fire ant. **Environ. Entomol.** v. 1. p. 274-279. 1972

BONABEAU, E. et al. Group and mass recruitment in ant colonies: the influence of contact rates. **J. Theor. Biol.** v. 195. p. 157-166. 1988.

BONAVITA-COUGOURDAN, A.; CLEMENT, J. L.; LANGE, C. Nestmate recognition: the role of cuticular hydrocarbons in the ant *Camponotus vagus*. **Scop. J. Entomol. Sci.** v. 22. p 1-10. 1987.

BOLTON, B., **A New General Catalogue of the Ants of the World**. Harvard University Press. U.S.A. p. 504. 1995.

BOULAY, R.; HEFETZ, A.; SOROKER, V.; LONOIR, A. *Camponotus fellah* colony integration: worker individuality necessitates frequent hydrocarbon exchanges. **Ann. Behav.** v. 59. p. 1127-1133. 2000.

BOURKE, A. F. G.; FRANKS, N. R. **Social Evolution in Ants**. Princeton, N. J.: Princeton Univ. Press. 1995.

BREED, M. D. Recognition pheromones of the honey bee. **BioSci.** v. 48. p. 463-470. 1998.

BREED, M. D.; BENNETT, B. Kin recognition in highly eusocial insects. In: FLETCHER, D. J. C.; MICHENER, C. D. (eds). **Kin Recognition in Animals**. New York: J. Wiley. p. 243-285. 1987.

BREED, M. D.; FEWELL, J. H.; MOORE, J. A.; WILLIAMS, K. R. Graded recruitment in a ponerine ant. **Behav. Ecol. Sociobiol.** v. 20. p. 407-411. 1987.

BRIAN, M. V.; HIBBLE, J.; KELLY, A. F. The dispersion of ants species in a southern English heath. **J. Anim. Ecol.** v. 35. p. 281-290. 1966.

\_\_\_\_\_. **Social Insect Populations.** Academic Press. London. 1965.

BUENO, O. C.; FOWLER, H. G. Exotic ants and native ant fauna of Brazilian hospital. In: D.F. Williams (ed.). **Exotic ants: biology, impact, and control of introduced species.** Westview press, Boulder, CO., p. 191–198, 1994.

BUENO, O. C.; CAMPOS-FARINHA, A. E. As formigas domésticas. In: MARICONI, F. A. M. (ed). **Insetos e outros invasores de residências.** Piracicaba S.P.: FEALQ. p. 135–180. 1999.

BUREN, W. F. Artificial faunal replacement for imported fire ant control. **Fla. Entomol.** v. 66. p. 93-100. 1983.

CARLIN, N. F. Discrimination between and within colonies of social insects: two null hypotheses. **Neth. J. Zool.** v. 39. p. 86-100. 1989.

CARLIN, N. F.; HÖLLDOBLER, B. The kin recognition system of carpenter ants (*Camponotus* sp.); I. Hierarchical cues in small colonies. **Behav. Ecol. Sociobiol.** v. 19. p. 123-134. 1986.

CARROLL, C. R.; JANZEN, D. H. Ecology of foraging by ants. **An. Rev. Ecol. Syst.** v. 4. p. 231-258. 1973.

CAMMELL, M. E.; WAY, M. J.; PAIVA, M. R. Diversity and structure of ant communities associated with oak, pine, eucalyptus and arable habitats in Portugal. **Insect Soc.** v. 43. p. 37-46. 1996.

CLARK, D. B. et al. The tramp ant *Wasmannia auropunctata*: Autecology and effects on ant diversity and distribution on Santa Cruz Island, Galapagos. **Biotropica**. v. 14. p. 196-207. 1982.

CONNELL, J. H. The effects of competition, predation by *Thais lpsillus*, and others factors on natural populations of the barnacle, *Balanus balanoids*. **Ecological monographs**. v. 31. p. 61-104. 1961a.

CONNELL, J. H. Diversity and coevolution of competitors or the ghost of competition past. **Oikos**. v. 35. p. 131-138. 1980.

CONNELL, J. H. On the prevalence and relative importance of interspecific competition: evidence from field experiments. **American Naturalist**. v. 122. p. 661-696. 1983.

CONNOR, E. F.; SIMBERLOFF, D. The assembly of species communities: chance or competition? **Ecology**. v. 60. p. 1132-1140. 1979.

CREIGHTON, W. S. **The ants of North America**. Bull. Mus. Comp. Zool.. Cambridge. p.585. 1950.

CROZIER, R. H.; PAMILO, P. **Evolution of Social Insect Colonies**. Oxford: Oxford Univ. Press. 1996.

DAVIDSON, W. D. Foraging ecology and community organization in desert seed-eating ants. **Ecology**. v. 58. p. 725-737. 1977.

\_\_\_\_\_. Some consequences of diffuse competition in a desert ant community. **Am. Nat.** v. 116. p. 92-105. 1980.

\_\_\_\_\_. The role of resource imbalances in the evolutionary ecology of tropical arboreal ants. **Biol. J. Linn. Soc.** v. 61. p. 153-181. 1997.

\_\_\_\_\_. Resource discovery versus resource domination in ants: a functional mechanism for breaking the trade-off. **Ecol. Entomol.** v.23. p. 484-490. 1998.

DELABIE, J. H. C.; NASCIMENTO, I. C.; PACHECO, P.; CASIMIRO, A. B. Community structure of house-infesting ants (Hymenoptera: Formicidae) in southern Bahia, Brazil. **Fla. Entomol.** v. 78. n. 02. p. 264–270. 1995.

EDWARDS, J. P. The biology, Economic, Importance, and Control of the pharaoh's ant, *Monomorium pharaonis* (L.). In: VINSON, S. B. **Economic impact and control of Social Insects**. USA: Praeger Publishers CBS Educational and Professional Publishing. p. 257–271. 1986.

EICHLER, W. D. Verbreitung und Ausbreitungstendenzen der Pharaoameise in Mitteleuropa. **Prakt. Schad.** v. 14. p. 1B2. 1962 .

\_\_\_\_\_. Die Ausbreitung der Pharaoameise. **Memor. Zool.** v 29. p. 15-22. 1978a.

\_\_\_\_\_. Die verbreitung der Pharaoameise in Europa. **Memor. Zool.** v 29. p. 31B40. 1978b.

\_\_\_\_\_. The spread and dissimulation of *Monomorium pharaonis* in Central Europe. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO SOBRE INSETOS SOCIAIS NEOTROPICAIS. 1. Rio Claro. 1989. **Anais**.

FEENER D. H.; BROWN, B.V. Diptera as parasitoids. **Annu. Ver. Entomol.** v. 42. p. 73-97. 1997.

FELLERS, J. H. Interference and exploitation in a guild of woodland ants. **Ecology**. v. 68. n. 5. p. 1466-1478. 1987.

FOLGRAIT, P. J. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. **Biodivers. Conserv.** v. 7. p. 1221-1244. 1998.

FOWLER, H. G. Colonization patterns of the leaf-cutting ant, *Atta bisphaerica*: evidence for population regulation. **Z. Angew. Entomol.** v. 104. p. 102-105. 1987a.

FOWLER, H. G.; ROMAGNANO, L. F. T. DI; BERNARDI, J. V. E. Evolução, competição e o nicho ecológico na teoria e na prática. **An. Sem. Reg. Ecol.** v. 6. p 319-338. 1988.

FOWLER, H. G. A organização das comunidades de formigas no Estado do Mato Grosso, Brasil. **Actas X Congr. Latinoamer. Zool.** Valparaiso. v. 3. 1988a.

FOWLER, H. G. et al. Major ant problems of South America. In: CEDENO, A.; JAFFÉ, K.; VANDER MERR, R. K. (Eds.). **Applied Myrmecology: a world perspective**. Boulder: Westview. p.3-14. 1990.

FOWLER, H. G.; BERNARDI, J. V. E.; di ROMAGNANO, L. F. T. Community structure and *Solenopsis invicta* in São Paulo. In: WILLIAMS D.F. (ed.). **Exotic ants: biology, impact, and control of introduced species**. Westview press, Boulder, CO. p. 199B207. 1994.

FOWLER, H. G.; BUENO, O. C. Congruent spatial and temporal foraging by a dominant ant (Hym., Formicidae) and its replacement in an assemblage in a large urban structure in southeastern Brazil. **J. Appl. Ent.** v. 120. p. 29-32. 1996.

FOWLER, H. G.; BUENO, O. C. O avanço das formigas urbanas. **Ciência Hoje**. v. 23. n.137. p. 71-73. 1999.

GAMBOA, G. J.; REEVE, H. K.; PFENNIG, D. W. The evolution and ontogeny of nestmate recognition in social wasps.

GRANT, P. R. Interspecific competition among rodents. **Annual Review of Ecology and Systematics**. v. 3. p. 79-106. 1972.

GREENSLADE, P. J. M. Interspecific competition and frequency changes among ants in Solomon islands coconut plantations. **J. Appl. Ecol.** v. 8. p. 323-352. 1971.

GOTELLI, N. J. Ant community structure: effects of predatory ant lions. **Ecology**. v. 77. p. 630-638. 1996.

HAVERTY, M. I.; GRACE, J. K.; NELSON, L. J. YAMAMOTO, R. T. Intercaste, intercolony, and temporal variation in cuticular hydrocarbons of *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Phinotermitidae). **J. Chem. Ecol.** v. 22. p. 1813-1834. 1996.

HELLER. H. C. Altitudinal zonation of chipmunks (*Eutamias*): interspecific aggression. **Ecology**. v. 52. p. 312-319. 1971.

HERATY, J. M. Biology and importance of two eucharitid parasites of *Wasmannia* and *Solenopsis*. In: WILLIAMS D.F. (ed.). **Exotic ants: biology, impact, and control of introduced species**. Westview press, Boulder, CO. p. 104B120. 1994.

HOFFMANN, B. D.; ANDERSEN, A. N.; HILL, G. J. E. Impact of an introduced ant on native forest invertebrates: *Pheidole megacephala* in monsoonal Australia. **Oecologia**. v. 120. p. 595-604. 1999.

HÖLLDOBLER, B. Interference strategy of *Iridomyrmex pruinosum* (Hymenoptera: Formicidae) during foraging. **Oecologia**. v. 52. p. 208-213. 1982a.

\_\_\_\_\_. **The evolution of insect communication**. Academic Press. New York. P. 349-377. 1984.

\_\_\_\_\_. Food robbing in ants: a form of interference competition. **Oecologia**. v. 69. p. 12-15. 1986.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. The number of queens: an important trait in ant evolution. **Naturwissenschaften**. v. 64. p. 8-15. 1977.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The Ants**. Cambridge Massachusetts: Belknap Press of Harvard University Press. p. 732. 1990.

HÖLLDOBLER, B.; LUMSDEN, C. J. Territorial strategies in ants. **Science**. v. 210. p. 732-739. 1980.

HÖLLDOBLER, B.; MICHENER, C. D. Mechanisms of identification and discrimination in social hymenoptera. In. MARKL, H. (ed.). **Evolution of Social Behavior: Hypotheses and Empirical Tests**. Weinheim: Verlag Chemie. p. 35-58. 1980.

HOLWAY, D. A. Effect of Argentine ant invasions on ground-dwelling arthropods in northern California riparian woodlands. **Oecologia**. v. 116. p. 252-258. 1998.

HOLWAY, D. A. Competitive mechanisms underlying the displacement of native ants by the invasive Argentine ant. **Ecology**. v. 80. p. 238-251. 1999.

HOLWAY, D. A.; SUAREZ, A. V.; CASE, T. J. Loss of intra-specific aggression underlies the success of a widespread invasive social insect. **Science**. v. 287. p. 949-952. 1998.

HOLWAY, D. A.; SUAREZ, A. V. Animal behavior: an essential component of invasion biology. **Tree**. v. 14. n. 8. p. 328-330. 1999.

HOLWAY, D. A.; CASE, T. J. Effects of colony-level variation on competitive ability in the invasive Argentine ant. **Anim. Behav.** v. 61. p. 1181-1192. 2001.

HOWARD, R. W.; BLOMQUIST, G. J. Chemical ecology and biochemistry of insect hydrocarbons. **Ann. Rev. Entomol.** v. 27. p. 149-172. 1982.

HOWARD, R. W.; McDANIEL, C. A.; NELSON, D. R.; BLOMQUIST, G. J.; GELBAUM, L. T.; ZALKOW, L. H. Cuticular hydrocarbons of *Reticullitermes virginicul* (Banks) and their role as potential species-and caste-recognition cues. **J. Chem. Ecol.** v. 8. p. 1227-1239. 1982.

HUMAN, K. G.; GORDON, D. M. Exploitation and interference competition between the invasive Argentine ant, *Linepithema humile*, and native ant species. **Oecologia**. v. 105. p. 206-212. 1996.

HUMAN, K. G.; GORDON, D. M. Effects of Argentine ants on invertebrate biodiversity in northern California. **Conserv. Biol.** v. 11. p. 1242-1248. 1997.

HUMAN, K. G.; GORDON, D. M. Behavioral interactions of the invasive Argentine ant with native ant species. **Insect Soc.** v. 46. p. 159-163. 1999.

HUXLEY, C. R.; CUTLER, D. F.(eds). **Ant-plant interactions**. Oxford, UK: Oxford Univ. Press. 1991.

IPINZA-REGLA, J.; FIGUERO, G.; OSORIO, J. *Iridomyrmex humilis*, Ahormiga aArgentina@, como vector de infecciones intrahospitalarias. I. Estudio bacteriológico. **Folia Entomol. Mex.** v. 50. p. 81-96. 1981.

JAGER, R. G. Competitive exclusion as a factor influencing the distribution of two species of terrestrial salamanders. **Ecology**. v. 52. p. 632-637. 1971.

JAFFÈ, K.; VILLEGAS, G.; COLMENARES, O.; PUCHE, H.; ZABALA, N. A.; PINO, E. Two different decision-making systems in recruitment to food in ant societies. **Behavior**. v. 92. p. 9-21. 1985.

JOLIVET, P. **Ants and plants: An example of coevolution** (enlarged edition). Leiden, Netherlands: Backhuys. 1996.

JONES, S. R.; PHILLIPS, S. A. Aggressive and defensive propensities of *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) and three indigenous ant species in Texas. **Tex. J. Sci.** v. 39. p. 107-115. 1987.

KARBAN, R. Interspecific competition between folivorous insects on *Erigon glaucus*. **Ecology**. v. 67. p. 1063-1072. 1986.

KELLER, L. (ed). **Queen Number and Sociality in Insects**. Oxford, UK: Oxford Univ. Press. 1993.

KEMPF, W. W. Catálogo abreviado de formigas da Região Neotropical (Hymenoptera: Formicidae). **Studia Ent.**, v. 15, n. 1-4, p. 344, 1972.

KING, T. G.; PHILLIPS S. A. destruction of young colonies of the red imported fire ant by the pavement ant (Hymenoptera: formicidae). **Entomol. News**. v. 103. p. 72-77. 1992.

LAHAV, S.; SOROKER, V.; HEFETZ, A.; VANDER MEER, R. K. Direct behavioral evidence for hydrocarbons as ant recognition discriminators. **Naturwissenschaften** v. 86. p. 246-249. 1999.

LIANG, D.; SILVERMAN, J. 'You are what you eat': diet modifies cuticular hydrocarbons and nestmate recognition in the Argentine ant *Linepithema humile*. **Naturwissenschaften** v. 87. p. 412-716. 2000.

LESTON, D. A. Neotropical ant mosaic. **Ann. Entomol. Soc. Am.** v. 71. p.649-653. 1978.

LEVINS, R.; PRESSICK, M. L.; HEATWOLE, H. Coexistence patterns in insular ants. **Amer. Scientist** v. 61. p. 463-472. 1973.

MACARTHUR, R. H. Population ecology of some warblers of northeastern coniferous forests. **Ecology**. v. 39. p. 599-619. 1958.

MACMAHON, J. A.; MULL, J. F.; CRIST, T. O. Harvester ants (*Pogonomyrmex* spp.): their community and ecosystem influences. **Annu. Rev. Ecol. Syst.** v. 31. p. 265-291. 2000.

MACOM, T. E.; PORTER, S. D. Comparison of Polygyne and monogyne red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) populations densities. **Ann. Entomol. Soc. AM.** v. 89. p. 535-543. 1996.

MÉIER, R. E. Coexisting patterns and foraging behavior of introduced and native ants (Hymenoptera Formicidae) in the Galapagos Islands (Ecuador). In: WILLIAMS, D. F. (Ed.). **Exotic Ants: biology, impact, and control of introduced species**. Boulder: Westview. p. 45-62. 1994.

MERCIER, J. L.; LENOIR, A.; DEJEAN, A. Ritualized versus aggressive behaviors displayed by *Polirhachis laboriosa* (F. Smith) during intraspecific competition. **Behavioural Processes**. v. 41. p. 39-50. 1997.

MOERMOND, T. C. A mechanistic approach to the structure of animal communities: *Anolis* lizards and birds. **Amer. Zool.** v. 26. p. 23-37. 1986.

MOLLER, H. Lessons for invasion theory from social insects. **Conserv. Biol.** v. 78. p.125-142. 1996.

MORRISON, L. W. Community organization in a recently assembled fauna: the case of Polynesian ants. **Oecologia**. v. 107. p. 243-256. 1996.

\_\_\_\_\_. Indirect effects of phorid fly parasitoids on the mechanisms of interspecific competition among ants. **Oecologia**. v. 121. p. 113-122. 1999.

\_\_\_\_\_. Mechanisms of interespecific competition among an invasive and two native fire ants. **Oikos**. v. 90. p. 238-252. 2000.

NOWBAHARI, E.; LENOIR, A.; CLEMENT, J. L.; LANGE, C.; BAGNERES, A. G.; JOULIE, C. Individual, geographical and experimental variation of cuticular hydrocarbon of the ant *Cataglyphis cursor* (Hymenoptera: Formicidae): their use in nest and subspecies recognition. **Biochem. System. Ecol.** v. 18. p. 63-73. 1990.

OBIN, M. S.; VANDER MEER, R. K. Gaster flagging by the fire ants (*Solenopsis* spp.): functional significance of venom dispersal behavior. **J. Chem. Ecol.** v. 11. p. 1757-1768. 1985.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo S.P.: Editora Manole LTDA. p. 359. 1991.

PASSERA, L. Characteristics of Tramp Species. In: WILLIAMS D.F. (ed.). **Exotic ants: biology, impact, and control of introduced species**. Westview press, Boulder, CO. p. 23-43. 1994.

PIANKA, E. R.; PARKER, W. S. Ecology of horned lizards: a review with special reference to *Phrynosoma platyrhinos*. **Copeia**. p. 141-162. 1975. LATT, W. J.; WEIS, I. M. An experimental study of competition among fugitive prairie plants. **Ecology**. v. 66. p. 708-720. 1985.

PRICE, M. V. Structure of desert rodent communities: a critical review of question and approaches. **American Zoologist**. v. 26. p. 39-49. 1986.

PORTER, S. D.; EASTMOND D. A. *Euryopis coki* (Theridiidae), a spider that preys upon *Pogonomyrmex* ants. **J. Arachnol.** v. 10. p. 275-277. 1982.

PORTER, S. D.; SAVIGNANO, D. A. Invasion of polygyne fire ants decimates native ants and disrupts arthropod community. **Ecology**. v. 71. p. 2095-2106. 1990.

PORTER, S. D.; WILLIAMS, D. F.; PATTERSON, R. S.; FOWLER, H. G. Intercontinental differences in the abundance of *Solenopsis* fire ants (Hymenoptera: Formicidae): escape from natural enemies. **Environ. Entomol.** v. 26. p. 373-384. 1997.

REDFORD, K. H. Ants and Termites as food: patterns of mammalian myrmecophagy. In: GENOWAYS, H. H. (ed). **Current mammalogy**. New York: Plenum. p. 349-399. 1987.

ROBERTSON, D. R.; GAINES, S. D. Interference competition structures habitat use in a local assemblage of coral reef surgeonfishes. **Ecology**. v. 67. p. 1372-1383. 1986.

ROSS, K. G.; KELLER, L. Ecology and social evolution of social organization: insights from fire ants and other highly eusocial insects. **Annu. Rev. Ecol. Syst.** v. 26. p. 631-656. 1995.

ROSS, K. G.; VARGO, E. L.; KELLER, L. Social evolution in a new environment: the case of introduced fire ants. **Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.** v. 93. p. 3021-3025. 1996.

SCHOENER, T. W. Resource partitioning in ecological communities. **Science**. v. 185. p. 27-39. 1974.

\_\_\_\_\_. Field experiments on interspecific competition. **American Naturalist** v. 122. p. 240-285. 1983.

SILVA, E. J. E.; LOECK, A. E. Ocorrência de formigas domiciliares (Himenóptera: Formicidae) em Pelotas, R.S. **Ver. Brás. De Agrociência**. v. 5. n. 3. p. 220-224. 1999.

SMITH, M. R. House-infesting ants of the eastern United States their recognition, biology and economic importance. **USDA Tech. Bull.** v. 1326. p. 105. 1965.

STRONG Jr., D. R. Natural variability and the manifold mechanisms of ecological communities. **American Naturalist** v. 122. p. 636-660. 1983.

STRONG Jr., D. R.; SZYSKA, L. A.; SIMBERLOFF, D. S. Tests of community-wide character displacement against the null hypothesis. **Evolution** v. 33. p. 897-913. 1979.

STUART, R. J.; HERBERS, J. M. Nestmat recognition in ants with complex colonies: within and between population variation. **Behav. Ecol.** v. 11, p. 676-685. 2000.

THOMAS, M. L.; PARRY, L. J.; ALLEN, R. A.; ELGAR, M. A. geographic affinity, cuticular hydrocarbons and colony recognition in the Australian meat ant *Iridomyrmex purpureus*. **Naturwissenschaften** v. 86. p. 87-92. 1999.

THOMPSON, C. R. Ants that have Pest Status in the United States. In: VANDER MEER, R. K.; JAFFÉ, K.; CEDENO, A. **Applied Mymercology**. Westview Studies in Insect Biology, USA. p. 51-67. 1990.

TOBIN, J. E. Ants as primary consumers: diet and abundance in the Formicidae. In: HUNT, J. H.; NALEPA, C. A. (eds). **Nourishment and Evolution in Insects Societies**. Boulder, C. O.: Westview, p. 279-308. 1994.

TOFT, C. A. Resource partitioning in amphibians and reptiles. **Copeia** v. 1985. p. 1-21. 1985.

TORRES, J. A. Niches and coexistence of ant communities in Puerto Rico: repeated patterns. **Biotropica** v. 16. p. 284-295. 1984.

TRAGER, J. C. **Advances in mymercology**. New York: E.J. Brill. 1938.

TSCHINKEL, W. R. Sociometry and sociogenesis of colonies of the fire ant *Solenopsis invicta* and *S. geminata* (Hymenoptera: Formicidae) in northern Florida in relation to habitat an disturbance. **Ann. Entomol. Soc. Am.** v. 81. p. 76-81. 1988.

VANDER MEER, R. K.; LOFGREN, C. S. Chemotaxonomy applied to fire ant systematics in the United States and South America. In: CEDENO, A.; JAFFÉ, K.; VANDER MERR, R. K. (Eds.). **Applied Mymercology: a world perspective**. Boulder C. O.: Westview press. p. 75-84. 1990.

VANDER MEER, R. K.; MOREL, L. nestmate recognition in ants. In: VANDER MEER, R. K.; BREED, M. D.; ESPELIE, K. E.; WINSTON, M. L. (Eds). **Pheromone Communication in Social Insects**. Boulder, Colorado: Westview press. P. 79-103. 1998.

VEPSALAINEN, K.; SAVOLAINEN, R. The efect of interference by formicinae ants on the foraging of *Myrmica*. **J. Anim. Ecolo..** v. 59. p. 643-654. 1990.

VILELA, E. F.; JAFFÉ, K.; HOWSE, P. E. Orientation in leaf-cutting ants (Formicidae: Attini). **Anim. Behav..** v. 35. p. 1443-1453. 1987.

WAY, M. J.; BOLTON, B. Competition between ants for coconut palm nesting sites. **J. Nat. Hist..** v. 31. n. 3. p. 439-455. 1997.

WILLIAMS, D. F. (Ed.). **Exotic Ants: biology, impact, and control of introduced species**. Boulder: Westview. 1994.

WILLIAMS, D.F., VAIL, K.M. Foraging of the pharaoh ant, *Monomorium pharaonis*: an exotic in the urban enviroment. In: WILLIAMS, D. F. (Ed.). **Exotic Ants: biology, impact, and control of introduced species**. Boulder: Westview. p. 228-239. 1994b.

WILSON, E. O. C hemical communication among workers of the fire ant, *Solenopsis saevissima* (Fr. Smith). 1. The organization of mass foraging. 2. An informational analysis of the odor trail. 3. The experimental induction of social resposes. **Anim. Behav.** v. 10. p. 134-164. 1962a.

\_\_\_\_\_. **The Insect Societies.** Cambridge Massachusetts: Belknap Press of Harvard University Press. p. 529. 1971.

\_\_\_\_\_. Divison of labor in fire ants based on physical castes (Hymenoptera: Formicidae: *Solenopsis*). **J. Kansas Entomol. Soc.** v. 51. p. 615-636. 1978.

\_\_\_\_\_. **Sociobiology. The Abridge Edition.** Cambridge Massachusetts: Belknap Press of Harvard University Press. p. 118-127. 1980.

\_\_\_\_\_. Causes of ecological successes: the case of the ants. **J. Anim. Ecol.** v. 56. p. 1-9. 1987.