UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS – RIO CLARO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ZOOLOGIA)

BIOLOGIA DA FORMIGA URBANA *Monomorium floricola* JERDON (HYMENOPTERA, FORMICIDAE)

DANIEL RUSS SOLIS

Tese apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Zoologia).

Abril - 2011

DANIEL RUSS SOLIS

BIOLOGIA DA FORMIGA URBANA *Monomorium floricola* JERDON (HYMENOPTERA, FORMICIDAE)

Tese apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Zoologia).

Orientador: Dr. ODAIR CORREA BUENO

Rio Claro
2011

595.796 Solis, Daniel Russ
S687b Biologia da formiga urbana Monomorium floricola Jerdon (Hymenoptera, Formicidae) / Daniel Russ Solis. - Rio Claro : [s.n.], 2011
200 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Odair Correa Bueno

1. Formiga. 2. Mirmecologia. 3. Myrmicinae. 4. Solenopsidini. 5. Comportamento. 6. Morfologia. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

DANIEL RUSS SOLIS

BIOLOGIA DA FORMIGA URBANA *Monomorium floricola* JERDON (HYMENOPTERA, FORMICIDAE)

Tese apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Zoologia).

Comissão Examinadora

Dr. Odair Correa Bueno

Dra. Ana Eugênia de Carvalho Campos

Dr. Mohamed Ezz El-Din Mostafa Habib

Dr. Edilberto Giannotti

Dra. Ana Yoshi Harada

Rio Claro, 26 de abril de 2011.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, José Solis Rivera e Mariechen Martha Russ, pelo amor, incentivo, ajuda e paciência durante todos esses anos.

Aos amigos, Eduardo Gonçalves Paterson Fox e Thiago de Carvalho Moretti, pelas conversas animadas, sugestões, críticas, traduções e pesquisas em conjunto.

A Evelaine Cruz dos Santos pelo seu amor e companheirismo.

Ao Dr. Odair Correa Bueno pela orientação, dedicação e paciência.

A Mônica Lanzoni Rossi (CENA/USP) por todo apoio, treinamento, dedicação e amizade.

A Dra. Neusa de Lima Nogueira (CENA/USP) por ter gentilmente cedido as suas instalações, e pelo apoio e treinamento oferecido.

Ao Dr. Elliot Watanabe Kitajima e Dr. Francisco André Ossamu Tanaka (NAP/MEPA, ESALQ-USP), por também terem gentilmente cedido as suas instalações e pelo treinamento fornecido no manuseio dos equipamentos.

Aos professores da UNESP e USP em que tive a oportunidade de cursar suas disciplinas, contribuindo para a minha formação acadêmica: Dr. Antônio Carlos Simões Pião, Dra. Célia Regina Montes, Dr. Edison Zefa, Dra. Maria José de Oliveira Campos e Dr. Osmar Malaspina.

Aos membros da banca pelas sugestões e criticas: Dra. Ana Eugênia de Carvalho Campos, Dra. Ana Yoshi Harada, Dr. Edilberto Giannotti e Dr. Mohamed Habib.

Aos colegas da UNESP: Aline, Amanda, André, Andrigo, Carlos, Catarina, Felipe (Chaves), Eduardo, Fabiana, Gustavo, João, Marcela, Natalia, Priscila, Rafael, Rafael (Socorro), Rodrigo, Sandra e Stephan.

Aos funcionários da UNESP por todo apoio: Antônio, Ita, Lucilene, Natiele, Necis, Olívia e Sérgio.

A CAPES pelo apoio financeiro e ao PROPP/PROAP-CAPES pelos auxílios fornecidos na participação em eventos científicos.

E a todos aqueles que não mencionei que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

E por fim, agradeço as formigas que foram objeto de meu estudo, pelas quais tenho muita estima.

“Meinem Berufsstand werden in der Öffentlichkeit oftmals die verschiedensten Sünden vorgeworfen, echte ebenso wie eingebildete: Arroganz, Bestechlichkeit, mangelndes Gespür für die ethischen Fragen bei der Anwendung unseres Wissens, Mauscheleien bei der Beschaffung von Forschungsmitteln ohne Rücksicht auf den damit verbundenen Werteverfall.

Als Vertreter der Naturwissenschaft plädiere ich bei allen diesen Anklagen auf »hier und da geringfügig schuldig«.

Naturwissenschaftler sind Menschen und als solche anfällig für alle Schwächen und Versuchungen des ganz normalen Lebens.

Manche von uns sind moralisches Urgestein, andere ein schwankendes Rohr im Wind.”

Stephen Jay Gould

(Trecho extraído de “Ein Dinosaurier im Heuhaufen”, 1995, p. 353)

RESUMO

Monomorium floricola é uma espécie cosmopolita, adaptada ao meio urbano, que ocasiona incômodos em residências e hospitais. Poucos estudos foram efetuados com esta espécie e para o melhor conhecimento desta formiga, que possa ser utilizado em programas de manejo de pragas, o presente estudo teve como objetivo: analisar a interação com outras formigas urbanas; estudar o comportamento alimentar; descrever a morfologia externa das larvas e adultos reprodutores; verificar possíveis causas para o surgimento de anomalias nas formas reprodutoras; descrever o trato digestório; analisar a tolerância térmica das operárias; e verificar alguns fatores que poderiam interferir na fecundidade das rainhas virgens. As operárias de *M. floricola* se mostraram mais ofensivas em seu território e defensivas em outros territórios, com o comportamento sendo dependente da espécie de formiga com o qual interage. Com relação ao forrageamento: as substâncias açucaradas foram mais atrativas do que as gordurosas, as operárias despenderam mais tempo na coleta de substâncias açucaradas mais concentradas, e preferiram alimentos em maior quantidade e mais próximas ao ninho. As larvas de *M. floricola* se diferenciam das outras espécies do gênero, por apresentarem uma maior diversidade de pêlos e terem um número diferente de sensilas nos palpos. Os adultos reprodutores foram descritos com um maior detalhamento, fator importante para analisar com uma maior exatidão as formas anômalas. As anomalias não são causadas pelo choque térmico ou por bactérias simbiontes. O trato digestório das duas espécies de *Monomorium* apresentou algumas particularidades: a presença de espinhos no papo, e o número de túbulos de Malpighi e papilas retais não variaram entre as castas e idades. As operárias de *M. floricola* apresentaram uma alta tolerância para temperaturas frias, mas não para as quentes, quando comparado com as outras espécies analisadas. Tanto as larvas como as operárias interferem na fecundidade das rainhas virgens. Espera-se que o conhecimento produzido possa ser utilizado para aperfeiçoar as metodologias de manejo, evitando-se os impactos negativos tanto na saúde humana bem como ao meio ambiente.

Palavras-chave: Myrmicinae. Solenopsidini. Formiga domiciliar. Comportamento. Morfologia.

ABSTRACT

Monomorium floricola is a cosmopolitan urban, and a worldwide pest in homes and hospitals. Few studies were directed with this species. With the objective of adding useful information for pest control programs, the present study aimed at analyzing: the interaction of these ants with other species when foraging for food; morphology of immature and adult reproductive forms; possible causes for the appearance of anomalous reproductive forms; internal anatomy of the digestive system; the tolerance of workers to different temperatures; different traits affecting the fecundity of virgin queens. Workers proved more defensive when foraging in enemy or neutral territory, and more aggressive when at their own territory. Their reaction towards alien ants was dependent upon their species. Sugary substances were more attractive than fatty foods, and workers spent more time collecting more concentrated sugary liquids, and give preference to foods at higher amounts and nearer to the nest entrance. Larvae of *M. floricola* were different from other *Monomorium* species by their greater diversity of types of body hairs, and by their number of mouthpart sensilla. Reproductive adults were described in richness of details, as we needed parameters to detect the anomalous forms. The appearance of anomalous forms is apparently not caused by temperature variations or by the presence of symbiotic bacteria. The digestive system of adults of *M. floricola* and *M. pharaonis* were unique, e.g. by their having spines in the crop and fixed number of Malpighian tubules and rectal pads among specimens of different castes and ages. Workers of *M. floricola* were tolerant to cold temperatures, but not to high temperatures, in comparison with tested species *M. pharaonis* and *T. bicarinatum*. Larvae and workers proved to interfere in the fecundity of virgin queens. We hope the finds of the present study will be of use in improving pest control techniques diminishing the negative effects on human health and environment.

Key words: Myrmicinae. Solenopsidini. Tramp ants. Behavior. Morphology.

SUMÁRIO

Página

1. INTRODUÇÃO..... 1
2. OBJETIVOS..... 4
3. REVISÃO DA LITERATURA..... 6
3.1. Distribuição geográfica..... 6
3.2. Morfologia externa..... 7
3.2.1. Imaturos..... 7
3.2.2. Adultos..... 10
3.3. Morfologia interna – Trato digestório..... 13
3.3.1. Larvas..... 13
3.3.2. Adultos..... 13
3.4. Biologia..... 14
3.4.1. Ciclo de vida..... 14
3.4.2. Nutrição e forrageamento..... 16
3.4.3. Ninhos..... 19
3.4.3.1. Fundação de colônias..... 19
3.4.3.2. Estrutura dos ninhos..... 19
3.4.4. Reprodução..... 20
3.5. Manejo de pragas..... 22
4. MATERIAL E MÉTODOS..... 24
4.1. Manutenção de colônias em laboratório..... 24
4.2. Comportamento das operárias de *Monomorium floricola* ao encontrarem outras formigas urbanas..... 25
4.3. Aspectos do forrageamento das operárias de *Monomorium floricola*..... 28
4.3.1. Análise da atratividade alimentar..... 28
4.3.2. Comportamento de coleta e tempo de permanência na fonte de alimento em diferentes níveis de concentrações de açúcar..... 30
4.3.3. Análise da preferência dos alimentos em termos quantitativos..... 31
4.3.4. Comparação entre as fontes de diferentes qualidades nutricionais, em termos quantitativos..... 32

4.3.5. Efeito da distância dos alimentos da colônia no forrageamento..... 33
4.4. Morfologia externa de *Monomorium floricola*..... 34
4.4.1. Descrição dos imaturos – larvas e pupas..... 34
4.4.2. Descrição dos adultos – reprodutores..... 36
4.5. Fatores responsáveis pela formação das formas anormais..... 38
4.5.1. Choque térmico..... 38
4.5.2. Longa permanência em altas temperaturas..... 39
4.5.3. Administração de antibiótico..... 40
4.5.4. Detecção de bactérias endosimbiontes..... 40
4.5.4.1. Extração de DNA total..... 40
4.5.4.2. Verificação da infecção por *Wolbachia*..... 41
4.5.4.3. Verificação da infecção por CFB (Cytophaga-Flexibacter-Bacteroides)..... 41
4.6. Morfologia interna de *Monomorium floricola*..... 42
4.6.1. Descrição do trato digestório das larvas e adultos..... 42
4.6.1.1. Microscopia Óptica..... 42
4.6.1.2. Microscopia Eletrônica de Varredura..... 43
4.6.1.3. Microscopia Eletrônica de Transmissão..... 43
4.7. Tolerância das operárias a diferentes temperaturas..... 44
4.8. Fatores que poderiam interferir na fecundidade das rainhas virgens..... 45
5. RESULTADOS..... 47
5.1. Comportamento das operárias de *Monomorium floricola* ao encontrarem outras formigas urbanas..... 47
5.1.1. Descrição dos comportamentos..... 47
5.1.2. Comparação dos comportamentos nas diferentes situações e entre as espécies..... 53
5.2. Aspectos do forrageamento das operárias de *Monomorium floricola*..... 55
5.2.1. Análise da atratividade alimentar..... 55
5.2.2. Comportamento de coleta e tempo de permanência na fonte de alimento em diferentes níveis de concentrações de açúcar..... 60
5.2.3. Análise da preferência do alimento em termos quantitativos..... 64

5.2.4. Comparação entre as fontes de diferentes qualidades nutricionais, em termos quantitativos..... 69
5.2.5. Efeito da distância dos alimentos da colônia no forrageamento..... 72
5.3. Morfologia externa de *Monomorium floricola*..... 72
5.3.1. Descrição dos imaturos – larvas e pupas..... 72
5.3.2. Descrição dos adultos – reprodutores..... 88
5.4. Fatores responsáveis pela formação das formas anormais..... 109
5.4.1. Choque térmico..... 109
5.4.2. Descrição dos adultos – formas anormais..... 110
5.4.3. Longa permanência em altas temperaturas..... 120
5.4.4. Administração de antibiótico..... 120
5.4.5. Detecção de bactérias endosimbiontes..... 123
5.5. Morfologia interna de *Monomorium floricola*: Descrição do trato digestório..... 123
5.5.1. Larvas de último instar..... 123
5.5.2. Adultos..... 129
5.6. Tolerância das operárias a diferentes temperaturas..... 134
5.7. Fatores que poderiam interferir na fecundidade das rainhas virgens..... 138
6. DISCUSSÃO..... 142
6.1. Comportamento das operárias de *Monomorium floricola* ao encontrarem outras formigas urbanas..... 142
6.2. Aspectos do forrageamento das operárias de *Monomorium floricola*..... 146
6.2.1. Análise da atratividade alimentar..... 146
6.2.2. Comportamento de coleta e tempo de permanência na fonte de alimento em diferentes níveis de concentrações de açúcar..... 148
6.2.3. Análise da preferência do alimento: quantidade, qualidade e distância..... 151
6.3. Morfologia externa de *Monomorium floricola*..... 155
6.3.1. Descrição dos imaturos – larvas e pupas..... 155
6.3.2. Descrição dos adultos – reprodutores..... 159
6.4. Fatores responsáveis pela formação das formas anormais..... 161

6.5. Morfologia interna de *Monomorium floricola*: Descrição do trato digestório das larvas e adultos..... 167
6.6. Tolerância das operárias a diferentes temperaturas..... 170
6.7. Fatores que poderiam interferir na fecundidade das rainhas virgens..... 172
7. CONCLUSÃO..... 176
8. REFERÊNCIAS..... 178

1. INTRODUÇÃO

A ordem Hymenoptera seria um dos táxons mais numerosos dentre os insetos, com mais de 100.000 espécies descritas, cujos representantes mais conhecidos seriam as abelhas, formigas e vespas (MASON et al., 2006). As formigas foram confinadas em uma única família, denominada de Formicidae, que se encontra subdividida em 20 subfamílias e 287 gêneros (BOLTON et al., 2006), com 12.627 espécies (AGOSTI; JOHNSON, 2008). Recentemente, uma nova subfamília foi descrita e chamada de Martialinae, encontrada na serapilheira de terra firme da floresta amazônica brasileira (RABELING et al., 2008). Segundo Hölldobler e Wilson (1990) as formigas seriam encontradas em todos os ambientes terrestres, com a exceção das regiões polares e em certas ilhas do Pacífico. De acordo com Brandão (1999) aproximadamente 2.500 espécies seriam encontradas no Brasil.

As formigas desempenham um importante papel nos ecossistemas terrestres (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990), porém, algumas poucas espécies vêm sendo relatadas por ocasionar prejuízos econômicos e ambientais, e problemas na saúde humana (KLOTZ et al., 2008). Por exemplo, na agricultura dos países sul americanos, prejuízos de milhões de dólares vêm sendo ocasionados pelas formigas cortadeiras, devido ao desfolhamento das plantações. Além disso, na saúde pública, relatos de acidentes com lava-pés vêm sendo registrados, devido ao veneno

inoculado pelas ferroadas ocasionarem reações alérgicas severas na população do EUA, que podem levar a morte de certos indivíduos (KLOTZ et al., 2008).

No ambiente urbano, várias espécies de formigas nativas ou exóticas vêm sendo relatadas em levantamentos. No Brasil, os seguintes gêneros vêm sendo encontrados: *Acromyrmex* Mayr, *Atta* Fabricius, *Brachymyrmex* Mayr, *Camponotus* Mayr, *Cardiocondyla* Emery, *Cephalotes* Latreille, *Crematogaster* Lund, *Dorymyrmex* Mayr, *Ectatomma* Smith, *Forelius* Emery, *Gnamptogenys* Roger, *Hypoponera* Santschi, *Labidus* Jurine, *Linepithema* Mayr, *Monacis* Roger, *Monomorium* Mayr, *Odontomachus* Latreille, *Pachycondyla* Smith, *Paratrechina* Motschoulksy, *Pheidole* Westwood, *Pogonomyrmex* Mayr, *Solenopsis* Westwood, *Tapinoma* Foerster, *Tetramorium* Mayr, *Typhlomyrmex* Mayr, *Wasmannia* Forel e *Zacryptocerus* Wheeler (BICHO et al., 2007; DELABIE et al., 1995; FERREIRA et al., 2008; FOWLER et al., 1993b; KAMURA et al., 2007; OLIVEIRA; CAMPOS-FARINHA, 2005; SILVA; LOECK, 1999; SILVA et al., 2009; SOARES et al., 2006; ZARZUELA et al., 2002).

Algumas espécies de formigas urbanas vêm se destacando, as chamadas formigas domiciliares ou ‘tramp species’. Segundo Passera (1994) estas espécies apresentariam uma distribuição cosmopolita e foram introduzidas em diversos países através das atividades comerciais. Além disso, segundo este autor, elas apresentariam em comum algumas características que possibilitaram a sua íntima associação ao meio humano: alta capacidade de mobilidade da colônia, ausência de um ninho estruturado, alta agressividade interespecífica, baixa agressividade intraespecífica, colônias com muitas rainhas, fundação de novas colônias por sociotomia, perda do vôo nupcial, e as operárias têm tamanho reduzido. Exemplos de algumas destas espécies que vêm sendo relatadas em levantamentos da mirmecofauna urbana brasileira seriam: *Linepithema humile* Mayr, *Monomorium floricola* Jerdon, *Monomorium pharaonis* Linnaeus, *Paratrechina fulva* Mayr, *Paratrechina longicornis* Latreille, *Pheidole megacephala* Fabricius, *Solenopsis invicta* Buren, *Tapinoma melanocephalum* Fabricius e *Wasmannia auropunctata* Roger (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999).

A dispersão destas espécies no ambiente urbano foi favorecida pela utilização dos métodos convencionais de controle de insetos (isto é, aerossóis e pós-secos), que mostraram resultados insatisfatórios, por favorecerem o processo de fragmentação das colônias, aumentando a população em uma localidade (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999).

Como problemas, elas poderiam ocasionar incômodos em residências e estabelecimentos comerciais, e particularmente, poderiam atuar como vetores mecânicos de microorganismos patogênicos em ambientes hospitalares (BEATSON, 1972; FOWLER et al., 1993b; MOREIRA et al., 2005).

A maior parte do conhecimento a respeito das formigas domiciliares foi obtida em países do hemisfério Norte, sendo que no Brasil os estudos com essas espécies iniciaram-se na década de 1980 (CAMPOS-FARINHA et al., 2002) para suprir essa carência no conhecimento, que vêm se mostrando úteis no manejo adequado dessas espécies. Como exemplos, poderiam ser mencionados os seguintes estudos: seleção de ingredientes para o controle químico (JACOB, 2002), biologia reprodutiva de *M. floricola* (KATO, 2003), competição (CAMPOS, 2004), impacto de *L. humile* na mirmecofauna (RIBEIRO, 2005), controle de *M. floricola* (ZARZUELA, 2005), utilização do alimento (JESUS, 2006), associação com fungos (BARROS, 2006), associação com bactérias enteropatogênicas (CINTRA, 2006), biologia de *P. longicornis* (SOLIS, 2006), controle com entomopatógenos (ZARZUELA, 2010). O presente estudo com *M. floricola* faz parte deste esforço.

2. OBJETIVOS

O presente estudo analisou vários aspectos da biologia da formiga domiciliar *M. floricola*. Quando possível, foram efetuadas comparações com outras espécies de formigas urbanas, devido aos poucos estudos existentes. Os seguintes tópicos foram investigados em colônias mantidas em laboratório:

(1) O comportamento das operárias ao encontrarem outras formigas urbanas: *L. humile*, *M. pharaonis*, *Tetramorium bicarinatum* Nylander;

(2) O comportamento de forrageamento das operárias: análise da atratividade alimentar; comportamento de coleta e tempo de permanência na fonte de alimento em diferentes níveis de concentrações; análise da preferência dos alimentos em termos quantitativos (comparações com *M. pharaonis* e *T. bicarinatum*); comparação entre as fontes de diferentes qualidades nutricionais, em termos quantitativos; efeito da distância dos alimentos da colônia no forrageamento;

(3) Morfologia externa: descrição das fases imaturas de operárias (caracterização das larvas e pupas) e a descrição dos adultos reprodutores;

(4) Descrição dos adultos anômalos e verificação de possíveis causas que seriam responsáveis pela formação dos anômalos: choque térmico; e bactérias endosimbiontes, através da detecção direta por meio do DNA, e indiretamente, pela longa permanência em altas temperaturas e a administração de antibiótico;

(5) Morfologia interna: descrição do trato digestório das larvas maduras e dos adultos (operárias e reprodutores), por meio da microscopia óptica, e eletrônica de varredura e transmissão. Além disso, as informações obtidas foram comparadas com o trato digestório de *M. pharaonis*;

(6) Tolerância das operárias a diferentes temperaturas (comparações com *M. pharaonis* e *T. bicarinatum*);

(7) Fatores que poderiam interferir na fecundidade das rainhas virgens.

Os seguintes resultados foram publicados em revistas:

- Análise da atratividade alimentar (os resultados são comparados com *L. humile* e *P. longicornis*):

SOLIS, D.R.; BUENO, O.C.; MORETTI, T.C. Attractiveness of different sweet and fatty substances to three Neotropical tramp ant species (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology,** Chico, v. 51, n. 1, p. 49-63, 2008.

- Descrição das fases imaturas de operárias:

SOLIS, D.R.; FOX, E.G.P.; KATO, L.M.; JESUS, C.M.; YABUKI, A.T.; CAMPOS, A.E.C.; BUENO, O.C. Morphological description of the immatures of the ant, *Monomorium floricola*. **Journal of Insect Science**, Madison, v. 10, n. 15, p. 1-17, 2010.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. Distribuição geográfica

O gênero *Monomorium* pertence à subfamília Myrmicinae, tribo Solenopsidini, sendo um táxon cosmopolita constituído por 399 espécies descritas, sendo mais diversificado na região Tropical (BOLTON, 1987; BOLTON et al., 2006).

Algumas espécies foram introduzidas em várias regiões do planeta por intermédio do comércio aonde não existiam originalmente, tornando-se um sério problema no ambiente urbano: *Monomorium destructor* Jerdon, *M. floricola*, *Monomorium latinode* Mayr, *M. pharaonis*, *Monomorium subopacum* Smith e *Monomorium talpa* Emery (BOLTON, 1987). Estas seis espécies apresentam a seguinte distribuição nas oito regiões zoogeográficas (BOLTON et al., 2006): *M. destructor* (Afrotropical, Indo-Australiana, Madagascar, Neotropical, Paleártica e Oriental), *M. floricola* (Indo-Australiana, Madagascar, Neotropical, Paleártica e Oriental), *M. latinode* (Afrotropical, Indo-Australiana, Madagascar, Paleártica e Oriental), *M. pharaonis* (Indo-Australiana, Neártica, Neotropical, Paleártica e Oriental), *M. subopacum* (Afrotropical, Madagascar, Neotropical, Paleártica e Oriental) e *M. talpa* (Indo-Australiana).

3.2. Morfologia externa

3.2.1. Imaturos

Os himenópteros apresentariam metamorfose completa, ou seja, os indivíduos passariam pelos estágios de ovo, larva, pupa e adulto (CHAPMAN, 1998). Particularmente para o gênero *Monomorium* foram efetuados poucos estudos sobre a morfologia dos imaturos.

O estágio de ovo foi caracterizado apenas em *M. pharaonis* (BERNDT; EICHLER, 1987) e *M. floricola* (KATO, 2003). Em *M. pharaonis* o ovo teria 0,33 mm de comprimento por 0,20 mm de largura. Na outra espécie o ovo teria um formato oval, com um córion fino e transparente, marcadamente separado do embrião, apresentando as seguintes medidas: 0,29 ± 0,01 mm de comprimento (0,26 - 0,34 mm) por 0,18 ± 0,02 mm de largura (0,15 - 0,20 mm). A razão entre o comprimento e a largura foi de 1,61.

Wheeler e Wheeler (1955, 1960) iniciaram os estudos de caracterização das larvas, nos quais cinco espécies foram descritas com diferentes níveis de detalhes: *Monomorium afrum* André, *Monomorium antarcticum* Smith, *M. floricola*, *M. pharaonis* e *Monomorium tambourinensis* Forel. Destas cinco espécies, apenas *M. pharaonis* foi estudada com um maior detalhamento. O número de ínstares larvais desta espécie foi determinado por Berndt e Kremer (1986) e Alvares et al. (1993), e um aprofundamento na morfologia da larva foi realizado por Berndt e Kremer (1986). Além disso, o número de ínstares larvais também foi determinado em *M. floricola* por Kato (2003). Nestas duas espécies as larvas apresentariam três instares. Deve ser ressaltado, que o número de instares larvais em operárias variou entre três a cinco instares, verificado em apenas 70 espécies de formigas (Tabela 1). Na subfamília Myrmicinae o número foi determinado para 25 espécies, sendo mais comum três ínstares.

De uma maneira geral, as larvas de *Monomorium* apresentariam um corpo com o formato pheidolóide, descrito por Wheeler e Wheeler (1976, p. 8) como: “Abdomen short, stout and straight; head ventral near anterior end, mounted on short stout neck, which is the prothorax; ends rounded, one end more so than the other”. Além disso, o corpo foi caracterizado com 10 pares de espiráculos (dois torácicos e oito abdominais), com o primeiro par sendo maior do que os demais (WHEELER;

Tabela 1. Número de instares larvais de operárias em Formicidae.

Subfamílias / espécies	Número de instares larvais	Referências
Amblyoponinae		
Amblyopone silvestrii Wheeler	5	Masuko (1990)
Cerapachyinae		
Cerapachys biroi Forel	3	Ravary; Jaisson (2002)
Dolichoderinae		
Bothriomyrmex syrius Forel	4	Tohmé; Tohmé (1981)
Linepithema humile Mayr	3	Solis et al. (2010a)
Linepithema micans Forel	3	Nondillo et al. (2011)
Tapinoma melanocephalum Fabricius	4	Jesus; Bueno (2007)
Ecitoninae		
Eciton burchelli Westwood	5	Wheeler; Wheeler (1986c)
Eciton hamatum Fabricius	5	Wheeler; Wheeler (1986c)
Neivamyrmex opacithorax Emery	5	Wheeler; Wheeler (1990b)
Ectatomminae		
Ectatomma edentatum Roger	3	Antonialli Jr.; Giannotti (2000)
Ectatomma vizotti Almeida	3	Vieira et al. (2009)
Formicinae		
Acantholepis frauenfeldi Mayr	5	Tohmé; Tohmé (1975)
Acantholepis syriaca André	5	Tohmé; Tohmé (1980)
Cataglyphis cursor Fonscolombe	3	Wheeler; Wheeler (1986b)[1]
Camponotus abdita Forel	5	Wheeler; Wheeler (1991)
Camponotus aethiops Latreille	5	Dartigue; Passera (1979)
Camponotus noveboracensis Fitch	3	Wheeler; Wheeler (1953a)
Camponotus rufipes Fabricius	4	Bueno and Rossini (1986)
Camponotus textor Forel	4	Solis et al. (2009c)
Camponotus vagus Scopoli	5	Benois (1972)
Camponotus vittatus Forel	3	Solis et al. (2010b)
Dendromyrmex chartifex F. Smith	4	Wheeler; Wheeler (1986a)
Formica japonica Motschoulsky	3	Wheeler; Wheeler (1986b)[1]
Formica polyctena Förster	4	Masuko (1990)[1]
Lasius niger Linnaeus	4	Kloft et al. (1994)
Myrmelachista catharinae Mayr	3	Solis et al. (2011)
Oecophylla longinoda Latreille	3	Wilson and Hölldobler (1980)
Paratrechina flavipes Smith	4	Ichinose (1987)
Paratrechina fulva Mayr	3	Arcila et al. (2002)
Paratrechina longicornis Latreille	3	Solis et al. (2007a)
Plagiolepis pygmaea Latreille	5	Passera (1968)
Polyrhachis armata Le Guillou	5	Wheeler; Wheeler (1990a)
Polyrhachis bihamata Drury	5	Wheeler; Wheeler (1990a)
Polyrhachis lamellidens Smith	4	Wheeler; Wheeler (1986b)[1]
Polyrhachis muelleri Forel	5	Wheeler; Wheeler (1990a)
Polyrhachis scissa Roger	5	Wheeler; Wheeler (1990a)
Polyrhachis ypsilon Emery	5	Wheeler; Wheeler (1990a)

Subfamílias / espécies	Número de instares larvais	Referências
Myrmicinae		
Aphaenogaster rudis Emery	5	Wheeler and Wheeler (1953c)
Acromyrmex octospinosus Reich	4	Torregrossa et al. (1982)
Cephalotes atratus Latreille	4	Hölldobler; Wilson (1990)[1]
Cephalotes minutus Fabricius	4	Hölldobler; Wilson **(**1990)[1]
Crematogaster scutellaris Olivier	3	Casevitz-Weulersse (1983)
Crematogaster stadelmanni Mayr	3	Delage-Darchen (1972)
Crematogaster striatula Emery	3	Delage-Darchen (1978)
Cyphomyrmex lectus Forel	3	Lacau (2006)
Cyphomyrmex transversus Emery	5	Lacau et al. (2008)
Messor aciculatus Smith	3	Onoyama (1982)
Myrmica rubra (= *ruginodis*) Linnaeus	3	Wheeler and Wheeler (1986b)[1]
Myrmica scabrinodis Nylander	3	Gamanilov; Kipyatkov (2000)
Myrmica schencki Emery	4	Masuko (1990)[1]
Monomorium pharaonis Linnaeus	3	Alvares et al. (1993)
		Berndt; Kremer (1986)
Oligomyrmex parvicornis Forel	4	Wheeler; Wheeler (1953b)
Pheidole bicarinata Mayr	4	Wheeler; Nijhout (1981)
Pheidole fervida Smith	3	Ono (1982)
Pheidole megacephala Fabricius	3	Sameshima et al. (2004)
Pheidole pallidula Nylander	3	Passera (1974)
Pristomyrmex pungens Mayr	5	Itow et al. (1986)
Solenopsis invicta Buren	4	O'Neal; Markin (1975)
		Petralia; Vinson (1978)
Tetramorium caespitum Linnaeus	3	Bruder; Gupta (1972)
Trichoscapa membranfera Emery	5	Wheeler; Wheeler (1991)
Veromessor pergandei Mayr	5	Wheeler; Wheeler (1987)
Wasmannia auropunctata Roger	3	Ulloa-Chacon; Cherix (1988)
Ponerinae		
Brachyponera chinensis Brown	4	Koriba (1963)
Diacamma ceylonense Emery	4	Baratte et al. (2005)
Dinoponera gigantea Perty	4	Wheeler; Wheeler (1985)
Odontomachus haematodes Linnaeus	4	Colombel (1971)
Pachycondyla villosa Fabricius	4	Zara; Caetano (2001)
Pseudomyrmecinae		
Pseudomyrmex seminole Ward	5	Wheeler; Wheeler (1991)
Tetraponera aethiops Smith	4	Wheeler (1918)
Tetraponera latifrons Emery	4	Wheeler (1918)

Nota. [1]Compilado do autor.

WHEELER, 1955, 1960). Nas peças bucais, o labro era bilobado e a mandíbula era do tipo ectatommóide, descrito por Wheeler e Wheeler (1976, p. 39) como: “Subtriangular; with a medial blade arising from the anterior surface and bearing one or two medial teeth; apex curved medially to form a tooth”. Na maxila, a galea apresentava duas sensilas (WHEELER; WHEELER, 1955, 1960). Segundo Edwards (1991) as larvas que originarão as operárias em *M. pharaonis* apresentavam pêlos bifurcados em grande quantidade, enquanto as que originarão as formas reprodutoras apresentavam poucos pêlos simples. Este autor sugeriu que a determinação das castas em *M. pharaonis* ocorreria no estágio de ovo ou no inicio do desenvolvimento larval, e que a produção das formas reprodutoras em colônias com rainhas seria prevenida pelo canibalismo, efetuado pelas operárias, permitindo apenas a produção das larvas de operárias. E as operárias poderiam estar usando está característica morfológica na diferenciação entre as larvas.

A pupa em *M. pharaonis* foi caracterizada como exarata, não recoberta por um casulo (BERNDT; EICHLER, 1987).

3.2.2. Adultos

As operárias no gênero *Monomorium* apresentariam um tamanho diminuto (inferior a 1,5 mm) a moderado (aproximadamente 8,0 mm). Dependendo da espécie as operárias poderiam ser monomórficas ou polimórficas. Caracterizar-se-iam morfologicamente por possuírem: superfície superior da cabeça sendo lisa, não apresentando uma depressão na qual o escapo da antena possa se alojar; antenas com 10 a 12 segmentos, usualmente 12, sendo que os três últimos são maiores, em forma de clava; olhos compostos presentes e bem evidentes, sendo reduzidos em algumas espécies; presença de um pêlo alongado na borda frontal do clípeo, logo acima da mandíbula; mandíbula apresentando entre três a cinco dentes, sendo comumente encontrado quatro, que decrescem em tamanho do ápice para a base; fórmula dos palpos frequentemente encontrada sendo de 2,2; espinhos no propodeo geralmente ausentes; espiráculo no propodeo geralmente circular, encontrado na região mediana do segmento; o pecíolo com dois segmentos distintos em forma e tamanho, com o nódulo assumindo um formato subcônico a cuneiforme; e a presença de um ferrão, podendo ser bem ou pouco desenvolvido (BOLTON, 1987; OGATA; TERAYAMA, 2003; SHATTUCK; BARNETT, 2010).

Em *M. floricola* as operárias seriam monomórficas, com o comprimento total variando entre 1,5 a 2,0 mm (Figura 1). A cabeça e gáster apresentariam uma coloração variando do marrom escuro para o preto, e o restante do corpo uma coloração variando do marrom claro ao amarelo. A cabeça apresentaria um comprimento variando entre 0,42 e 0,48 mm, e uma largura variando entre 0,32 e 0,37 mm. As antenas possuiriam 12 segmentos. Os olhos seriam diminutos e ovais com a presença de 10 a 12 omatídeos. A mandíbula apresentaria quatro dentes. Não haveria esculturas na superfície do corpo, sendo lisa e brilhante (BOLTON, 1987; OGATA; TERAYAMA, 2003; SELLENSCHLO, 1991; STITZ 1932).

As rainhas em *Monomorium* seriam muito maiores do que as suas operárias. Usualmente seriam aladas, mas em muitas espécies as rainhas seriam ápteras (formas ergatóides). Em algumas espécies haveria formas intermediárias entre as operárias e rainhas. Os olhos seriam maiores do que as operárias, com a presença de ocelos, que estariam ausentes em alguns ergatóides. Nas rainhas que possuem asas, as nervuras na forma ancestral seriam tubulares e bem esclerotizadas, mas na maioria das espécies as nervuras seriam pouco esclerotizadas, podendo ser vestigiais (BOLTON, 1987).

Em *M. floricola* a rainha apresentou um comprimento entre 3,0 a 4,0 mm (ROGER, 1863; SELLENSCHLO, 1991; STITZ, 1932), ocorrendo a formação de rainhas aladas e ergatóides, cuja aparição no ninho provavelmente estaria correlacionada com as condições climáticas; os ninhos seria poligínicos (WHEELER, 1905). As antenas foram caracterizadas com 12 segmentos, havendo três ocelos pequenos, uma coloração marrom na cabeça e gáster, e o mesossoma tendo tons amarelados e marrons (CAMPOS et al., 2011; STITZ, 1932).

Os machos em *Monomorium* seriam geralmente do mesmo tamanho ou ligeiramente menor do que as rainhas, mas em algumas espécies os machos poderiam ser bem pequenos. Caracterizar-se-iam morfologicamente por possuírem: antenas com 11 a 13 segmentos, não formando uma clava no ápice; mandíbula apresentando entre um a quatro dentes, sendo comumente encontrados entre três a quatro que decresceria em tamanho do ápice para a base; olhos grandes, com a presença de ocelos; a venação das asas seria parecido com a das rainhas; e o corpo do macho seria mais esculpido do que as fêmeas (BOLTON, 1987).

Em *M. floricola*, o macho possuiria um comprimento variando entre 2,5 a 3,0 mm, com a antena apresentando 13 segmentos e o escapo relativamente curto,

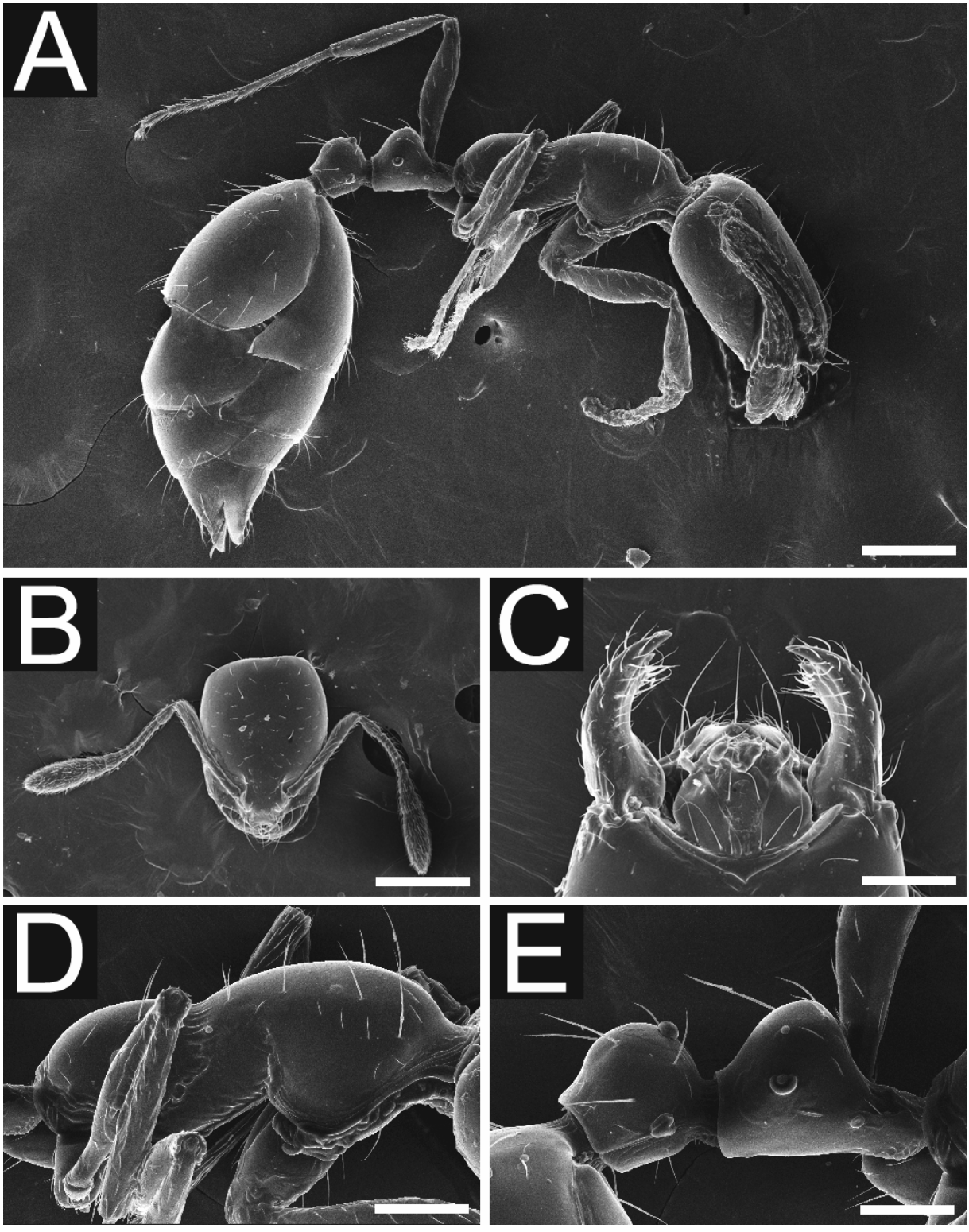


Figura 1. Operária de *Monomorium floricola*. (A) vista geral do corpo. (B) Cabeça vista de frente. (C) Peças bucais. (D) Mesossoma em vista lateral. (E) Cintura em vista latero-dorsal. Tamanho das barras: (A) 0,230 mm, (B) 0,200 mm, (C) 0,092 mm, (D) 0,135 mm, (E) 0,108 mm. (Fonte: o autor)

olhos compostos maiores do que os da rainha, três ocelos, e a presença de asas (CAMPOS et al., 2011; SMITH, 1876; SELLENSCHLO, 1994).

3.3. Morfologia interna: Trato digestório

3.3.1. Larvas

As larvas de himenópteros sociais apresentariam um trato digestório simplificado quando comparado com os adultos, devido à sua dependência na alimentação. Os tratos digestórios das larvas de formigas seriam parecidos entre as espécies, e também com larvas de abelhas. Esta estrutura estaria dividida em cavidade bucal, faringe, esôfago, proventrículo, ventrículo, região basal, pequeno intestino e reto. Os intestinos médio e posterior não se comunicam até o final da fase larval. Além disso, as larvas de formigas seriam caracterizadas por apresentarem quatro túbulos de Malpighi e três papilas retais (PETRALIA; VINSON, 1980).

Em *Monomorium*, o trato digestório foi descrito para *Monomorium ajjer* Bernard, *Monomorium salomonis* Linnaeus e *M. subopacum* (ATHIAS-HENRIOT, 1947; VALENTINI, 1951).

3.3.2. Adultos

Em insetos, o trato digestório dos adultos encontrar-se-ia dividido em três regiões: intestino anterior (boca, faringe, esôfago, papo e proventrículo), intestino médio (ou ventrículo) e intestino posterior (piloro, íleo, reto e ânus). Além disso, existiriam as estruturas acessórias ao trato digestório, que seriam: túbulos de Malpighi, papilas retais, glândulas salivares e cecos gástricos. (CHAPMAN, 1998).

O trato digestório das formigas seguiria este padrão geral (CAETANO, 1984). Contudo, existiriam algumas partes do trato digestório das formigas que seriam variáveis entre as subfamílias ou gêneros, devido às diferentes dietas, que poderiam ser utilizadas na taxonomia. Por exemplo, o número de papilas retais poderia caracterizar uma subfamília: duas em Ecitoninae; três em Dolichoderinae e Myrmicinae; seis em Ponerinae, Pseudomyrmicinae e Formicinae (CAETANO, 1990).

Em *Monomorium* existiriam poucos estudos com o trato digestório dos adultos. Petersen-Braun e Buschinger (1975) verificaram que o esôfago das rainhas de algumas espécies de formigas, sendo uma delas a *M. pharaonis*, apresentava uma dilatação com uma função similar ao papo. Berndt e Eichler (1987) em sua revisão com *M. pharaonis* mostraram uma figura, no qual podia ser visualizada a operária com quatro túbulos de Malpighi e duas papilas retais.

3.4. Biologia

3.4.1. Ciclo de vida

De acordo com Hölldobler e Wilson (1990) a fase do desenvolvimento dos imaturos de formigas corresponderia a uma pequena parte da vida de um indivíduo, sendo esse período altamente dependente da temperatura. Além da temperatura, Berndt e Eichler (1987) citaram que a umidade relativa do ar, fotoperíodo e a alimentação também interfeririam no desenvolvimento. Entretanto, a despeito da brevidade desta fase, as larvas poderiam desempenhar um importante papel na colônia, por exemplo, servindo como uma casta especializada na digestão do alimento (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Contudo, poucos estudos foram efetuados sobre o ciclo de vida em *Monomorium*.

De acordo com Peacock (1950) o período de incubação do ovo em *M. pharaonis* durou em média 7,3 dias, com as rainhas colocando em toda a sua vida adulta em média 278 ovos, com a produção variando entre 150 e 415 ovos. Além disso, a longevidade de uma rainha durou em torno de 273 dias, podendo produzir ovos durante aproximadamente 252 dias, sendo apenas capaz de iniciar a produção de ovos a partir de sete ou mais dias após a emergência da pupa. E de acordo com o mesmo autor, estes ovos foram produzidos em ciclos regulares, com os primeiros dias do ciclo sendo os de maior produção. Comparando a capacidade de produção de ovos em *M. pharaonis*, as rainhas fertilizadas produziram mais ovos do que as virgens (EDWARDS, 1987). Em outros estudos com a mesma espécie, a duração da fase do ovo variou entre sete e nove dias (BERNDT; EICHLER, 1987) ou seis e 12 dias (ALVARES et al., 1993). O tempo de produção dos ovos pelas rainhas de *M. pharaonis* poderia variar entre 10 e 230 dias (BERNDT; EICHLER, 1987). Em *M. floricola* (KATO, 2003), o período de incubação do ovo durou em média 12,6 dias no

período de outono/inverno e 13,4 dias no período de primavera/verão, e em ambas as situações, variando entre nove a 15 dias.

Com relação às larvas, a duração média dessa fase para *M. pharaonis* foi de 17 dias, com uma variação entre 10 e 23 dias (PEACOCK; BAXTER, 1950). Além disso, a partir de aproximadamente 12 dias do ciclo de desenvolvimento larval, as larvas que originarão operárias poderiam ser diferenciadas daquelas que originarão os reprodutores (machos e fêmeas). Segundo estes autores, as formas reprodutivas foram diferenciadas das operárias pelo formato, cor e tamanho do corpo da larva. Ainda, as larvas que originarão as formas reprodutoras demoraram quatro dias a mais para completar esta fase. Em outro estudo com a mesma espécie, Alvares et al. (1993) descobriram que a duração da fase larval variou entre 10 e 21 dias. Quanto a *M. floricola*, Kato (2003) determinou a duração de cada instar larval para cada período do ano. As médias para cada instar durante o outono/inverno foram: 10,8 dias para o 1º instar, 7,4 dias para o 2º instar e 12,1 dias para o 3º instar. As médias para cada instar durante a primavera/verão foram: 6,3 dias para o 1º instar, 10,4 dias para o 2º instar e 8,1 dias para o 3º instar.

A duração média da fase de pupa de *M. pharaonis* foide nove dias, sendo 5,7 dias como pupa de coloração branca e 3,3 dias como pupa marrom (PEACOCK; BAXTER, 1950). Com a mesma espécie, Alvares et al. (1993) encontraram nesta fase uma variação entre sete e 15 dias. Segundo Kato (2003), esta fase para *M. floricola* teria uma duração média de 20,4 dias durante o outono/inverno e 15,7 dias durante a primavera/verão.

Somando a duração de todas as fases do desenvolvimento dos imaturos, o tempo total variou entre 25 e 54 dias para *M. pharaonis* (ALVARES et al., 1993), e para *M. floricola*, entre 55 e 89 dias no período outono/inverno, e 54 e 72 dias na primavera/verão (KATO, 2003).

Quanto aos adultos, a longevidade máxima observada por Peacock e Baxter (1950) com *M. pharaonis* foi de: nove a 10 semanas para as operárias, 39 semanas para as rainhas, e dois dias a oito semanas para os machos. Segundo estes autores, a longevidade do macho dependeria das oportunidades de exercer as atividades reprodutivas, ou seja, quanto maior o número de cópulas, menor seria o tempo de vida.

Petersen-Braun (1975) verificou que o ciclo de vida das colônias de *M. pharaonis* seria marcado pela produção de formas sexuais em intervalos de três a

quatro meses, entre os quais apenas operárias foram produzidas. Além disso, a longevidade da rainha seria de até 200 dias, no qual ela produz apenas um ciclo de imaturos, sendo que esses descendentes a substituiriam em suas funções. E as rainhas virgens de *M. pharaonis* com quatro semanas de idade adulta iniciariam a produção de uma prole constituída por apenas machos (PETERSEN-BRAUN, 1977). As rainhas de *M. pharaonis* foram capazes de inibir a produção de novas formas sexuais na colônia por meio de seus ovos, cuja presença seria um sinal para as operárias saberem da existência de rainhas na colônia (EDWARDS, 1987). Diferentemente, Kato (2003) verificou que em *M. floricola* a distribuição das formas sexuais aconteceria ao longo de 10 meses, ocorrendo um declínio na produção dos reprodutores nos meses de inverno. De uma maneira geral, as rainhas de formigas domiciliares teriam um tempo de vida menor do que as de outras espécies (PASSERA, 1994).

3.4.2. Nutrição e forrageamento

Quanto à forma de alimentação, as formigas poderiam ser divididas nos seguintes níveis tróficos: predador, onívoro, coletor de líquidos, coletor de sementes e cultivador de fungo (FOWLER et al., 1991). Segundo estes autores a maior parte dos representantes de Myrmicinae seria onívora, em 16 gêneros de 43 gêneros analisados, incluindo *Monomorium*. Como dito anteriormente, algumas espécies neste gênero se destacariam por serem adaptadas ao ambiente urbano, um meio instável com os recursos variando no tempo e espaço (PASSERA, 1994), o que favoreceria uma alimentação onívora. De acordo com Fowler et al. (1991) a alimentação onívora seria uma adaptação para a manutenção de populações de formigas em um meio com uma riqueza insatisfatória de presas.

Williams (1990) estudou a atratividade de *M. pharaonis* por substâncias açucaradas e gordurosas, e verificou respectivamente, que diferentes tipos de méis e toucinho de porco foram as substâncias mais atrativas. Em outro estudo com a mesma espécie, Haack e Vinson (1990) analisaram o forrageamento em carboidratos (sacarose), proteínas (gema de ovo em pó) e gordurosas (óleo de amendoim), e concluíram que a sacarose foi a mais atrativa e a proteína a menos. Ao contrário, a coleta do alimento foi com maior intensidade na proteína e menor na

sacarose. E ainda segundo estes autores, as diferenças se devem pela consistência, viscosidade e da maneira como o alimento seria manipulado.

Eow et al. (2005) analisaram o efeito da falta e do excesso de diferentes tipos de alimentos (sacarose, atum ou óleo de amendoim) em três espécies do gênero *Monomorium*, de maneira isolada ou os três tipos juntos. Em *M. destructor* a sacarose foi preferida durante a falta de alimento e o atum no excesso de alimento. Para *M. floricola* a preferência na falta do alimento estava ajustada para aquele item que havia sido retirado; porém, no excesso de alimento, o óleo de amendoim foi o preferido. No caso de *M. pharaonis*, a preferência por atum permaneceu a mesma não importando se haveria falta ou excesso do alimento.

Em outro estudo comparativo com *Monomorium*, Eow e Lee (2007) avaliaram a preferência por substâncias açucaradas, protéicas e gordurosas em colônias normais, com ausência de rainhas e com a ausência da cria. Independentemente da forma como as colônias foram manipuladas, dos 30 itens alimentares testados, os preferidos para as três espécies (as mesmas do estudo anterior) foram: solução de sacarose (diluída a 10,0 %), larva de besouro, grilo e óleo de amendoim. Entretanto, apenas a frequencia da coleta do alimento pelas operárias foi afetada pela manipulação, que diferiu entre cada item alimentar e forma de manipulação. Em um estudo similar, Loke e Lee (2006b) verificaram que as operárias de *Monomorium orientale* Mayr preferem carboidratos não importando como as colônias foram manipuladas e não observaram o efeito de saciedade nessa fonte de alimento. No entanto, observaram este efeito após uma semana de consumo contínuo com uma dieta protéica ou lipídica.

Em *M. pharaonis*, Edwards e Abraham (1990) verificaram que as operárias preferem alimentos novos quando apresentados juntos com os antigos, que eram oferecidos durante várias semanas. E também, que as operárias apresentavam uma tendência em alterar sua preferência entre carboidratos e proteínas.

Haack et al. (1995) analisaram a distribuição e o armazenamento do alimento (carboidratos, proteínas e lipídios) em colônias de *M. pharaonis* e verificaram que a sacarose era oferecida primeiramente para as larvas maduras, enquanto que o óleo de amendoim era distribuído para todos os ínstares. Além disso, as operárias armazenavam proteína sólida (gema de ovo) em pilhas no interior da colônia, que era consumido apenas por larvas maduras. Entretanto, em outro estudo de distribuição do alimento, Loke e Lee (2006a) analisaram colônias manipuladas de *M.*

orientale em três situações (normal, sem rainha, sem cria) e verificaram que em 24 h: 60,0 % dos membros da colônia haviam recebido os carboidratos; 10,0 % da colônia haviam recebido as proteínas, com exceção das rainhas; e também 10,0 % da colônia haviam recebido os lipídeos, sendo que as rainhas obtiveram apenas na situação da colônia sem a cria e as larvas começaram a se alimentar com esse nutriente apenas depois desse período.

Borgesen (1989) verificou que as rainhas acasaladas de *M. pharaonis* receberam a maior parte de seu alimento diretamente das larvas. Na ausência das larvas as rainhas colocaram poucos ovos, na ausência das larvas e operárias as rainhas não produziram ovos, e que as operárias repletas impediram que as rainhas deixassem de colocar ovos na ausência das larvas (BORGESEN; JENSEN, 1995). Borgesen (2000) encontrou em ninhos de *M. pharaonis* operárias que poderiam atuar temporariamente como repletas, ou seja, aquelas que armazenam alimento na forma líquida no papo e que distribuem esse alimento para os demais indivíduos da colônia. Neste caso, as repletas ofereceriam o alimento para as rainhas, na escassez ou ausência de larvas, apresentando assim um papel fundamental na nutrição, para manter a produção de ovos da rainha.

Estudando a influência das larvas no fluxo de proteínas em colônias de *M. pharaonis*, Lim et al. (2005) descobriram que o nível de proteínas oferecido na dieta para as formigas afetaria o padrão de armazenamento das proteínas nas larvas. Isto é, as larvas maduras apresentaram uma diversidade maior de proteínas do que as larvas juvenis. Com isso, estes autores acreditaram que os diferentes estágios larvais poderiam estar desempenhando diferentes funções na colônia.

O forrageamento de *M. floricola* nas Ilhas Galápagos ocorreu predominantemente no período diurno, sendo que entre os horários 00h00 e 05h00 foi observada pouca atividade (MEIER, 1994). Loke e Lee (2005) estudaram o comportamento de forrageamento de *M. orientale* em laboratório em três distintas composições de indivíduos nas colônias (normal, e na ausência de rainhas ou imaturos) e em diferentes tipos de alimentos. Ao contrário do estudo anterior, estes autores verificaram que o pico do forrageamento em colônias normais ocorria entre 00h00 e 04h00, e que nas outras duas composições não havia um padrão diário de forrageamento. Além disso, em colônias normais os diferentes tipos de alimento não influenciaram no padrão de forrageamento; contrariamente, colônias sem rainhas

forragearam mais intensidade na fonte de carboidrato e as colônias sem imaturos foram mais ativos na fonte lipídica.

Fowler et al. (1991) mencionaram que as operárias com alta atividade de forrageamento necessitavam de carboidratos em maior quantidade, enquanto as larvas e rainhas ativas precisavam mais de proteínas; os lipídios seriam utilizados como material de reserva. Além disso, dietas não balanceadas ocasionavam problemas na estrutura populacional da colônia; por exemplo, poderia ocorrer a produção de operárias menores.

3.4.3. Ninhos

3.4.3.1. Fundação de colônias

De acordo com Hölldobler e Wilson (1990) a fundação de novas colônias em formigas poderia ser feita de duas maneiras: independente e enxameamento (ou sociotomia). Na fundação independente, a rainha não era acompanhada pelas operárias, e a rainha fundava a colônia sozinha ou com outras rainhas. No enxameamento, a rainha era acompanhada pelas operárias, e a rainha fundava a colônia com ou sem a presença de outras rainhas.

Os representantes do gênero *Monomorium* citados inicialmente (vide seção 5.1) são típicas formigas domiciliares, ou seja, a fundação de novas colônias seria efetuada por sociotomia. Nestas espécies não existiria vôo nupcial. Além disso, a menor quantidade de indivíduos capaz de fundar uma nova colônia para *M. pharaonis* seria constituída por uma rainha acasalada, 35 operárias e cria de todas as idades (PASSERA, 1994). Rainhas fecundadas e solitárias de *M. pharaonis* não eram aptas em fundar novas colônias (PEACOCK et al., 1955).

Não se conhece como ocorre a fundação de novas colônias nas outras espécies do gênero que não sejam formigas domiciliares.

3.4.3.2. Estrutura dos Ninhos

O tamanho da população nas colônias de formigas seria bastante variável, podendo constituir de algumas dezenas ou até milhões de indivíduos, dependendo, por exemplo, da espécie e da idade da colônia. Em *Monomorium* o número de

adultos poderia variar entre 450 e 58.000. Além disso, as colônias poderiam ser monogínicas, que apresentavam apenas uma rainha, ou poligínicas, com a presença de mais de uma rainha (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). As colônias das formigas domiciliares seriam caracterizadas por serem poligínicas (PASSERA, 1994). Por exemplo, em ninhos de *M. pharaonis* poderiam ser encontradas até 110 rainhas (PEACOCK et al., 1955).

Há uma grande diversidade de locais de construção de ninhos, podendo ser erigidos sobre as plantas, na superfície ou no interior do solo, em cavidades escavadas ou não na madeira, e no interior de residências. Nas espécies que apresentariam ninhos bem estruturados, o ninho seria constituído basicamente por passagens e câmaras, que seriam empregados para o armazenamento do alimento, depósito de lixo ou criadouro dos imaturos. Além disso, os ninhos poderiam ser do tipo monodômicos (compactos) ou polidômicos (vários ninhos interligados cada um com uma ou mais rainhas) (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990).

Nas formigas domiciliares, inclusive os representantes de *Monomorium* que pertenceriam a esse grupo, os ninhos seriam pouco estruturados, e muito suscetíveis a migrações, portanto, temporários em uma localidade (PASSERA, 1994). Apesar dos ninhos em formigas domiciliares serem pouco estruturados, as operárias poderiam organizar os imaturos de uma maneira particular dentro do ninho. Lim e Lee (2005a) observaram que as operárias de *M. pharaonis* organizavam os imaturos em três círculos: no círculo externo seriam encontradas as larvas maduras; no círculo interno seriam encontradas as larvas juvenis e ovos; no círculo intermediário seriam encontradas as pré-pupas e pupas. Estes autores sugeriram que esta disposição dos imaturos siga um padrão de organização do cuidado com a prole, quanto à alimentação e proteção dos imaturos jovens. As operárias de *M. pharaonis* seriam capazes de detectar diferenças no tamanho e formato do corpo (EDWARDS, 1991).

3.4.4. Reprodução

Em muitas espécies de formigas os machos e as futuras rainhas saiam das colônias e se acasalavam durante o vôo nupcial. Deste momento até a fundação de uma nova colônia, a grande maioria das futuras rainhas morria por predação, atacadas por operárias da mesma ou de outras espécies de formigas, afogadas ou

dessecadas. Todos os machos morriam logo após o acasalamento. Como este momento seria perigoso, mecanismos comportamentais e fisiológicos foram selecionados para que as rainhas possam evitar predadores, se acasalar com os machos da mesma espécie, e pousar e fundar novas colônias em lugares apropriados (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Estes mecanismos poderiam ser observados nas formigas domiciliares, que seriam caracterizadas pela ausência do vôo nupcial, com o acasalamento ocorrendo no interior do ninho (PASSERA, 1994).

Segundo Hölldobler e Wilson (1990) existiam dois padrões de acasalamento. O primeiro, denominado de ‘complexo do chamado da fêmea’, as fêmeas frequentemente não teriam asas e permaneceriam nas proximidades do ninho. Durante o processo a fêmea assumiria uma postura típica de chamamento, em que liberaria ferormônio sexual. O segundo, denominado de ‘complexo da agregação do macho’, os machos de diversas colônias se reuniriam em um local específico, aguardando as fêmeas voarem para o interior desse aglomerado. Em ambos os processos, o macho se aproximaria, tocaria a fêmea com as antenas, subiria sobre ela, seguraria e inseriria o edeago na genitália da fêmea, e liberaria ela quando a inserção fosse bem sucedida.

Em *Monomorium minimum* Buckley ocorreria ambos os padrões de acasalamento, com as fêmeas se acasalando uma única vez. Além do mais, a duração das cópulas e o percentual de sucesso das tentativas de finalização do acasalamento nesta espécie foram, respectivamente: de 10 a 13 min e 96,8 % de sucesso para pares obtidos de diferentes colônias; de 10 a 18 min e 5,6 % de sucesso para pares obtidos na mesma colônia. Em 2,0 % dos casos os machos tentaram copular com outros machos (BHATKAR, 1992).

Com relação ao número de cópulas, as futuras rainhas de *Monomorium salomonis* Santschi (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990) poderiam copular mais de uma vez, enquanto as futuras rainhas de *M. pharaonis* se acasalariam apenas uma vez (EDWARDS, 1986). Segundo Peacock e Baxter (1950) os machos de *M. pharaonis* poderiam copular mais de uma vez. Porém, Edwards (1986) verificou que os machos desta espécie poderiam copular até quatro vezes, com a primeira cópula ocorrendo no segundo dia de vida adulta e a última cópula acontecendo na última semana de vida. Fowler et al. (1993a) sugeriram apenas duas vezes. A duração da cópula era de: cinco a 15 min (PEACOCK; BAXTER, 1950) ou de 30 a 60 s (BAER, 2011) para

M. pharaonis; aproximadamente 15 min para *Monomorium gracillimum* Smith (SOANS; SOANS, 1970); e 20 a 40 s para *M. floricola* (BAER, 2011).

A proporção sexual dos adultos reprodutores em *M. pharaonis* (PEACOCK, 1951) e *M. floricola* (KATO, 2003) poderia variar de um macho para uma fêmea até um macho para três fêmeas. Entretanto, esta proporção em *M. pharaonis* poderia chegar a ser de um macho para cinco fêmeas (BERNDT; EICHLER, 1987). Em *M. minimum* a proporção sexual seria de um macho para uma fêmea, mas o investimento em biomassa era 1,5 vezes maior em favor da fêmea (BHATKAR, 1992).

3.5. Manejo de pragas

De acordo com Bueno e Campos-Farinha (1999) a utilização dos métodos convencionais para o controle das formigas domiciliares, ou seja, uso de aerossóis e pós secos, vêm fornecendo resultados pouco animadores. Os motivos do fracasso residiriam no fato das colônias de formigas: se estabelecerem em lugares de difícil acesso, e da tendência à migração e fragmentação quando submetidas a condições de estresse. Como exemplo, poderia ser citado o estudo de Zarzuela (2005) que avaliou a eficiência de dois produtos microencapsulados no controle de *M. floricola*, verificando a mortalidade e repelência em laboratório. Ambos os produtos não se mostraram repelentes para as formigas. Entretanto, a mortalidade somente foi verificada em operárias que estavam forrageando, não afetando os demais membros que estavam na colônia. No final, as colônias inclusive aumentaram de tamanho.

Desta maneira, novas pesquisas vêm fornecendo formas de manejo mais apropriadas, como o uso de iscas atrativas. Segundo Bueno e Campos-Farinha (1999), uma isca eficaz necessitaria: entrar no ciclo alimentar da colônia, ter uma ação lenta e acumulativa na ingestão, baixa toxicidade para organismos não alvo, específica para as formigas domiciliares, e ser degradável no ambiente.

Como exemplos de pesquisas com iscas, primeiramente, poderia ser citado o estudo de Jacob (2002) que avaliou nove tipos de ingredientes ativos a serem incorporados em iscas para o manejo de *M. pharaonis*. Os ingredientes clorfenapir e fipronil se mostraram ineficientes por causarem fragmentação e migração das colônias. Além disso, tanto a deltametrina como imidaclopride mostraram ação de contato, causando alta mortalidade das operárias. Segundo a autora, apenas

hidrametilnona, sulfluramida, fenoxicarbe, metoprene e ácido bórico se mostraram apropriados na inserção em iscas comerciais.

Lee e Lee (2002) avaliaram uma isca nas colônias de *M. pharaonis* em laboratório e campo, no qual o componente tóxico era baseado no boro. Em laboratório, após duas semanas de avaliação, reduziu-se em 80,0 % os imaturos, e 60,0 % as operárias e rainhas; em quatro semanas, não haviam rainhas e imaturos nas colônias, e apenas 3,0 % das operárias continuavam vivas. Em campo, após duas semanas de tratamento das residências houve uma redução de 90,0 % das operárias contabilizadas. Em outro estudo similar, porém tendo metoprene como componente tóxico, Lee et al. (2003) verificaram que após oito semanas de uso da isca em campo não foi mais contabilizada a presença de operárias de *M. pharaonis*. Estudando a ação de dois análogos do hormônio juvenil com *M. pharaonis*, piriproxifeno e S-methopreno, Lim e Lee (2005b) verificaram que piriproxifeno produziu anomalias nas formas reprodutoras, enquanto que S-methopreno não teve esse efeito. Porém, estes dois compostos não produziram efeitos danosos nas colônias, por terem sido testados em baixas concentrações. Além disso, estes autores testaram uma isca comercial com S-methopreno (0,3 %) e as colônias foram afetadas, com a redução significativa em número dos membros, e pelas rainhas serem incapazes de colocar ovos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Manutenção de colônias em laboratório

As colônias de *M. floricola* foram coletadas pelo Prof. Dr. Odair Correa Bueno em 2000 nas áreas urbanas dos municípios de Piracicaba (22º 43 ’40,03’’ S e 47º 38’ 20,64’’ W) e Rio Claro (22º 24’ 25,88’’ S e 47º 33’ 31,37’’ W), transferidas para ninhos artificiais e mantidos no laboratório de formigas urbanas, Centro de Estudos de Insetos Sociais, Instituto de Biociências, UNESP (Campus Rio Claro), em condições controladas de temperatura (23,0 - 27,0 ºC) e umidade relativa (50,0 - 80,0 %).

As colônias foram acondicionadas em caixas de madeira (10,5 cm x 8,5 cm x 1,0 cm; ou 14,0 cm x 10,5 cm x 1,0 cm) ou azulejos (15,0 cm x 15,0 cm; ou 10,0 cm x 10,0 cm), com a alimentação constituída principalmente de larvas de *Tenebrio molitor* Linnaeus (Coleoptera: Tenebrionidae), *Zophobas* sp. (Coleoptera: Tenebrionidae), *Gryllus* sp. (Orthoptera: Gryllidae), solução açucarada (mel ou açúcar invertido diluído em água), salsicha e sardinha. Estes itens alimentares foram fornecidos com uma freqüência de três vezes por semana. Havia também tubos de ensaio contendo constantemente água.

4.2. Comportamento das operárias de *Monomorium floricola* ao encontrarem outras formigas urbanas

Para os testes foram utilizados seis ninhos de cada espécie, com a presença de cria, rainhas e operárias: *M. floricola* (cada ninho com aproximadamente 1500 a 2000 operárias), *M. pharaonis* (cada ninho com aproximadamente 1000 a 1500 operárias), *L. humile* (cada ninho com aproximadamente 300 a 500 operárias) e *T. bicarinatum* (cada ninho com aproximadamente 1000 a 1500 operárias). Estes ninhos estavam acondicionados no interior de bandejas plásticas (88,0 cm x 52,0 cm x 8,0 cm) e nas bordas da bandeja foi aplicada uma camada de Teflon-30 (Dupont) acrescida de talco, para evitar a fuga das formigas (Figura 2). Os testes foram efetuados em sala climatizada (23,0 - 27,0 ºC e 50,0 - 70,0 % de umidade relativa). Deve ser ressaltado, que as colônias ficaram em jejum durante 48 h antes de proceder os experimentos.

Para verificar se existiam diferenças no comportamento quando *M. floricola* se deparava com as suas oponentes, foram analisadas as interações em cinco situações, que possivelmente refletiriam uma importância territorial para a colônia de *M. floricola*: (Z1) na área externa do ninho e suas proximidades (a área distante em até 3,0 cm, ao redor do ninho); (Z2) fonte de alimento e suas proximidades (a área distante em até 3,0 cm, ao redor da fonte de alimento); (Z3) território amigo, que correspondia à área de presença predominante das operárias de *M. floricola*, onde havia a trilha de forrageamento e o local de descarte do lixo gerado pela colônia, excluindo as duas áreas anteriormente descritas; (Z4) território neutro, que correspondia à área em que nenhuma das espécies predominou, nunca tocada por elas; (Z5) território inimigo, que correspondia a área de presença predominante das operárias das outras espécies.

As situações Z1, Z2, Z3 foram feitas em bandejas com os ninhos de *M. floricola*, sendo que na avaliação do comportamento foram utilizadas 30 operárias de cada uma das três espécies (cinco operárias para cada ninho), para cada área. As observações comportamentais nestas três situações, para a operária de cada espécie, tiveram uma duração de 30 s. A situação Z4 foi feita em uma bandeja separada (52,0 cm x 44,0 cm x 8,0 cm), com a presença de 10 operárias de *M. floricola* e 10 operárias das outras espécies, em separado, colocadas em cantos opostos da bandeja de forma simultânea. Foram efetuadas seis repetições desta

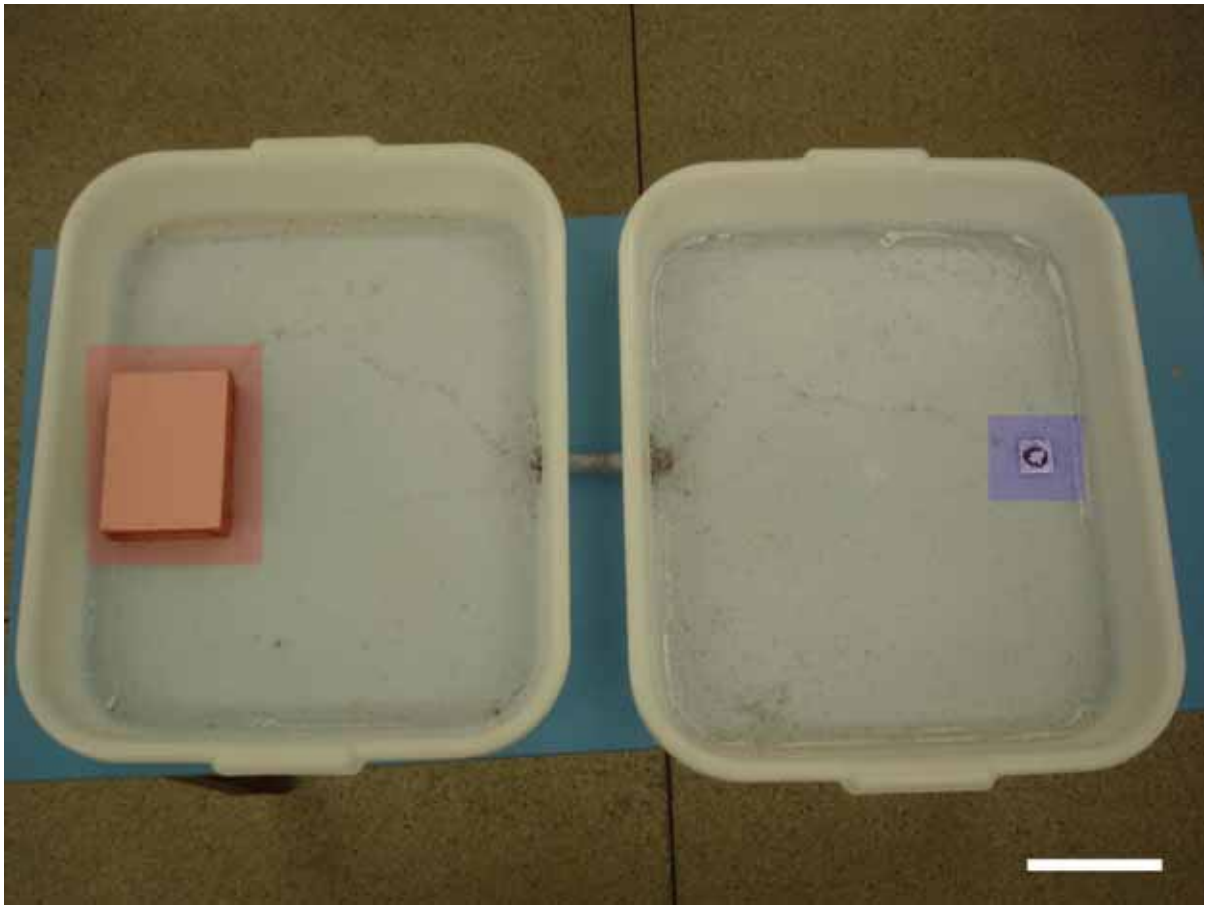


Figura 2. Fotografia da disposição do ninho de *Monomorium floricola* para a avaliação do comportamento ao defrontar outras formigas urbanas. A área em vermelho corresponde à área externa do ninho e suas proximidades e a área em azul corresponde à fonte de alimento e suas proximidades. Tamanho da barra: 10 cm.

situação para cada espécie com *M. floricola*, com a duração de 15 min. A situação Z5 foi feita nas bandejas com os ninhos das outras espécies de formigas urbanas, com a utilização de 10 operárias de *M. floricola* para cada uma das três espécies e ninhos, totalizando 60 operárias de *M. floricola* para cada espécie. Apenas a primeira interação entre *M. floricola* e a outra espécie foi contabilizada. Todo o experimento foi filmado utilizando-se uma filmadora digital da marca Sony Handycam (DCR-DVD508).

Deve ser enfatizado, que as operárias retiradas das colônias de origem foram primeiramente colocadas em um recipiente plástico (3,0 cm x 2,0 cm), permanecendo em seu interior durante 30 min, para tentar amenizar o efeito estressante da manipulação durante a retirada. Para a saída, a tampa do recipiente foi retirada, permitindo que as operárias saíssem por conta própria.

Além disso, as espécies utilizadas eram de tamanhos diferentes e tentou-se verificar se isso afetaria o comportamento das operárias de *M. floricola*. Para se verificar o tamanho, amostras de operárias foram retiradas dos ninhos ao acaso, medindo-se a largura máxima da cápsula cefálica acima dos olhos (os olhos não foram incluídos na medida), totalizando 50 espécimes de cada espécie (média ± desvio padrão, acrescido do intervalo): 0,33 ± 0,01 mm (0,31 - 0,37 mm) para *M. floricola*; 0,44 ± 0,01 mm (0,41 - 0,46 mm) para *M. pharaonis* (espécie de menor tamanho, próximo de *M. floricola*); 0,61 ± 0,03 mm (0,54 - 0,66 mm) para *L. humile* (espécie de tamanho intermediário); 0,83 ± 0,04 mm (0,75 - 0,90 mm) para *T. bicarinatum* (espécie de maior tamanho). Todas as operárias analisadas no presente estudo estavam realizando atividades fora do ninho, e provavelmente, devam corresponder àquelas com idade mais avançada.

Para verificar se houve diferenças nos comportamentos exibidos por *M. floricola* entre as situações e as espécies, os dados foram submetidos ao teste não paramétrico qui-quadrado ($\alpha = 0,05$). Além disso, para analisar uma possível correlação entre o tamanho das operárias nos comportamentos efetuados por *M. floricola* para cada situação, utilizou-se o teste não paramétrico de coeficiente de contingência C ($\alpha = 0,05$). Para constatar se houve diferenças nos tempos de combate entre as operárias de *M. floricola* com as outras espécies, utilizou-se a análise de variância (ANOVA, um critério) e o teste de Tukey como analise “a posteriori” ($\alpha = 0,05$).

4.3. Aspectos do forrageamento das operárias de *Monomorium floricola*

4.3.1. Análise da atratividade alimentar

Dez colônias de *M. floricola* foram utilizadas para averiguar a preferência alimentar, contendo cada colônia entre 1000 e 1500 operárias, 15 a 45 rainhas, além da cria. Foram utilizadas 68 substâncias açucaradas (soluções aquosas e puras) e 23 substâncias lipídicas. As substâncias açucaradas testadas nas concentrações de 10,0 %, 25,0 %, 50,0 %, 75,0 % e 100,0 %, com os seus respectivos fornecedores, foram: açúcar de confeiteiro (União), açúcar demerara (Barra), açúcar invertido (Riclan), açúcar mascavo (Okta), açúcar orgânico (Nativa), açúcar refinado (Caravelas), karo (Unilever Bestfoods), mel de eucalipto (Florismel), mel de laranja (Florismel), mel silvestre (Florismel), melado de cana (Renato A. Ragazzo) e xarope de milho (Riclan). Foram também testadas as geléias de abacaxi, amora, figo, goiaba, laranja, maçã, morango e uva (Ritter). As substâncias lipídicas testadas, com os seus respectivos fornecedores, foram: azeite de dendê (Irmãos Rossanes), banha de porco (Rezende), gordura vegetal (Mesa), manteigas com (Teixeira) e sem sal (Matilat), margarinas com (Sadia) e sem sal (Vigor), óleo de alecrim (Delfin), óleo de algodão (Liza), óleo de alho (Ecofarma), óleo de amêndoas doces (Delfin), óleo de amendoim (CEIS/Unesp), óleo de arroz (Aboissa), óleo de canola (Liza), óleo de fígado de bacalhau (Ecofarma), óleo de gergelim torrado (Miyako), óleo de germe de trigo (Delfin), óleo de girassol (Liza), óleo de milho (Liza), óleos de oliva verde (Carbonell) e preta (Gallo), óleo de semente de uva (Ecofarma) e óleo de soja (Liza).

As colônias foram mantidas em um dos lados da bandeja (52,0 cm x 44,0 cm x 8,0 cm) e no lado oposto foram dispostas cinco ou seis fontes alimentares eqüidistantes do ninho (Figura 3A). Cada fonte alimentar foi colocada no centro de um pedaço de papel alumínio (3,0 cm x 3,0 cm). A distância entre a fonte de alimento e o ninho era de 30,0 cm. Uma das fontes (substância padrão) foi sempre uma solução aquosa de mel silvestre a 25,0 %, no caso das açucaradas, ou o óleo de amendoim, para as lipídicas. A seleção destas substâncias se deu por estarem sendo utilizadas na manutenção das colônias. Antes dos testes, as colônias foram mantidas sob jejum de 24 h, estando apenas disponível um recipiente com água. Estes testes foram feitos com uma freqüência de uma vez por semana e efetuados em sala climatizada (23,0 - 27,0 ºC e 50,0 - 70,0 % de umidade relativa). Nas bordas

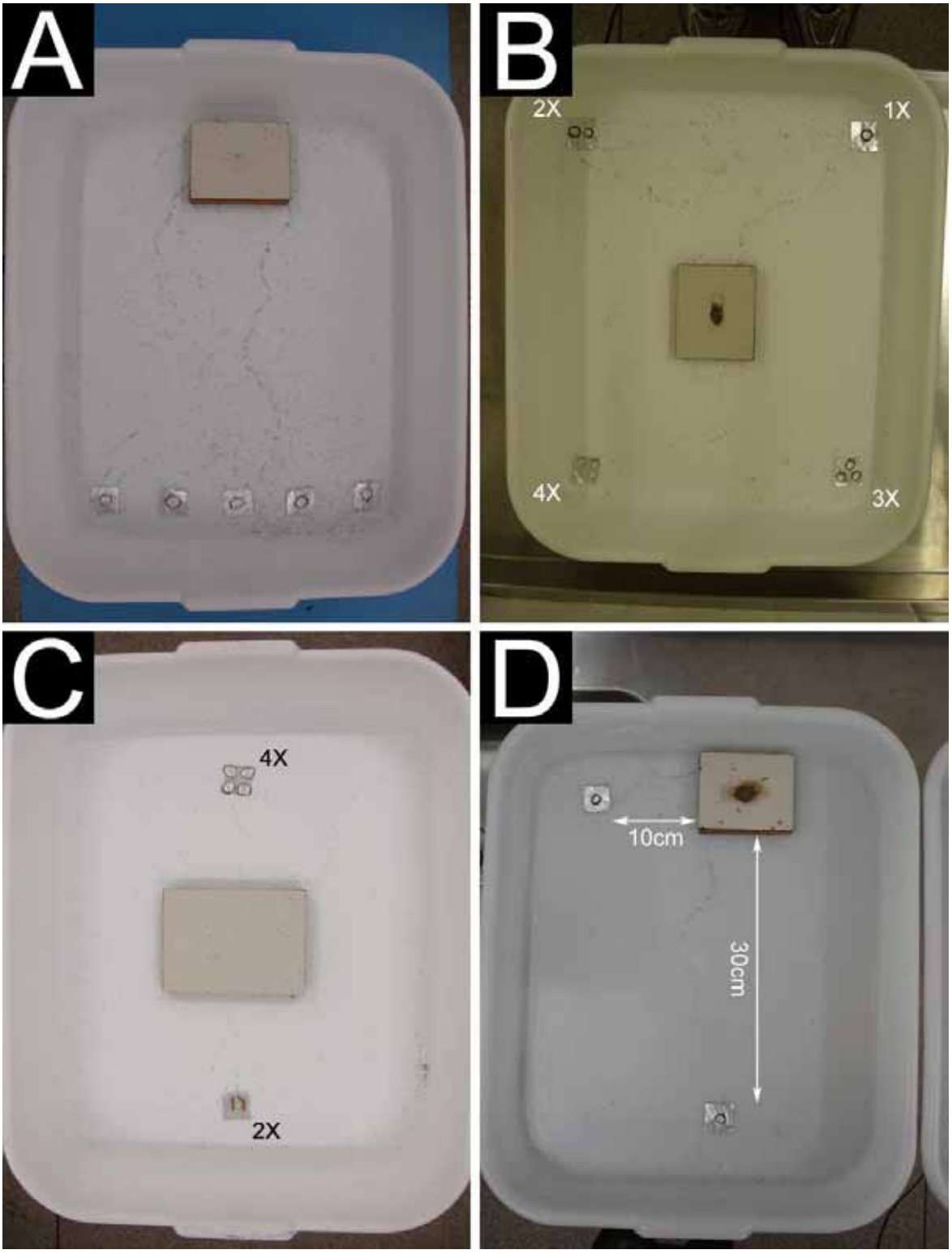


Figura 3. Fotografia dos ninhos de *Monomorium floricola* utilizados nos testes de forrageamento: (A) análise da atratividade alimentar; (B) análise da preferência do alimento em termos quantitativos; (C) comparação entre as fontes de diferentes qualidades nutricionais, em termos quantitativos; (D) avaliação da influência da distância dos alimentos da colônia no forrageamento.

da bandeja foi aplicada uma camada de Teflon-30 (Dupont) acrescida de talco, para evitar a fuga das formigas.

As fontes alimentares tiveram sua ordem e posições sorteadas e após o oferecimento foi anotado o número de operárias presentes em cada fonte, isto é, tanto no alimento como sobre o papel alumínio, a cada 10 min, durante 1 h. Para a análise dos dados foi determinado um índice de aceitação de cada substância em relação ao padrão, ou seja, o número de formigas atraídas pela substância testada foi dividido pelo número formigas atraídas pela substância padrão. Os índices obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA, um critério), e no caso de diferença significativa entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Dunnett ($\propto = 0,05$).

Após a seleção das substâncias mais atrativas, foi realizado um segundo tipo de teste para verificar se as operárias de *M. floricola* preferem substâncias açucaradas ou lipídicas. Para tal teste, a mesma metodologia anteriormente descrita foi usada em 10 colônias, utilizando-se simultaneamente duas das substâncias mais atrativas de cada tipo alimentar. A análise estatística usada também foi à mesma do teste anterior, salvo que, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($\propto = 0,05$). Neste caso, os dados de contagem não foram convertidos em índices, e para obter a normalidade da distribuição dos escores e a estabilização da variância, os valores foram transformados usando-se a raiz quadrada.

4.3.2. Comportamento de coleta e tempo de permanência na fonte de alimento em diferentes níveis de concentrações de açúcar

Para verificar se diferentes concentrações de açúcar afetavam o comportamento de coleta das operárias de *M. floricola* foram realizadas filmagens em três colônias (contendo entre 1000 a 1500 operárias, 15 a 45 rainhas, além da cria) para cada concentração do açúcar, com a utilização de uma micro-câmera acoplada a uma placa de vídeo externa (Motic Instruments modelo AD640) e a um computador (Sistema Operacional Windows XP Professional, Processador Intel Pentium 4 com 2,80 Ghz, placa-mãe ASUS P4S8000-X, 512 Mb de memória RAM, 120 Gb de HD com 7200 rpm e placa de vídeo GeForce 4 MX4000 Inno 3D TV – AGP 8X com 64Mb). O software usado para as filmagens foi o Motic Images Plus (versão 2.0). A fonte de alimento usada foi o açúcar invertido nas concentrações

(soluções aquosas e pura) de 10,0 %, 25,0 %, 50,0 %, 75,0 %, e 100,0 %. As diluições testadas foram colocadas sobre um pedaço de papel alumínio (3,0 cm x 3,0 cm) em um dos lados da bandeja (52,0 cm x 44,0 cm x 8,0 cm), sendo que do lado oposto estava o ninho. A distância entre a fonte de alimento e o ninho era de 30,0 cm. A micro-câmera se encontrava sobre o papel alumínio a uma altura de aproximadamente 5,0 cm, sendo que o tempo de filmagem foi de 45 min para cada colônia/concentração, ou seja, foram realizadas 15 filmagens, com aproximadamente 11,0 h de duração. Os testes foram efetuados em sala climatizada (23,0 - 27,0 ºC e 50,0 - 70,0 % de umidade relativa). Nas bordas da bandeja foi aplicada uma camada de Teflon-30 (Dupont) acrescida de talco, para evitar a fuga das formigas.

Na definição das etapas do comportamento de coleta do alimento foram analisados 30 min de cada filmagem. Quanto ao tempo em que as operárias permaneceram ingerindo o alimento nas diferentes concentrações, de cada filmagem foram selecionadas aleatoriamente 10 operárias (independente do papo estar ou não cheio). Após as filmagens, os tempos obtidos para cada concentração de açúcar invertido foram submetidos à análise de variância, e no caso de diferença significativa entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($\propto$ = 0,05). Também foi efetuado o teste do qui-quadrado ($\propto$ = 0,05) para verificar se existiu uma correlação entre os atos comportamentais com os níveis de concentração do açúcar.

4.3.3. Análise da preferência dos alimentos em termos quantitativos

A preferência do alimento em termos quantitativos foi averiguada em um experimento comparativo com três espécies de formigas domiciliares. Para este experimento foram utilizadas duas fontes de alimento: açúcar invertido e larvas de besouros (*T. molitor* ou *Zophobas* sp.). Foram usadas quinze colônias de cada espécie, para cada tipo de alimento, com cada colônia contendo: *M. floricola* (2000 - 3000 operárias; 58 - 121 rainhas), *M. pharaonis* (1000 - 1500 operárias; 30 - 45 rainhas) e *T. bicarinatum* (600 - 800 operárias; 38 - 62 rainhas); os imaturos estavam presentes.

Para as duas espécies de *Monomorium* e *T. bicarinatum*, o açúcar invertido foi oferecido nos seguintes volumes: 0,2 ml (1x), 0,4 ml (2x), 0,6 ml (3x) e 0,8 ml

(4x). No que diz respeito ao coleóptero, larvas maduras foram congeladas por 24 h e cortadas em pedaços de igual tamanho (*T. molitor*: 1,4 cm; *Zophobas* sp.: 1,0 cm). As larvas dos besouros foram oferecidas nas seguintes quantidades para as três espécies de formigas: 1 pedaço (1x), 2 pedaços (2x), 3 pedaços (3x) e 4 pedaços (4x). Para cada pedaço de *T. molitor* tinha uma massa variando entre 0,07 g e 0,10 g, e no caso de *T. bicarinatum*, cada pedaço tinha uma massa variando entre 0,18 g e 0,23 g. Deve ser salientado, que tanto a cabeça como a região terminal do abdômen das larvas dos besouros não foram utilizadas. Estas quantidades foram colocadas em pedaços de papel alumínio (*Monomorium*: 3,0 cm x 3,0 cm; *T. bicarinatum*: 5,0 cm x 5,0 cm) em cada um dos quatro cantos da bandeja (52,0 cm x 44,0 cm x 8,0 cm), eqüidistantes a 15,0 cm da colônia, que permaneceu no centro da bandeja (Figura 3B).

As colônias foram mantidas sob jejum de 48 h antes dos testes, estando apenas disponível um recipiente com água. Além disso, essas avaliações foram efetuadas em sala climatizada (23,0 - 27,0 ºC e 50,0 - 75,0 % de umidade relativa). Nas bordas da bandeja foi aplicada uma camada de Teflon-30 (Dupont) acrescida de talco, para evitar a fuga das formigas.

As quantidades dos dois itens alimentares tiveram sua ordem e posições sorteadas e após o oferecimento foi anotado o número de operárias que estavam efetivamente coletando alimento, a cada 10 min, durante 1 h. Para a análise dos dados foi determinado um índice de aceitação para cada quantidade em relação ao padrão (no caso, o controle é o item 1x), ou seja, o número de operárias que estavam coletando o alimento na quantidade testada foi dividido pelo número operárias que estavam coletando o alimento na quantidade controle. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste de Friedman; $\propto = 0,05$).

4.3.4. Comparação entre as fontes de diferentes qualidades nutricionais, em termos quantitativos

Para verificar se a qualidade nutricional do alimento influenciava no comportamento de forrageamento foram utilizadas quinze colônias de *M. floricola*, com cada colônia contendo entre 2000 e 3000 operárias, 58 a 121 rainhas, além da cria. Para os testes, as colônias foram transferidas para o interior de bandejas (52,0 cm x 44,0 cm x 8,0 cm). Neste experimento foram também utilizadas duas fontes de

alimento: açúcar invertido (fonte de carboidrato) e larva de besouro (*T. molitor*: importante fonte de proteínas). Estas duas fontes de alimento estavam dispostas em lados opostos, distantes 10,0 cm da colônia, com as colônias estando localizadas no centro da bandeja (Figura 3C). As seguintes combinações de quantidades e tipos de alimentos foram usadas: (2A-2T) açúcar (2x) e besouro (2x); (2A-4T) açúcar (2x) e besouro (4x); (4A-2T) açúcar (4x) e besouro (2x). Os valores das quantidades foram os mesmos aos utilizados na seção 4.3.3.

As colônias foram mantidas sob jejum de 48 h antes dos testes, estando apenas disponíveis recipientes com água. Estas avaliações foram efetuadas em sala climatizada (23,0 - 27,0 ºC e 50,0 - 75,0 % de umidade relativa). Nas bordas da bandeja foi aplicada uma camada de Teflon-30 (Dupont) acrescida de talco, para evitar a fuga das formigas.

Após o oferecimento do alimento, o número de operárias que estavam efetivamente coletando o alimento foi anotado, a cada 10 min, durante 1 h. Além disso, nas três combinações foi contabilizado o tempo que as operárias gastavam coletando o alimento, com os dados sendo obtidos através de filmagens de quatro colônias para cada combinação e tipo de alimento. Cada filmagem teve uma duração de aproximadamente 30 min, sendo que foram contabilizadas 60 operárias (15 de cada colônia) para cada combinação e tipo de alimento. Para a filmagem utilizou-se uma filmadora digital da marca Sony Handycam (DCR-DVD508).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste t de Student ($\propto$ = 0,05). Para obter a normalidade da distribuição dos escores e a estabilização da variância, os tempos foram transformados usando-se a raiz quadrada. Além disso, os dados obtidos para cada combinação com a razão entre o açúcar e o besouro (A / T) foram submetidos à análise de variância (ANOVA, um critério), e no caso de diferença significativa entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo método de Tukey ($\propto$ = 0,05).

4.3.5. Efeito da distância dos alimentos da colônia no forrageamento

Para verificar se a distância da fonte de alimento influenciava no comportamento de forrageamento foram utilizadas para cada distância quinze colônias de *M. floricola*, com cada colônia contendo entre 2000 e 3000 operárias, 58 a 121 rainhas, além da cria. Para os testes sempre haviam duas fontes de alimento

(Figura 3D): uma ao lado da colônia (o lado era determinado por sorteio) distante a 10,0 cm (controle); e a outra a frente, distantes a 10,0 cm, 30,0 cm, 60,0 cm, 90,0 cm e 120,0 cm do ninho. Como fontes de alimento foram utilizadas 0,2 ml de açúcar invertido ou 1 pedaço de *T. molitor* (vide valor da massa na seção 4.3.3), que estavam sobre um pedaço de papel alumínio (3,0 cm x 3,0 cm).

As colônias foram mantidas sob jejum de 48 h antes dos testes, estando apenas disponível um recipiente com água. Estas avaliações foram efetuadas em sala climatizada (23,0 - 27,0 ºC e 50,0 - 75,0 % de umidade relativa). Nas bordas da bandeja (52,0 cm x 44,0 cm x 8,0 cm) foi aplicada uma camada de Teflon-30 (Dupont) acrescida de talco, para evitar a fuga das formigas.

Após o oferecimento do alimento, em cada item, o número de operárias que estavam efetivamente coletando o alimento foi anotado, a cada 10 min, durante 1 h. Para a análise dos dados foi determinado um índice de aceitação para cada distância em relação ao controle, ou seja, o número de operárias que estavam coletando o alimento na distância testada foi dividido pelo número operárias que estavam coletando o alimento da distância controle. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA, um critério), e no caso de diferença significativa entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo método de Tukey ($\propto$ = 0,05). Para obter a normalidade da distribuição dos escores e a estabilização da variância, os dados foram transformados usando-se a raiz quadrada.

4.4. Morfologia externa de *Monomorium floricola*

4.4.1. Descrição dos imaturos – larvas e pupas

Cinco amostras de *M. floricola*, contendo 150 larvas (50 de cada instar) e 50 pupas, foram retiradas das colônias de criação para a descrição das formas imaturas, provavelmente de operárias, pois a presença de formas imaturas de reprodutores (larvas maduras e pupas) não foi detectada. Para a diferenciação das larvas entre os três instares, usou-se os valores mais freqüentes das medidas obtidas com o gráfico de distribuição de freqüências da largura máxima da cápsula cefálica (Figura 4). Estas amostras foram fixadas em solução Dietrich por 24 h, e

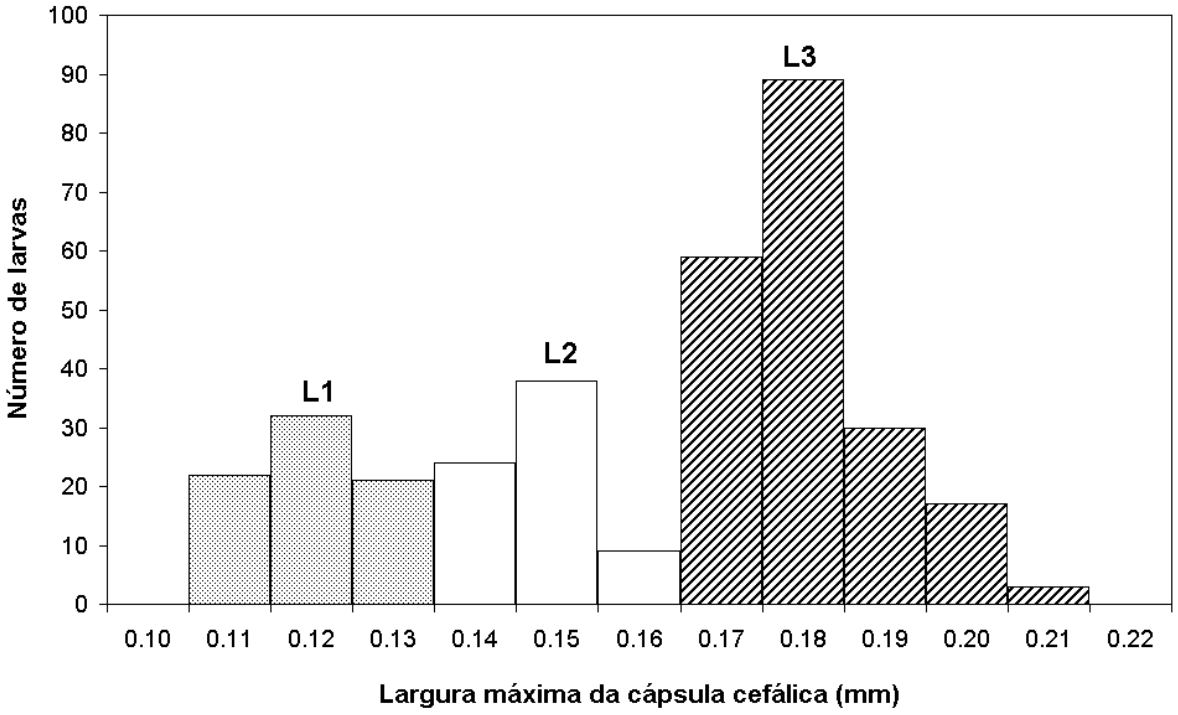


Figura 4. Gráfico de distribuição de freqüências da largura máxima da cápsula cefálica das larvas de operárias (N = 344) de *Monomorium floricola* determinado por Kato (2003): (L1) 1º instar, (L2) 2º instar, (L3) 3º instar. A área pontilhada corresponde ao intervalo em que os embriões maduros são encontrados dentro dos ovos, e a tracejada, representa o intervalo em que as pré-pupas são encontradas.

posteriormente, conservadas em álcool 70,0 %. Com auxílio de um estereomicroscópio (Zeiss Stemi SV11, com aumento máximo de 66x), ao qual estava acoplada uma ocular micrométrica, foram efetuadas as medidas do comprimento e largura mediana das larvas, e o comprimento das pupas.

A descrição de cada instar larval foi feita com o auxílio da microscopia óptica (Zeiss MC80 DX, com aumento máximo de 1000x) e eletrônica de varredura (Phillips SEM-505, 12,0 kV; ou LEO 435 VP, 20,0 kV), fazendo uso de 10 larvas para cada aparelho. Antes de analisar na microscopia óptica, as larvas foram aquecidas por 10 min em KOH 10,0 %, e em seguida, colocadas em lâminas para microscopia com glicerina. Para a análise em microscopia eletrônica de varredura, as larvas foram desidratadas em série de concentrações crescentes de acetona (70,0 % a 100,0 %), com duração de 10 min de cada banho, e a seguir, secadas em ponto crítico Balzers CPD/030. Após esse procedimento, as larvas foram coladas em suportes de alumínio com fita adesiva dupla face e recobertos com ouro em vaporizador Balzers SCD/050.

A terminologia adotada na descrição das larvas foi baseada na revisão feita por Wheeler e Wheeler (1976), e quando possível, as medidas foram fornecidas como média ± desvio padrão. Os espécimes foram depositados na coleção entomológica “Adolph Hempel” do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal, Instituto Biológico, São Paulo, Brasil.

4.4.2. Descrição dos adultos – reprodutores

Três amostras de *M. floricola* foram retiradas das colônias de criação, contendo 15 machos e 15 fêmeas, para a descrição das formas reprodutoras. Estas amostras foram fixadas em solução Dietrich por 24 h, e posteriormente, conservadas em álcool 70,0 %. Com auxílio de um estereomicroscópio (Zeiss Stemi SV11, com aumento máximo de 66x), ao qual estava acoplada uma ocular micrométrica, foram realizadas as seguintes medidas, com suas respectivas abreviações: (LC) largura máxima da cabeça em vista frontal, medida logo acima dos olhos, com os olhos não estando incluídos na medida; (CC) comprimento da cabeça em vista frontal, excluindo da medida a mandíbula; (CO) comprimento máximo do ocelo; (LO) largura máxima do ocelo; (CF) comprimento do flagelo e pedicelo da antena; (CE) comprimento do escapo da antena, excluindo a medida da radícula; (CM)

comprimento máximo da mandíbula; (CS) comprimento diagonal do mesossoma em vista lateral; (LS) largura máxima do mesonoto em vista dorsal; (CA_a) comprimento máximo da asa anterior; (CA_p) comprimento máximo da asa posterior; (CP_n; n = 1, 2) comprimento máximo de cada segmento que compõe o pecíolo em vista lateral; (HP_n; n = 1, 2) altura máxima de cada segmento que compõe o pecíolo em vista lateral; (CG) comprimento máximo do gáster em vista lateral; (Cg) comprimento do 1º segmento do gáster em vista lateral. Ainda, o comprimento das estruturas que compõem cada uma das pernas foram medidas, com suas respectivas abreviações: (co) coxa, (tr) trocânter, (fe) fêmur, (ti) tíbia, (ta) tarsos; juntamente com essas abreviações, para distinção da posição da perna no corpo da formiga foi colocada a primeira letra de cada posição: (-a) perna anterior, (-m) perna mediana, (-p) perna posterior. Baseados nas medidas destas estruturas foram ainda determinados: (IC) índice cefálico (LC/CC x 100); (IE) índice do escapo (CE/LC x 100); (CT) comprimento total do corpo (CC + CS + CP_1 + CP_2 + CG); (CR) comprimento total de cada perna (co + tr + fe + ti + ta). Foram também contabilizados os números de segmentos das antenas, o número de dentes da mandíbula, o número de omatídeos do olho, o número de tarsômeros do tarso e medidos o comprimentos dos pêlos de cada região do corpo. E por fim, as asas dos machos foram analisadas, verificando-se o padrão de venação e medindo-se o comprimento dos pêlos.

Além disso, 10 espécimes de cada sexo foram examinados e documentados com auxílio da microscopia eletrônica de varredura (Phillips SEM-505, 12,0 kV; ou LEO 435 VP, 20,0 kV). Antes de analisar na microscopia, os espécimes foram desidratados em série de concentrações crescentes de álcool (80,0 % a 100,0 %), com duração de 10 min de cada banho, e a seguir, secados em ponto crítico Balzers CPD/030. Após esse procedimento, as formas reprodutoras foram coladas em suportes de alumínio com fita adesiva dupla face e recobertos com ouro em vaporizador Balzers SCD/050.

A terminologia adotada na descrição dos adultos foi baseada nos seguintes textos: Bolton (1994), Clausen (1938), e Fernández e Sharkey (2006). Quando possível, as medidas foram fornecidas como média ± desvio padrão. Os espécimes foram depositados na coleção entomológica “Adolph Hempel” do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal, Instituto Biológico, São Paulo, Brasil.

4.5. Fatores responsáveis pela formação das formas anormais

4.5.1. Choque térmico

A metodologia desse experimento foi baseada no estudo efetuado por Berndt e Kremer (1982), que afirmaram que o choque térmico ocasionou a formação de formas anômalas reprodutivas (mosaico genético) em *M. pharaonis*.

Foram utilizadas 15 colônias de *M. floricola*, cinco em cada situação: controle, onde não houve a exposição ao choque térmico; 20 min de choque térmico; e 40 min de choque térmico. Em cada colônia havia entre 1000 e 2000 operárias, com a presença de rainhas (Tabela 15), e cria. Como mencionado, as colônias de *M. floricola* foram obtidas em 2000, ou seja, durante 10 anos sendo mantidas em laboratório. Estas colônias estavam acondicionadas em tubos de ensaio (25,0 cm x 2,5 cm), com algodão embebido em água na extremidade fechada. Os ninhos estavam em bandejas plásticas (40,0 cm x 35,0 cm x 8,0 cm), e nas bordas da bandeja foi aplicada uma camada de Teflon-30 (Dupont) acrescida de talco, para evitar a fuga das formigas. Antes e após o choque térmico os ninhos permaneceram em sala climatizada (temperatura de 23,0 - 27,0 ºC e umidade relativa de 50,0 - 75,0 %). Durante todo o experimento, a alimentação destas colônias constituiu-se de larvas de *Zophobas* sp., *Gryllus* sp. e solução açucarada (açúcar diluído a 25,0 % em água).

O choque térmico consistiu na elevação da temperatura entre 52,0 - 54,0 ºC, em uma estufa incubadora B.O.D. (Eletrolab, Modelo EL 101/3), das colônias contidas nos tubos de ensaio durante 20 e 40 min. A umidade relativa durante o aquecimento variou entre 25,0 e 45,0 %. Para evitar a fuga de indivíduos das colônias durante o processo de aquecimento, os tubos de ensaio foram fechados com uma tela perfurada. Dois dias após o choque térmico, as rainhas foram retiradas das colônias.

As colônias foram acompanhadas até o momento em que elas não produziram mais formas reprodutoras, ou seja, por até quatro meses. As formas reprodutoras normais e anômalas foram retiradas das colônias e contabilizadas duas vezes por semana.

As formas anômalas foram descritas da maneira indicada no tópico 4.4.2. Os dados obtidos com as medidas das estruturas das formas normais e anômalas foram

comparadas entre si usando-se a análise de variância (ANOVA, um critério), e no caso de diferença significativa entre as medidas, as médias foram comparadas pelo método de Tukey ($\propto = 0,05$).

Além disso, para efeito comparativo, como no estudo efetuado por Berndt e Kremer (1982) com *M. pharaonis* não foi mencionado um controle, onde não houve a exposição ao choque térmico, procedeu-se da mesma maneira em três colônias com essa espécie. Estas colônias estavam acondicionadas em azulejos (10,0 cm x 10,0 cm), com a presença inicial de 1000 a 1500 operárias, 102 – 187 rainhas e imaturos.

4.5.2. Longa permanência em altas temperaturas

A metodologia desse experimento foi baseada na informação descrita por Flanders (1945), que tratou da influência da temperatura na razão sexual do parasitóide *Habrolepsis rouxi* Compere (Hymenoptera: Encyrtidae). Neste estudo foi mencionado que as fêmeas criadas em temperaturas inferiores a 26,7 ºC produziram apenas fêmeas, enquanto aquelas criadas a 32,2 ºC produziram machos e fêmeas.

Portanto, para este experimento foram avaliadas duas situações: controle, com as colônias sendo mantidas em sala climatizada (temperatura de 23,0 - 27,0 ºC e umidade relativa de 50,0 - 80,0 %); e temperatura elevada, com as colônias sendo mantidas durante todo o experimento em uma estufa incubadora B.O.D. (Eletrolab, Modelo EL 101/3) com temperatura controlada variando entre 32,0 ºC e 33,0 ºC, e umidade relativa entre 50,0 e 80,0 %. Foram utilizadas cinco colônias para cada situação, com cada colônia contendo entre 2000 e 3000 operárias, rainhas, além da cria. As colônias estavam acondicionadas em caixas de madeira (10,5 cm x 8,5 cm x 1,0 cm), que se encontravam no interior de bandejas plásticas (40,0 cm x 35,0 cm x 8,0 cm). Nas bordas da bandeja foi aplicada uma camada de Teflon-30 (Dupont) acrescida de talco, para evitar a fuga das formigas. Nas duas situações a alimentação consistiu de *Zophobas* sp., *Gryllus* sp., solução açucarada e água, fornecidas com uma freqüência de três vezes por semana.

Antes, e após 35 dias e 70 dias de tratamento, todas as formas reprodutoras (rainhas, machos e anômalos) foram contabilizadas e comparadas entre as duas situações. Após 35 dias os machos e anômalos foram retirados das colônias, permanecendo apenas as rainhas. O tempo de 70 dias foi adotado em virtude dos resultados obtidos por Kato (2003), que verificou que o tempo de desenvolvimento

(ovo-adulto) das formas reprodutoras variou entre 63 e 71 dias, quando submetidas a temperaturas variando entre 19,0 ºC e 29,0 ºC.

4.5.3. Administração de antibiótico

A metodologia desse experimento foi baseada no estudo efetuado por Stouthamer e Mak (2002), que tratou da influência do antibiótico na produção da prole do parasitóide *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae) infectada com *Wolbachia*.

Portanto, para o experimento com a administração do antibiótico (cloridrato de tetraciclina) foram avaliadas duas situações: controle, o mesmo utilizado no tópico 4.5.2; e a presença de antibiótico no alimento, nas concentrações de 1,0 mg e 5,0 mg do antibiótico para cada 1,0 ml de solução açucarada. Foram também utilizadas cinco colônias na aplicação de cada concentração do antibiótico, que permaneceram em sala climatizada (temperatura de 23,0 – 27,0 ºC e umidade relativa de 50,0 – 80,0 %). A solução com o antibiótico permaneceu disponível para cada colônia durante 24 h, sendo administrado uma vez por semana. Todos os demais procedimentos foram semelhantes ao tópico 4.5.2.

4.5.4. Detecção de bactérias endosimbiontes

4.5.4.1. Extração de DNA total

A extração de DNA total foi realizada com formigas provenientes de 10 ninhos. Cerca de cinco rainhas e 100 operárias foram retiradas de cada ninho para a extração. As rainhas foram colocadas separadamente em microtubos de 1,5 ml e as operárias foram colocadas em conjunto em um único microtubo de 1,5 ml. Cada amostra foi homogeneizada em solução tamponada (100,0 mM Tris, pH 9,0; 100,0 mM NaCl; 200,0 mM sacarose; 50,0 mM EDTA e 0,5 % SDS e 20,0 mg / ml proteinase K) a 65,0 ºC por 3 h. As proteínas e restos celulares foram precipitados com solução NaCl 5,0 M. Em seguida foram encubadas com RNAse a 37,0 ºC por 5 min. A precipitação do DNA foi realizada com álcool isopropílico 100,0 % em seguida por álcool etílico gelado a 70,0 %. O DNA foi ressuspendido em 30,0 μL de tampão TE (10,0 mM Tris-HCl, 1,0 mM EDTA pH 8,0). A visualização da qualidade do DNA

extraído foi realizada através de gel de agarose a 1,0 % corado com brometo de etídio.

4.5.4.2. Verificação da infecção por *Wolbachia*

Amostras provenientes de cinco ninhos foram utilizadas para a verificação da infecção por *Wolbachia*. A análise da prevalência do endosimbionte *Wolbachia* foi realizada pela utilização de primers para o gene *wsp*, Wsp81F (5'-TGGTCCAATAAGTGATGAAGAAAC-3') e Wsp691R (5'-AAAAATTAAACGCTACTCCA-3'), o qual amplifica um fragmento com aproximadamente 590 pares de bases, como descrito por Zhou et al. (1998). A amplificação foi executada em reações de 50,0 μL de volume final, contendo DNA molde, Tampão PCR, MgCl2, dNTP's, primers e Taq DNA polimerase. O controle negativo para contaminação por DNA consistiu em uma reação de amplificação sem o DNA molde (substituído por H_2O autoclavada), incluído em todas as reações de PCR realizadas. O programa para a amplificação do fragmento foi uma pré-desnaturação a 94,0 ºC por 2 min, seguido de 35 ciclos de 94,0 ºC por 1 min, 56,0 ºC por 30 s e 72,0 ºC por 1 min, e uma extensão final a 72,0 ºC por 7 min. A confirmação da amplificação do fragmento foi realizada em gel de agarose 1,0 %. O seqüênciamento das amostras de *Wolbachia* foi realizado com os mesmos parâmetros descritos na seção 4.5.4.1. para o mtDNA.

4.5.4.3. Verificação da infecção por CFB (*Cytophaga-Flexibacter-Bacteroides*)

Amostras provenientes dos cinco ninhos restantes foram utilizadas para a verificação da infecção por CFB. A análise da prevalência foi realizada através da utilização de primers EPS-f (59-TACAATCTTTATTAACCCATGTT-39) e EPS-r (59-TTCAAAGTAGCAAAATACATTC-39), o qual amplifica um fragmento com aproximadamente 1500 pares de bases, como descrito por Zchori-Fein et al. (2001). As amplificações foram executadas em reações de 50 μL de volume final, e o controle negativo para contaminação por DNA utilizou H_2O autoclavada. O programa para a amplificação do fragmento foi uma pré-desnaturação a 95 ºC por 2 min, seguido de 40 ciclos de 92 ºC por 30 s, 50,0 ºC por 30 s e 72,0 ºC por 30 s, e uma extensão final a 72,0 ºC por 5 min. A confirmação da amplificação do fragmento foi

realizada em gel de agarose 1,0 %. O seqüênciamento das amostras de CFB foi realizado com os mesmos parâmetros descritos na seção 4.5.4.1. para o mtDNA.

4.6. Morfologia interna de *Monomorium floricola*

4.6.1. Descrição do trato digestório das larvas e adultos

4.6.1.1. Microscopia Óptica

Foram coletados 10 espécimes de *M. floricola* e de *M. pharaonis* de cada tipo (larvas, rainhas, machos e operárias) para uma análise quantitativa e qualitativa do trato digestório. Para a retirada do trato digestório, os espécimes foram dissecados sob estereomicroscópio em lâmina para microscopia contendo solução fisiológica para insetos. Os tratos digestórios foram examinados no microscópio óptico Zeiss MC80 DX (aumento máximo de 1000x) equipado com uma ocular micrométrica, e documentado com o auxílio de uma câmara digital (Sony Cyber-Shot DSC-W210). Com relação aos dados morfométricos das estruturas do trato digestório, com a exceção do reto da larva, cuja medida se refere à largura, as medidas das demais estruturas estão relacionadas ao comprimento. Para constatar se houve diferenças nas medidas das estruturas entre as duas espécies, utilizou-se o teste t de Student ($\alpha = 0,05$).

Além disso, foram montadas lâminas histológicas pela técnica de inclusão em historesina. Para esta técnica foram utilizados 10 espécimes de *M. floricola* de cada tipo (larvas, rainhas, machos e operárias). Os tratos digestórios foram fixados em solução de glutaraldeído a 3,0 %, em tampão cacodilato de sódio 0,005 M e 1,8 % de sacarose por 48 h, e em seguida desidratados em série de concentrações crescentes de álcool (30,0 %, 50,0 %, 70,0 %, 90,0 % e 100,0 %; a última concentração foi repetida três vezes), com duração de 10 min de cada banho. Após este procedimento, os tratos digestórios foram deixados por 24 h em uma parte de etanol puro para uma parte de resina acrílica Leica, e outras 24 h em resina acrílica pura. Após este período, os tratos digestórios foram colocados em cubas, acrescentando-se à resina acrílica o endurecedor de historesina. Os blocos resultantes com os tratos digestórios foram cortados em um micrótomo rotativo (Leica RM 2155), com os cortes apresentando uma espessura de 0,005 mm. As

lâminas foram recobertas com Entelan, examinadas e documentadas no microscópio óptico Zeiss Axioskop 40 HBO 50 (aumento máximo de 1000x).

4.6.1.2. Microscopia Eletrônica de Varredura

Foram coletados 10 espécimes de *M. floricola* e de *M. pharaonis* de cada tipo (larvas, rainhas, machos e operárias) para uma análise quantitativa e qualitativa do trato digestório. Para a retirada do trato digestório, os adultos foram dissecados sob estereomicroscópio em lâmina para microscopia contendo solução fisiológica para insetos. Posteriormente, as larvas e o trato digestório dos adultos foram fixados em solução de glutaraldeído a 3,0 %, em tampão cacodilato de sódio 0,005 M e 1,8 % de sacarose por 24 h, e depois desidratados em série de concentrações crescentes de álcool (70,0 % a 100,0 %), com duração de 10 min de cada banho. Em seguida, as larvas e o trato digestório dos adultos foram secados em ponto crítico Balzers CPD/030. Após esse procedimento, este material foi colado em suportes de alumínio com fita adesiva dupla face. As larvas foram dissecadas para a retirada do trato digestório sob estereomicroscópio após a colagem. Por fim, este material foi recoberto com ouro em vaporizador Balzers SCD/050. Os tratos digestórios foram examinados e documentados no microscópio eletrônico de varredura LEO 435 VP (20,0 kV).

4.6.1.3. Microscopia Eletrônica de Transmissão

Foram coletados 10 espécimes de *M. floricola* de cada tipo (larvas e rainhas) para uma análise qualitativa do trato digestório. Para a retirada do trato digestório, os adultos foram dissecados sob estereomicroscópio em lâmina para microscopia contendo solução fisiológica para insetos. Posteriormente, as larvas e o trato digestório dos adultos foram fixados em solução de glutaraldeído a 3,0 %, em tampão cacodilato de sódio 0,005 M e 1,8 % de sacarose por 48 h. Após este procedimento, o material foi lavado em tampão cacodilato de sódio 0,1 M e pós-fixadas em tetróxido de ósmio a 1,0 % durante 1,5 h. Após rápidas lavagens com solução salina 0,9 %, o material foi pré-corado “em bloco” com acetato de uranila 2,5 % em água “overnight”. Em seguida o material foi desidratado em série de concentrações de acetona (25,0 %, 50,0 %, 75,0 %, com duração de 5 min de cada

banho; duas vezes em 90,0 %, com duração de 10 min de cada banho; três vezes 100,0 %, com duração de 20 min de cada banho) e posteriormente embebidas progressivamente em resina Spurr. O material foi então incluído em resina Spurr pura e levado para a estufa por 48 h a 70,0 ºC para a polimerização.

Os cortes finos e ultrafinos foram feitos em ultramicrótomo Porter Blum. Os cortes finos foram corados com azul de metileno a 1,0 % e os ultrafinos foram colocados em telas e contrastados com acetato de uranila e citrato de chumbo. As telas foram examinadas e documentadas em microscópio eletrônico Zeiss EM 900 (50,0 Kv).

4.7. Tolerância das operárias a diferentes temperaturas

Operárias de três espécies de formigas domiciliares (*M. floricola*, *M. pharaonis* e *T. bicarinatum*) foram comparadas quanto à sua tolerância a diferentes temperaturas. Dez repetições para cada espécie, com 20 operárias escolhidas aleatoriamente para cada repetição, foram submetidas às seguintes temperaturas: 0,0 ºC, 2,0 ºC, 4,0 ºC, 6,0 ºC, 8,0 ºC, 10,0 ºC, 12,0 ºC, 14,0 ºC, 16,0 ºC, 18,0 ºC, 20,0 ºC, 25,0 ºC (controle), 30,0 ºC, 32,0 ºC, 34,0 ºC, 36,0 ºC, 38,0 ºC, 40,0 ºC, 42,0 ºC, 44,0 ºC, 46,0 ºC, 48,0 ºC e 50,0 ºC. Os experimentos foram conduzidos em todas as temperaturas no interior de uma estufa incubadora B.O.D. (Eletrolab, Modelo EL 101/3), no qual se tentou controlar a umidade relativa (com bandejas contendo água), cujos valores variaram entre 50,0 % a 95,0 %. Para cada temperatura houve uma variação máxima de ± 0,5 ºC durante o tempo de avaliação. Em todas as situações, as operárias estavam acondicionadas em tubos de ensaio (25,0 cm x 2,5 cm), fechados com telas perfuradas. Com a exceção da temperatura de 25,0 ºC, nas demais temperaturas as operárias foram submetidas a um pré-aquecimento ou pré-esfriamento. Isto é, elas foram retiradas da sala climatizada (23,0 - 27,0 ºC), colocadas na B.O.D. a 25,0 ºC, e em seguida, lentamente aquecidas ou esfriadas para temperatura a ser testada, a uma velocidade de aproximadamente 1,0 ºC a cada 2 min. Isto evitou que as operárias fossem submetidas a uma variação brusca da temperatura.

As operárias mortas e vivas foram contabilizadas durante 8 h, sendo que nesse período as avaliações foram feitas a cada hora. Segundo Hebling Beraldo (1978), em baixas temperaturas as formigas ficavam imobilizadas, devido ao efeito

da narcose pelo frio. Na avaliação da mortalidade, esta autora esperou 30 min à temperatura ambiente para a recuperação das formigas, sendo que aquelas que não se recuperavam, foram consideradas como mortas. Este procedimento também foi adotado no presente estudo com as temperaturas abaixo de 8,0 ºC, com a temperatura ambiente variando entre 18,0 ºC e 21,0 ºC.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA, dois critérios), sendo que para cada espécie foi efetuada uma comparação entre as temperaturas com os tempos, e no caso de diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($\propto$ = 0,05). Para que os dados tivessem uma distribuição normal, utilizou-se a transformação arcseno. Além disso, calculou-se para cada espécie e tempo do experimento a TL_{50} (temperatura letal para 50,0 % da amostra), usando a análise Probit. Os valores de TL_{50} também foram submetidos à análise de variância (ANOVA, dois critérios), sendo efetuada uma comparação entre as espécies com os tempos, e no caso de diferença significativa, as médias também foram comparadas pelo teste de Tukey ($\propto$ = 0,05).

4.8. Fatores que poderiam interferir na fecundidade das rainhas virgens

Setenta mini-colônias foram estabelecidas para verificar alguns fatores que poderiam interferir na postura de ovos em rainhas virgens de *M. floricola*: o número de operárias e de larvas. As seguintes configurações populacionais foram utilizadas: (G1) 120 operárias, uma rainha e 20 larvas de último ínstar; (G2) 120 operárias, uma rainha e 10 larvas de último ínstar; (G3) 120 operárias e uma rainha; (G4) 60 operárias, uma rainha e 20 larvas de último ínstar; (G5) 30 operárias, uma rainha e 20 larvas de último ínstar; (G6) 120 operárias; (G7) uma rainha. Para cada configuração foram utilizadas 10 repetições. Este experimento teve uma duração de 15 semanas.

Estas mini-colônias estavam acondicionadas em tubos de ensaio (12,0 cm x 1,5 cm), com algodão embebido em água na extremidade fechada e recobertas com papel celofane vermelho, que se encontravam no interior de bandejas plásticas (40,0 cm x 35,0 cm x 8,0 cm). Nas bordas da bandeja foi aplicada uma camada de Teflon-30 (Dupont) acrescida de talco, para evitar a fuga das formigas. Este experimento foi efetuado em sala climatizada (23,0 – 27,0 ºC e 50,0 – 80,0 % de umidade relativa). A alimentação constituiu-se de larvas de *T. molitor*, *Gryllus* sp. e solução açucarada.

Estes itens alimentares foram fornecidos com uma freqüência de três vezes por semana.

As rainhas utilizadas eram virgens, pois não foi possível obter rainhas seguramente fecundadas. As rainhas virgens foram adquiridas de um lote de pupas de uma mesma colônia. As pupas foram colocadas em um tubo de ensaio com centenas de operárias, da mesma colônia, e quando as rainhas sobreviventes atingiram um mês de idade, foram separadas nas configurações populacionais. Neste período a mortalidade das rainhas era de 17,3 %.

Com uma freqüência de três vezes por semana os ovos eram retirados e contabilizados, e as larvas de último ínstar e as operárias eram repostas, para se manter o número estabelecido. Foram medidos o comprimento e a largura mediana de 50 ovos de cada configuração. As pupas de operárias que surgiram das larvas de último ínstar não eram contabilizadas, permitindo a permanência delas no interior das colônias. As pupas de reprodutores eram retiradas e contabilizadas.

Uma amostragem dos ovos foi mantida em tubos de ensaio (25,0 cm x 2,5 cm) com a presença de 300 operárias e 10 larvas de último instar para cada configuração, contabilizando o número de larvas que eclodiram dos ovos.

Os valores obtidos com a contabilização e medição dos ovos foram submetidos à análise de variância (ANOVA, um critério), e no caso de diferença significativa entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($\propto = 0,05$). Com relação ao percentual das larvas que eclodiram dos ovos, os valores foram submetidos ao teste do qui-quadrado ($\propto = 0,05$).

5. RESULTADOS

5.1. Comportamento das operárias de *Monomorium floricola* ao encontrarem outras formigas urbanas

5.1.1. Descrição dos comportamentos

Nas interações de *M. floricola* com as três espécies de formigas urbanas, os seguintes comportamentos foram verificados nas cinco situações (Tabela 2): (1) Atitude ofensiva com combate; (2) Atitude ofensiva sem combate; (3) Atitude neutra; (4) Atitude defensiva, imobilidade; (5) Atitude defensiva, fuga.

A atitude ofensiva com combate foi caracterizada pelo combate corpo a corpo entre os indivíduos, no qual eles tentavam ferroar e morder o seu oponente, podendo arrancar partes do corpo, tais como: antenas, cabeça, gáster ou pernas. Este comportamento podia ser antecedido por uma antenação no corpo da operária oponente e/ou pela atitude ofensiva sem combate. Considerou-se como término do combate, quando as duas operárias se soltavam (uma delas ou ambas) ou não se movimentavam mais. O tempo do combate entre *M. floricola* com os seus oponentes foi de (média ± erro padrão, com os tempos mínimos e máximos): 83,2 ± 32,7 s com *L. humile* (3,0 – 614,0 s; N = 20); 87,0 ± 20,4 s com *M. pharaonis* (4,0 – 660,0 s; N =

Tabela 2. Porcentagem dos comportamentos efetuados pelas operárias de *Monomorium floricola*, quando elas se deparam com as três espécies de formigas urbanas, nas cinco áreas analisadas; entre parênteses os valores brutos.

Comportamentos	***Monomorium pharaonis***					***Linepithema humile***					***Tetramorium bicarinatum***				
	Z1	**Z2**	**Z3**	**Z4**	**Z5**	**Z1**	**Z2**	**Z3**	**Z4**	**Z5**	**Z1**	**Z2**	**Z3**	**Z4**	**Z5**
Atitude ofensiva (com combate)	17,1% (13)	14,1% (13)	10,3% (11)	1,8% (1)	23,3% (14)	2,4% (2)	5,5% (5)	5,6% (8)	0% (0)	8,3% (5)	1,4% (1)	4,6% (4)	2,5% (3)	0% (0)	21,7% (13)
Atitude ofensiva (sem combate)	69,7% (53)	57,6% (53)	61,7% (66)	42,1% (24)	21,7% (13)	71,7% (61)	75,5% (68)	63,6% (91)	42,2% (27)	18,3% (11)	88,7% (63)	91,9% (80)	83,6% (102)	29,4% (15)	5,0% (3)
Atitude neutra	6,6% (5)	20,7% (19)	20,6% (22)	43,9% (25)	28,3% (17)	12,9% (11)	6,7% (6)	15,4% (22)	45,3% (29)	10% (6)	1,4% (1)	2,3% (2)	8,2% (10)	39,2% (20)	8,3% (5)
Atitude defensiva (imobilidade)	0% (0)	2,2% (2)	0% (0)	1,8% (1)	10% (6)	3,5% (3)	1,1% (1)	2,8% (4)	12,5% (8)	58,4% (35)	5,6% (4)	1,2% (1)	3,3% (4)	25,5% (13)	51,7% (31)
Atitude defensiva (fuga)	6,6% (5)	5,4% (5)	7,4% (8)	10,4% (6)	16,7% (10)	9,5% (8)	11,2% (10)	12,6% (18)	0% (0)	5% (3)	2,9% (2)	0% (0)	2,4% (3)	5,9% (3)	13,3% (8)
Total	100% (76)	100% (92)	100% (107)	100% (57)	100% (60)	100% (85)	100% (90)	100% (143)	100% (64)	100% (60)	100% (71)	100% (87)	100% (122)	100% (51)	100% (60)

Nota. Áreas analisadas: (Z1) área externa do ninho e suas proximidades, (Z2) fonte de alimento e suas proximidades, (Z3) território amigo, (Z4) território neutro, (Z5) território inimigo.

52); 30,2 ± 6,0 s com *T. bicarinatum* (3,0 – 109,0 s; N = 21). Os tempos de combate não diferiram estatisticamente entre *M. floricola* com as três espécies de formigas urbanas (F = 1,49; p = 0,23). Nas situações Z1, Z2 e Z3, os combates eram iniciados predominantemente pelas operárias de *M. floricola* quando se deparavam com *M. pharaonis* e *T. bicarinatum*. Entretanto, o inverso ocorria quando se deparava com *L. humile* (Tabela 3). Na situação Z4 os combates foram raros. Na situação Z5, sempre a operária oponente iniciava o combate. Com relação às conseqüências dos combates (Tabela 4), a maioria deles entre *M. floricola* tanto com *L. humile* como *M. pharaonis* terminaram sem a morte de nenhuma das operárias envolvidas. Porém, a maior parte dos combates com *T. bicarinatum* resultaram na morte das operárias de *M. floricola*. Além disso, poderia haver a participação de mais de uma operária de *M. floricola* durante o combate (o tempo foi determinado apenas para aquelas que permaneciam mais tempo combatendo): em 5,0 % dos combates envolvendo *M. floricola* e *L. humile*; em 19,2 % dos combates envolvendo *M. floricola* e *M. pharaonis*; e em 4,8 % dos combates envolvendo *M. floricola* e *T. bicarinatum*. No entanto, outras operárias podiam permanecer próximas do combate, ignorando-o ou assumindo uma atitude ofensiva sem contato; essas operárias não foram quantificadas.

A atitude ofensiva sem combate (Figura 5) podia ser antecedida por uma antenação no corpo da operária oponente. Em seguida, a operária de *M. floricola* assumia uma postura típica, com o gáster elevado e inclinado em direção ao oponente. Ao final deste comportamento *M. floricola* podia ficar parada, se locomover de forma aleatória, perseguir a oponente para repetir esse comportamento, comunicar outras operárias da presença da oponente, ou entrar em combate corpo a corpo. Esta atitude ofensiva podia ser feita por mais de uma operária, de forma simultânea, na presença da oponente; quando isso ocorria, apenas uma das operárias era quantificada. Neste comportamento *M. floricola* podia estar adotando duas estratégias, discriminadas apenas pela atitude adotada pela oponente: uma aparente exibição intimidadora ou um ataque por meio do borrifamento de substâncias irritantes sobre a oponente. Na primeira estratégia, a formiga oponente podia se afastar, sem mostrar nenhuma reação de ter sofrido um ataque; possivelmente *M. floricola* efetuou apenas uma exibição que intimidou a oponente. Porém, poderia haver outras explicações: durante o ataque, *M. floricola* poderia ter errado o alvo; a quantidade que foi borrifada não foi o suficiente em

Tabela 3. Porcentagens das operárias que desencadearam o combate em cada uma das zonas analisadas; em parênteses se encontram os valores brutos.

Espécies	*Monomorium pharaonis*					*Linepithema humile*					*Tetramorium bicarinatum*				
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Monomorium floricola	76,9% (10)	61,5% (8)	54,5% (6)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	25% (2)	0% (0)	0% (0)	100% (1)	100% (4)	100% (3)	0% (0)	0% (0)
Espécie oponente	23,1% (3)	38,5% (5)	45,5% (5)	100% (1)	100% (14)	100% (2)	100% (5)	75% (6)	0% (0)	100% (5)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	100% (13)
Totais	100% (13)	100% (13)	100% (11)	100% (1)	100% (14)	100% (2)	100% (5)	100% (8)	0% (0)	100% (5)	100% (1)	100% (4)	100% (3)	0% (0)	100% (13)

Nota. Áreas analisadas: (Z1) área externa do ninho e suas proximidades, (Z2) fonte de alimento e suas proximidades, (Z3) território amigo, (Z4) território neutro, (Z5) território inimigo.

Tabela 4. Porcentagens das operárias que morreram ou não durante o combate; em parênteses se encontram os valores brutos.

Espécies	*Monomorium pharaonis*	*Linepithema humile*	*Tetramorium bicarinatum*
Monomorim floricola morre	3,9 % (2)	0,0 % (0)	57,1% (12)
Espécie oponente morre	17,3 % (9)	25,0 % (5)	0,0 % (0)
Ambas morrem	11,5 % (6)	10,0 % (2)	0,0 % (0)
Nenhuma morre	67,3 % (35)	65,0 % (13)	42,9 % (9)
Totais	100,0 % (52)	100,0 % (20)	100,0 % (21)

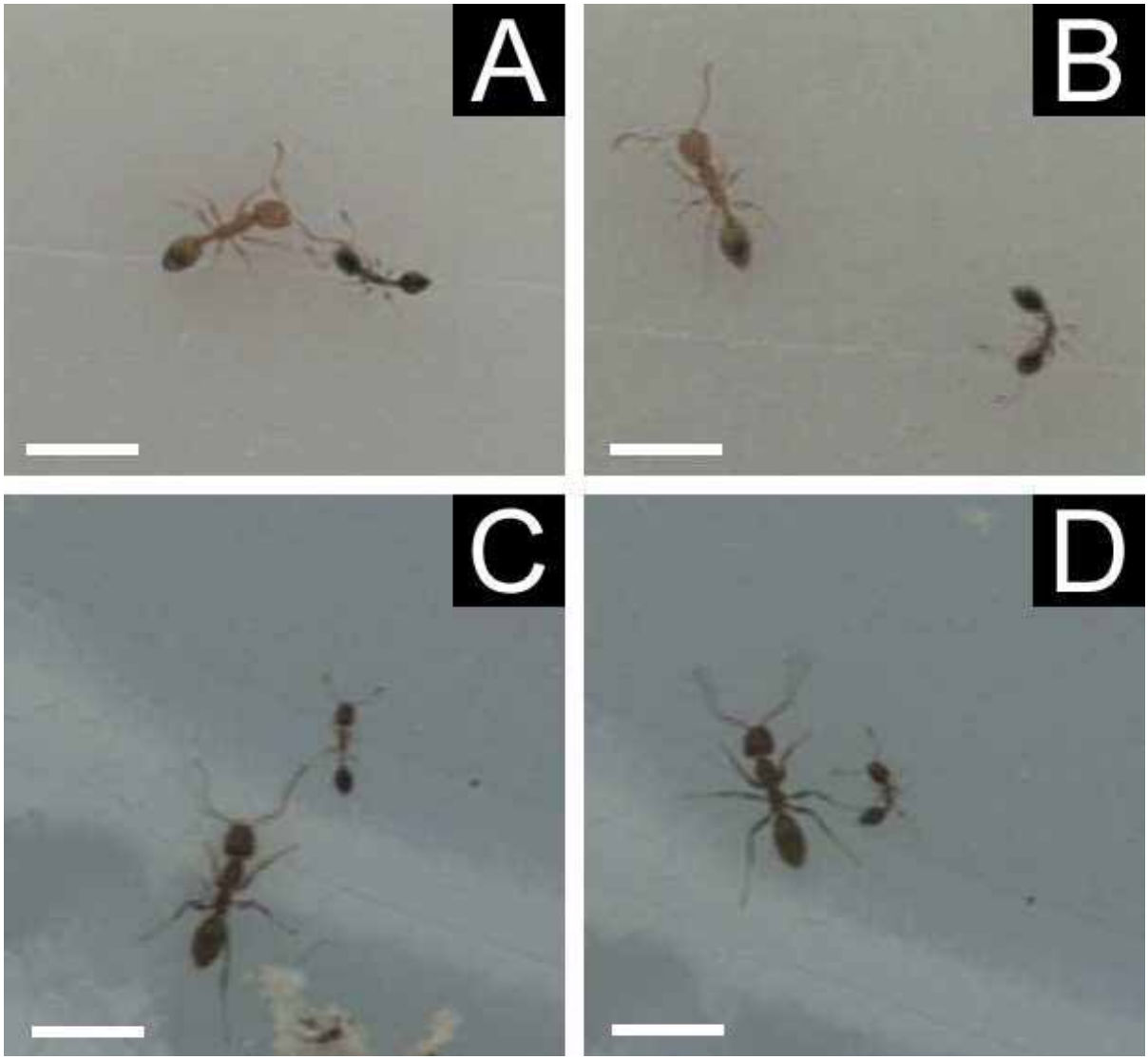


Figura 5. Comportamento de *Monomorium floricola* do tipo atitude ofensiva sem combate contra *Monomorium pharaonis* (A e B) e *Linepithema humile* (C e D): (A) e (C) contato inicial entre as operárias; (B) e (D) operária de *M. floricola* assumindo postura típica, no qual pode estar ocorrendo uma exibição intimidadora ou ataque por meio do borrifamento de uma substância. Tamanho das barras: 3,0 mm.

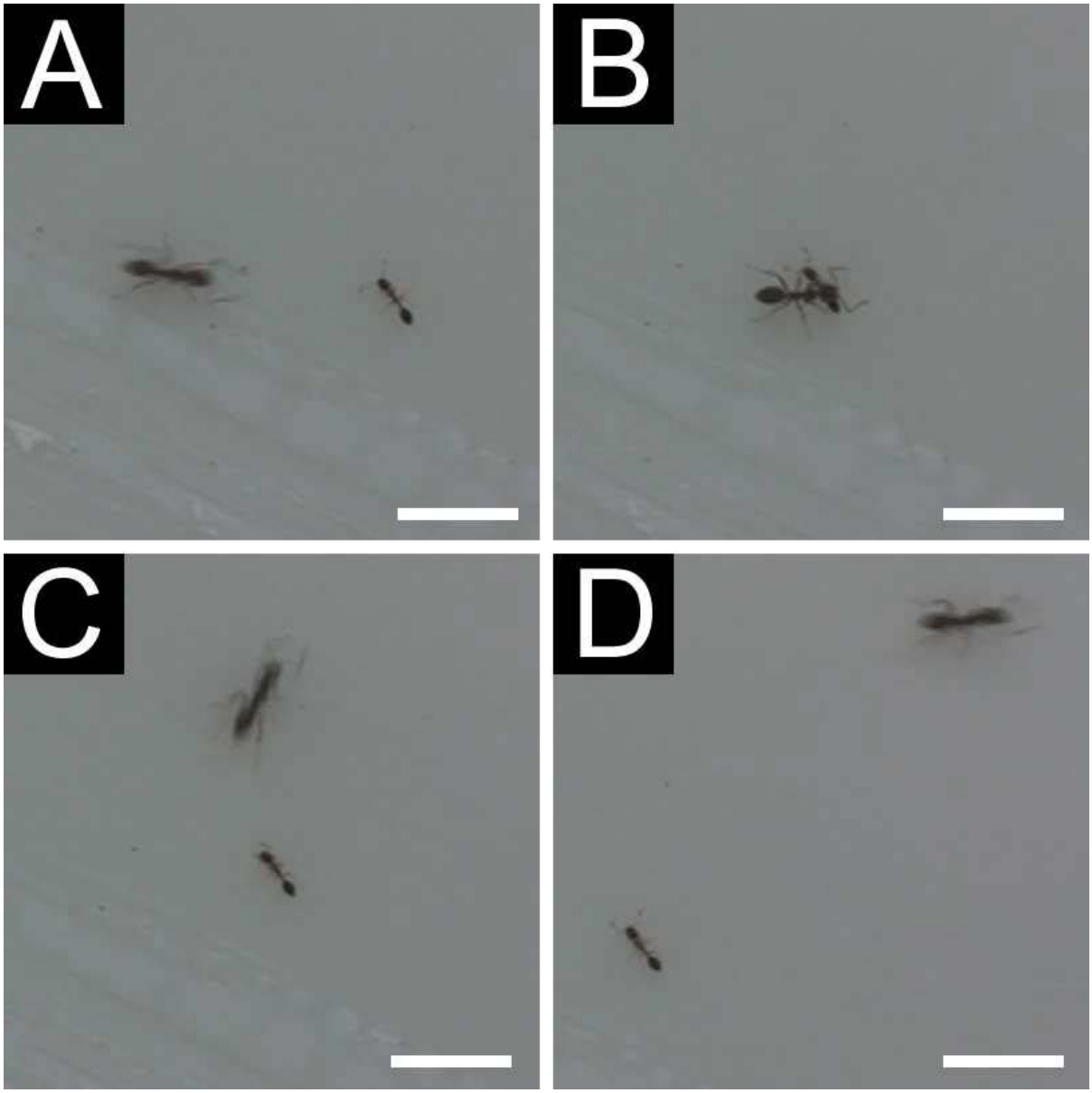


Figura 6. Comportamento de *Monomorium floricola* do tipo atitude defensiva (imobilidade) contra *Tetramorium bicarinatum*: (A) antes do contato entre as operárias; (B) operárias em contato; (C) operária de *M. floricola* permanece imóvel, com as antenas recolhidas; (D) operária de *M. floricola* volta a se movimentar quando a operária de *T. bicarinatum* não se encontra mais por perto. Tamanho das barras: 5,0 mm.

causar algum efeito nocivo; ou uma aparente resistência individual da oponente pela substância. A freqüência da primeira estratégia foi de: 41,7 % para *M. pharaonis* (N = 209), 54,4 % para *L. humile* (N = 258) e 53,4 % para *T. bicarinatum* (N = 263). Entretanto, na segunda estratégia, observou-se que a formiga oponente podia se afastar, debatendo-se e/ou assumindo um intenso comportamento de autolimpeza. A freqüência da segunda estratégia foi de: 58,3 % para *M. pharaonis* (N = 209), 45,6 % para *L. humile* (N = 258) e 46,6 % para *T. bicarinatum* (N = 263).

A atitude neutra ocorria quando a operária de *M. floricola* deparava-se com as operárias das outras espécies, não reagia e mantinha o comportamento que estava realizando antes do contato.

Na atitude defensiva (imobilidade) as operárias de *M. floricola* em movimento, quando entravam em contato como a operária oponente, não reagiam quando tocadas, permanecendo paradas (Figura 6). Quando a oponente se afastava, elas voltavam a se locomover. Durante a imobilidade, as operárias de *M. floricola* podiam recolher as antenas junto à cabeça.

A atitude defensiva (fuga) ocorria quando a operária de *M. floricola*, ao entrar em contato com a oponente, se afastava rapidamente, deixando de realizar a atividade do momento. Esse comportamento além da função de escape, podia também ter como função em alertar as operárias das proximidades da presença de uma invasora.

5.1.2. Comparação dos comportamentos nas diferentes situações e entre as espécies

Quando *M. floricola* se defrontou com *M. pharaonis* (Figura 7), o modo como ela se comportou foi parecido apenas nas situações Z2 e Z3 (x^2 = 0,52). Analisando a tabela 2, no sentido das situações Z1 para a Z4, percebeu-se um decréscimo nas duas atitudes ofensivas, em particular da atitude ofensiva com combate, que voltou a crescer na situação Z5. Em compensação, as atitudes defensivas aumentaram em freqüência (Figura 7), no sentido das situações Z1 para a Z5. Ao defrontar *L. humile*, o modo como *M. floricola* se comportou foi parecido entre as situações Z1, Z2 e Z3 (situações Z1 e Z2, x^2 = 0,32; situações Z1 e Z3, x^2 = 0,47; situações Z2 e Z3, x^2 = 0,23). Novamente, no sentido das situações Z1 para a Z5, percebeu-se um decréscimo da atitude ofensiva e um aumento em freqüência das atitudes defensivas

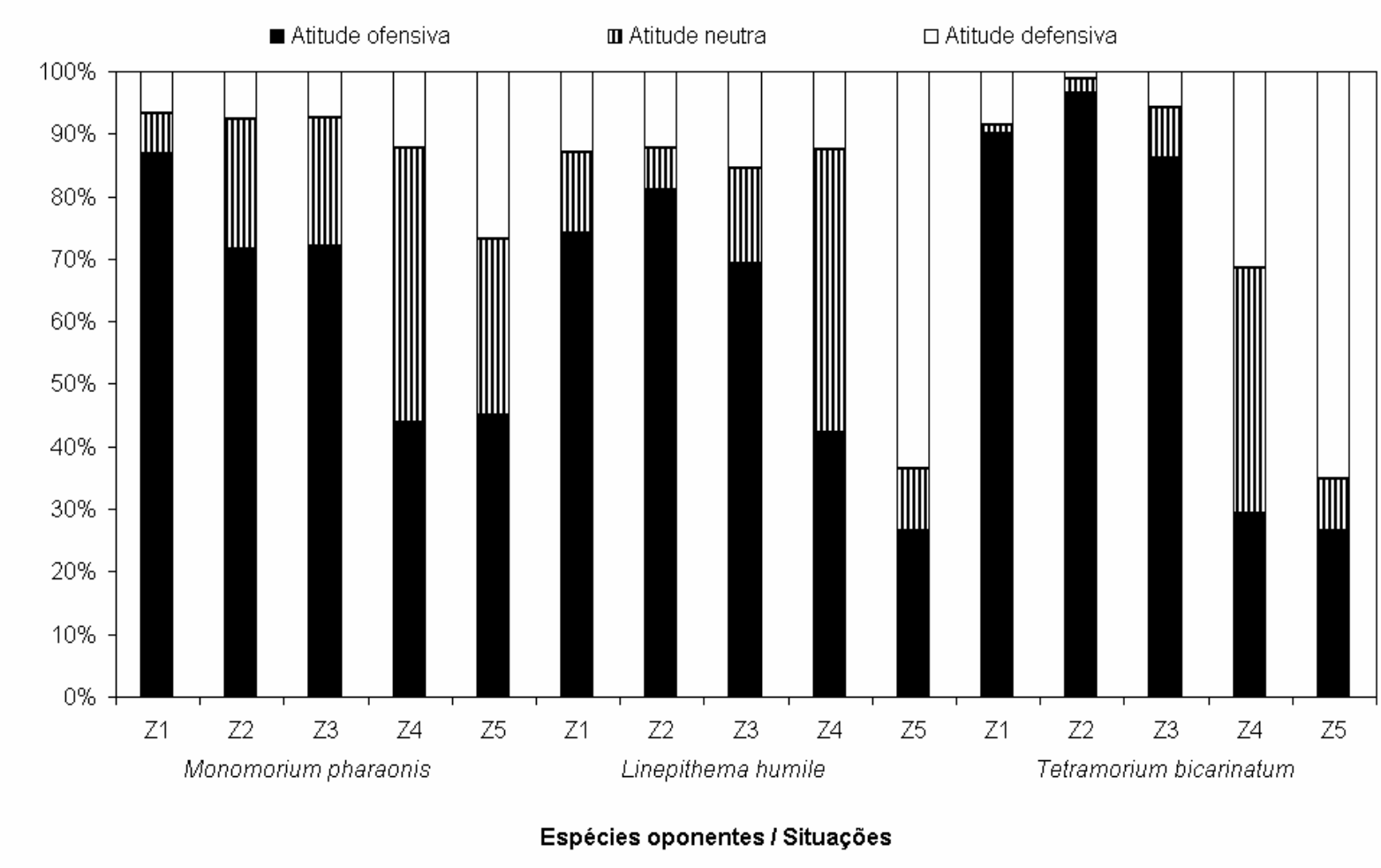


Figura 7. Representação gráfica dos valores relativos dos comportamentos efetuados pelas operárias de *Monomorium floricola*, quando elas se deparam com as três espécies de formigas urbanas, nas cinco áreas analisadas: (Z1) área externa do ninho e suas proximidades, (Z2) fonte de alimento e suas proximidades, (Z3) território amigo, (Z4) território neutro, (Z5) território inimigo.

(Figura 7). Da mesma maneira, ao defrontar *T. bicarinatum*, o modo como *M. floricola* reagiu foi parecido como descrito para *L. humile* (situações Z1 e Z2, x^2 = 0,10; situações Z1 e Z3, x^2 = 0,21; situações Z2 e Z3, x^2 = 0,10).

Comparando como *M. floricola* se comportou em cada situação entre as espécies oponentes, apenas no território amigo se comportou de maneira semelhante quando confrontou *M. pharaonis* e *L. humile* (x^2 = 0,23) (Figura 7). Além disso, nas situações Z1, Z2 e Z3, levando-se em conta apenas a atitude ofensiva, o combate foi mais freqüente com *M. pharaonis* (Tabela 2). Nestas três situações, quando todos os comportamentos foram levados em conta, houve um predomínio da atitude ofensiva sem combate (Tabela 2). Na situação Z4, as operárias de *M. floricola* se comportaram predominantemente de forma neutra com as três espécies; porém, contra *T. bicarinatum*, houve também uma elevada freqüência de atitudes defensivas, o oposto quando comparado com as outras duas espécies, em que as atitudes ofensivas foram freqüentes (Tabela 2). Enquanto isso, na situação Z5 existiu um predomínio de atitudes defensivas quando *M. floricola* se defrontou com *L. humile* e *T. bicarinatum*, ao contrário do que ocorreu quando ela se defrontou *M. pharaonis*, em que as atitudes ofensivas predominaram (Figura 7).

Quando se analisou cada situação em separado, o tamanho das operárias oponentes influiu no comportamento adotado pelas operárias de *M. floricola* em todas as situações (Z1: C = 0,21 e p = 0,009; Z2: C = 0,31, p < 0,0001; Z3: C = 0,20, p = 0,011; Z4: C = 0,23, p = 0,002; Z5: C = 0,35, p < 0,0001).

5.2. Aspectos do forrageamento das operárias de *Monomorium floricola*

5.2.1. Análise da atratividade alimentar

As substâncias açucaradas que apresentaram o melhor desempenho e que não diferiram significativamente entre si, com a média e o erro padrão de seus respectivos índices de aceitação, foram: açúcar demerara 25,0 % (5,90 ± 1,44), açúcar refinado 75,0 % (4,39 ± 1,14), açúcar refinado 50,0 % (4,27 ± 0,69) e o açúcar invertido 100,0 % (4,26 ± 0,98). Com relação às substâncias lipídicas, aquelas que apresentaram maior atratividade e que também não diferiram significativamente entre si, com a média e o erro padrão de seus respectivos índices

Tabela 5. Atratividade por fontes de carboidratos para *Monomorium floricola*.

Fontes de carboidratos	Repetições	Índice de aceitação
melado de cana 100,0 %	10	0,18 ± 0,03a
açúcar mascavo 75,0 %	10	0,24 ± 0,05a
geléia de morango	10	0,24 ± 0,06a
açúcar demerara 100,0 %	10	0,36 ± 0,11a
açúcar mascavo 100,0 %	10	0,39 ± 0,13a
mel laranja 75,0 %	10	0,39 ± 0,07a
mel de eucalipto 100,0 %	10	0,40 ± 0,11a
geléia de amora	10	0,42 ± 0,15a
melado de cana 75,0 %	10	0,49 ± 0,10a
geléia de goiaba	10	0,50 ± 0,14a
mel de eucalipto 50,0 %	10	0,54 ± 0,08a
açúcar orgânico 100,0 %	10	0,68 ± 0,09a
geléia de figo	10	0,69 ± 0,17a
geléia de maçã	10	0,69 ± 0,14a
melado de cana 50,0 %	10	0,73 ± 0,12a
mel laranja 100,0 %	10	0,73 ± 0,27a
mel de eucalipto 75,0 %	10	0,84 ± 0,17a
geléia de laranja	10	0,84 ± 0,15a
açúcar mascavo 25,0 %	10	0,89 ± 0,13a
mel silvestre 25,0 %	160	1,00 ± 0,00a
geléia de abacaxi	10	1,04 ± 0,20a
karo 50,0 %	10	1,04 ± 0,16a
xarope de milho100,0 %	10	1,08 ± 0,21a
karo 75,0 %	10	1,14 ± 0,18a
açúcar demerara 10,0 %	10	1,22 ± 0,14a
geléia de uva	10	1,22 ± 0,28a
açúcar mascavo 50,0 %	10	1,25 ± 0,31a
açúcar refinado 100,0 %	10	1,30 ± 0,19a
mel laranja 50,0 %	10	1,31 ± 0,20a
açúcar invertido 10,0 %	10	1,32 ± 0,35a
açúcar orgânico 10,0 %	10	1,36 ± 0,20a
mel laranja 25,0 %	10	1,36 ± 0,25a
açúcar de confeiteiro 100,0 %	10	1,40 ± 0,29a
açúcar refinado 10,0 %	10	1,47 ± 0,20a
açúcar refinado 25,0 %	10	1,48 ± 0,18a

Fontes de carboidratos	Repetições	Índice de aceitação
mel silvestre 100,0 %	10	1,49 ± 0,86a
açúcar de confeiteiro 50,0 %	10	1,50 ± 0,19a
açúcar invertido 75,0 %	10	1,60 ± 0,34a
mel silvestre 10,0 %	10	1,61 ± 0,39a
xarope de milho 75,0 %	10	1,62 ± 0,31a
mel silvestre 75,0 %	10	1,65 ± 0,82a
açúcar de confeiteiro 75,0 %	10	1,70 ± 0,29a
açúcar invertido 25,0 %	10	1,74 ± 0,40a
karo 100,0 %	10	1,74 ± 0,62a
mel laranja 10,0 %	10	1,80 ± 0,30a
açúcar orgânico 25,0 %	10	1,82 ± 0,37a
açúcar mascavo 10,0 %	10	1,84 ± 0,50a
xarope de milho10,0 %	10	1,88 ± 0,71a
karo 10,0 %	10	1,91 ± 0,79a
mel de eucalipto 10,0 %	10	1,96 ± 0,46a
melado de cana 25,0 %	10	1,97 ± 0,94a
karo 25,0 %	10	2,11 ± 0,61a
xarope de milho 25,0 %	10	2,17 ± 0,60a
açúcar de confeiteiro 25,0 %	10	2,18 ± 0,42a
mel de eucalipto 25,0 %	10	2,24 ± 0,59a
xarope de milho 50,0 %	10	2,24 ± 0,51a
açúcar orgânico 75,0 %	10	2,29 ± 0,52a
açúcar de confeiteiro 10,0 %	10	2,34 ± 0,93a
açúcar demerara 75,0 %	10	2,36 ± 0,47a
açúcar orgânico 50,0 %	10	2,46 ± 0,33a
mel silvestre 50,0 %	10	2,91 ± 0,69a
açúcar demerara 50,0 %	10	2,98 ± 0,76a
melado de cana 10,0 %	10	3,17 ± 1,58a
açúcar invertido 50,0 %	10	3,18 ± 0,33a
açúcar invertido 100,0 %	10	4,26 ± 0,98b
açúcar refinado 50,0 %	10	4,27 ± 0,69b
açúcar refinado 75,0 %	10	4,39 ± 1,14b
açúcar demerara 25,0 % (controle)	10	5,90 ± 1,44b

Nota. Médias seguidas pela mesma letra não diferiram estatisticamente entre si pelo teste Dunnett, a 5,0 % de probabilidade.

Tabela 6. Atratividade por fontes de lipídios para *Monomorium floricola*.

Fontes de lipídios	Repetições	Índice de aceitação
óleo de canola	10	0,71 ± 0,07a
óleo de milho	10	0,90 ± 0,09a
óleo de gergelim torrado	10	0,95 ± 0,23a
óleo de figado de bacalhau	10	0,97 ± 0,08a
óleo de amendoim	50	1,00 ± 0,00a
azeite de oliva preta	10	1,04 ± 0,19a
banha de porco	10	1,06 ± 0,17a
óleo de algodão	10	1,07 ± 0,12a
óleo de arroz	10	1,10 ± 0,19a
azeite de dendê	10	1,10 ± 0,1a
óleo de germe de trigo	10	1,18 ± 0,14a
óleo de girassol	10	1,22 ± 0,20a
óleo de semente de uva	10	1,24 ± 0,25a
óleo de amêndoas doces	10	1,26 ± 0,19a
óleo de alho	10	1,31 ± 0,26a
azeite de oliva verde	10	1,32 ± 0,14a
óleo de alecrim	10	1,37 ± 0,28a
óleo de soja	10	1,41 ± 0,25b
margarina c/sal	10	1,66 ± 0,18b
manteiga s/sal	10	1,91 ± 0,25b
gordura vegetal	10	2,18 ± 0,33b
margarina s/sal	10	2,32 ± 0,34b
manteiga c/sal (controle)	10	2,34 ± 0,52b

Nota. Médias seguidas pela mesma letra não diferiram estatisticamente entre si pelo teste Dunnett, a 5,0 % de probabilidade.

Tabela 7. Número médio de operárias de *Monomorium floricola* atraídas durante 1 h pelas fontes de carboidratos e lipídicas que apresentaram os melhores índices de atratividade.

Fonte alimentar	Número médio de operárias
açúcar demerara 25%	184,4 ± 26,2a
açúcar refinado 75%	259,5 ± 27,1a
manteiga c/sal	33,4 ± 3,1b
gordura vegetal	62,3 ± 5,2b

Nota. Médias seguidas pela mesma letra não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5,0 % de probabilidade.

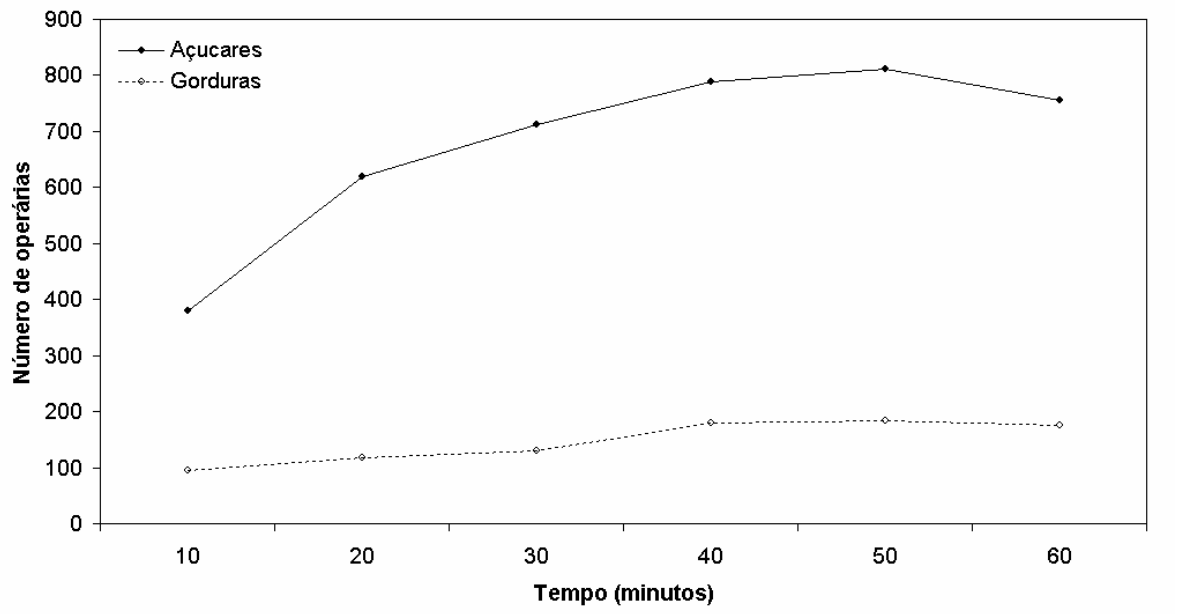


Figura 8. O número de operárias de *Monomorium floricola* que visitaram as fontes durante o teste de atratividade, quando as substâncias açucaradas e gordurosas foram testadas em conjunto.

de aceitação, foram: manteiga com sal (2,34 ± 0,52), margarina sem sal (2,32 ± 0,34), gordura vegetal (2,18 ± 0,33), manteiga sem sal (1,91 ± 0,25), margarina com sal (1,66 ± 0,18) e óleo de soja (1,41 ± 0,25). Os índices de atratividade para as demais substâncias se encontram nas tabelas 5 e 6. Como uma particularidade das substâncias lipídicas, percebeu-se que havia um maior número de operárias sobre o papel alumínio do que sobre o alimento, o contrário do que ocorreu com as açucaradas.

Quando as duas substâncias mais atrativas de cada fonte alimentar foram testadas em conjunto, as substâncias açucaradas tiveram um desempenho superior às lipídicas (Tabela 7). Além disso, a atratividade das substâncias açucaradas aumentou acentuadamente com o tempo, estabilizando após 40 min, enquanto a atratividade das substâncias lipídicas se manteve praticamente constante, em um nível inferior às açucaradas (Figura 8).

5.2.2. Comportamento de coleta e tempo de permanência na fonte de alimento em diferentes níveis de concentrações de açúcar

Quando a operária de *M. floricola* se deparava com uma fonte de alimento, ela apresentou um repertório distinto de comportamentos, ilustrados na figura 9. Na tabela 8 são apresentados os comportamentos com as suas respectivas freqüências. A seguir, uma descrição por categorias de compartamentos:

Pré-ingestão do alimento. Inicialmente, a operária ao encontrar uma fonte de alimento realizava um contato com o alimento, utilizando-se das antenas (ato 1A). Em seguida, ela podia tocar algumas vezes o alimento com as peças bucais, e novamente, tocar com as antenas (ato 1B). Possivelmente, ao tocar o alimento com as peças bucais, a operária poderia estar ingerindo um pouco do alimento.

Ingestão do alimento. A operária ingere o alimento e armazena no papo (ato 2). Durante a ingestão, a operária permanecia com o corpo imóvel, podendo realizar alguns movimentos com as antenas e o gáster. Uma das antenas ou ambas podiam permanecer em repouso sobre a cabeça da operária, ou realizar movimentos sobre

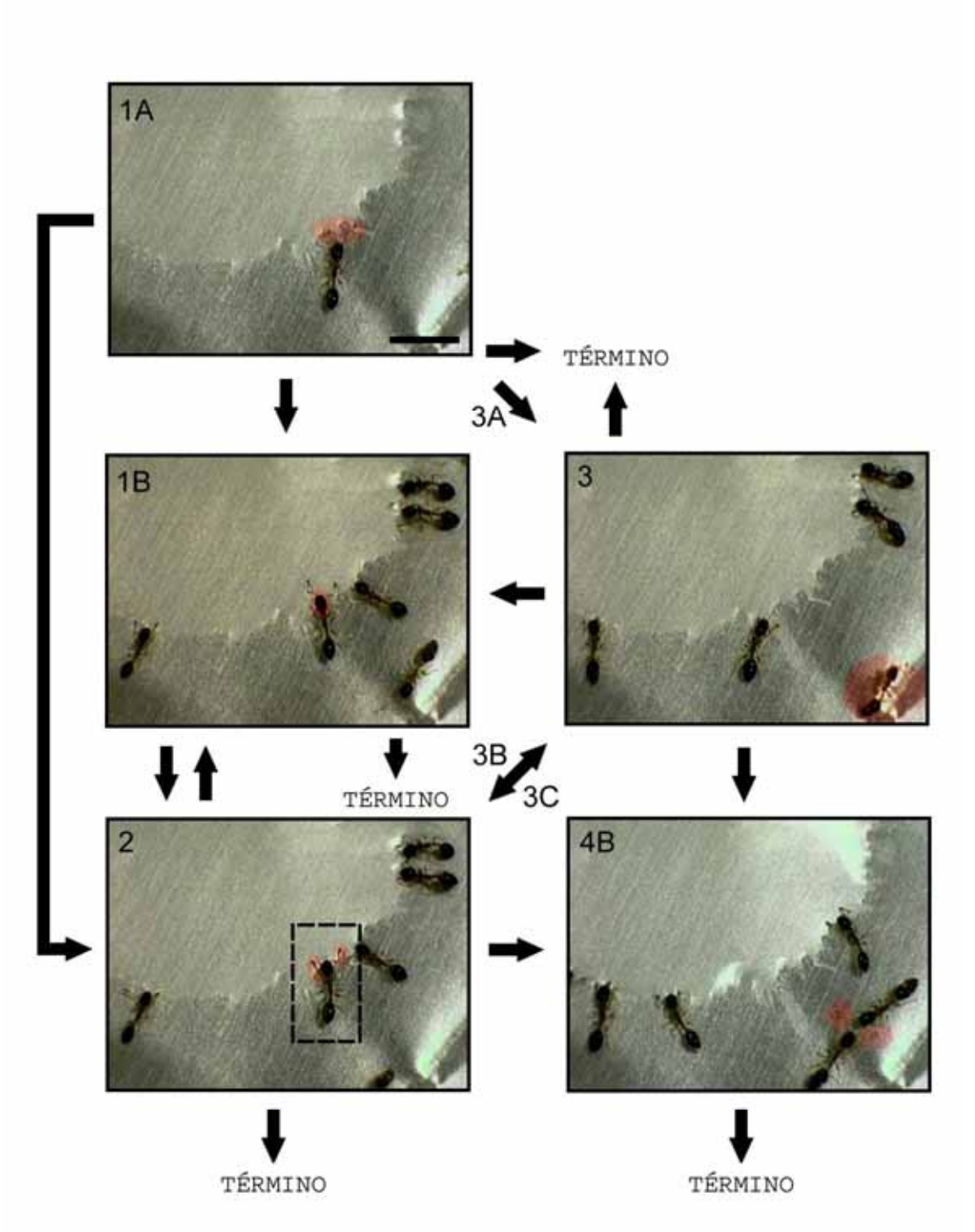


Figura 9. Seqüências de atos comportamentais que ocorreram durante a coleta do alimento pelas operárias de *Monomorium floricola*: (1A) Antenação inicial do alimento; (1B) Toques no alimento com as peças bucais e antenação; (2) Ingestão do alimento, mostrando posição típica adotada pela operária; (3) Limpeza das antenas; (4B) Antenação com as operárias que transitavam nas proximidades, ao término da “Ingestão do alimento”. Tamanho da barra: 2,5 mm.

Tabela 8. Atos comportamentais observados nas três colônias e as suas respectivas porcentagens durante a coleta do alimento pelas operárias de *Monomorium floricola* em diferentes concentrações de açúcar invertido (AI).

Comportamentos durante a coleta do alimento	**Número de operárias por colônia para cada fonte alimentar**					
	AI10	**AI25**	**AI50**	**AI75**	**AI100**	**Geral**
(1A) Antenação inicial do alimento	180+60+54 (294=100%)	102+81+55 (238=100%)	71+49+37 (157=100%)	59+24+28 (111=100%)	71+80+69 (220=100%)	1020 (100%)
(3A) Limpeza da antena após a antenação inicial do alimento	6+3+4 (13=4,4%)	4+3+3 (10=4,2%)	5+3+5 (13=8,3%)	1+5+2 (8=7,2%)	5+8+10 (23=11,5%)	67 (6,6%)
(1B) Toques no alimento com as peças bucais e antenação	52+18+8 (78=26,5%)	41+47+32 (120=50,4%)	36+22+33 (91=57,9%)	22+8+13 (43=38,7%)	20+38+28 (86=39,1%)	418 (40,9%)
(2) Ingestão do alimento	94+35+24 (153=52,0%)	90+69+45 (204=85,7%)	61+35+29 (125=79,6%)	39+20+27 (86=77,5%)	44+28+38 (110=50,0%)	678 (66,5%)
(3B) Limpeza da antena durante a “Ingestão do alimento”	1+0+0 (1=0,7%)	0+0+0 (0%)	0+1+1 (2=1,6%)	1+0+0 (1=1,2%)	0+0+0 (0%)	4 (0,6%)
(3C) Limpeza da antena após a “Ingestão do alimento”	1+1+1 (3=1,9%)	9+1+0 (10=4,9%)	2+1+5 (8=6,4%)	1+1+1 (3=3,5%)	2+4+5 (11=10%)	35 (5,2%)
(4A) Tocar com as antenas as outras operárias que estão ingerindo o alimento, ao término da “Ingestão do alimento”	47+18+11 (76=49,7%)	46+23+28 (97=47,5%)	23+11+19 (53=42,4%)	29+16+21 (66=76,7%)	20+10+15 (45=40,9%)	337 (49,7%)
(4B) Antenação com as operárias que transitam nas proximidades, ao término da “Ingestão do alimento”	60+8+17 (85=55,6%)	64+56+39 (159=77,9%)	38+29+16 (83=66,4%)	31+18+19 (68=79,1%)	36+19+25 (80=72,7%)	475 (70,1%)

Nota. As porcentagens dos atos (1B), (2) e (3A) estão relacionadas com o ato (1A), enquanto que as porcentagens dos atos (3B), (3C), (4A) e (4B) estão relacionadas com o ato (2).

Tabela 9. Tempo gasto (média ± erro padrão) em cada uma das fases do comportamento de coleta do açúcar invertido, nas diferentes concentrações, pelas operárias de *Monomorium floricola*.

Fonte alimentar	Tempo das fases do comportamento de coleta		
	Pré-ingestão		Ingestão do alimento (segundos)
	Antenação inicial do alimento (centésimos de segundo)	Toques no alimento com as peças bucais e antenação (segundos)	
Açúcar invertido 10%	222,1 ± 19,8a	3,8 ± 0,6a	136,0 ± 7,2a
Açúcar invertido 25%	183,3 ± 17,9ac	5,9 ± 0,9ac	171,7 ± 13,8ab
Açúcar invertido 50%	189,6 ± 23,5ac	9,3 ± 1,4bc	271,2 ± 21,2b
Açúcar invertido 75%	195,8 ± 20,3ac	11,3 ± 1,9b	444,6 ± 23,8c
Açúcar invertido 100%	125,1 ± 12,2bc	4,6 ± 1,0ac	549,1 ± 54,5c

Nota. Médias e erros padrões seguidos pela mesma letra não diferiram estatisticamente entre si pelo teste Tukey, a 5,0 % de probabilidade.

Tabela 10. Percentual de operárias de *Monomorium floricola* que enchiam ou não completamente o papo nas diferentes concentrações.

Estado do papo	Concentrações do açúcar invertido				
	10,0 %	25,0 %	50,0 %	75,0 %	100,0 %
Cheio	87,0 %a	90,0 %a	87,0 %a	77,0 %b	60,0 %b
Não cheio	13,0 %a	10,0 %a	13,0 %a	23,0 %b	40,0 %b

Nota. Percentuais seguidos pela mesma letra não diferiram estatisticamente entre si pelo teste do qui-quadrado, a 5,0 % de probabilidade.

o alimento. Além disso, a operária podia interromper a ingestão do alimento em um local, se movimentar e reiniciar a ingestão no mesmo ou em outro local. Comparando as diferentes concentrações do açúcar invertido, verificou-se que nas concentrações acima de 25,0 %, as operárias gastavam mais tempo para ingerir (Tabela 9). Além disso, percebeu-se que nas concentrações acima de 50,0 % um maior número de operárias, selecionadas aleatoriamente, não enchiam completamente os seus papos (Tabela 10). Enquanto parte das operárias estavam ingerindo o alimento, uma outra parte transitava ao redor do alimento, provavelmente se preparando para coletar o alimento, levar o alimento recém coletado para a colônia ou realizando a defesa da fonte de alimento.

Pós-ingestão do alimento. Ao término da ingestão, a operária podia tocar com as suas antenas no corpo das outras operárias que estavam ingerindo o alimento (ato 4A), e também, realizar a antenação com outras operárias que estavam transitando nas proximidades do alimento (ato 4B).

Limpeza das antenas. Este ato podia ocorrer em várias situações: logo após a antenação inicial do alimento (ato 3A); durante a ingestão do alimento (ato 3B), no qual a operária cessava por um momento a ingestão, limpava as antenas, e retomava a ingestão; e ao término da ingestão do alimento (ato 3C). Além disso, visualizou-se a limpeza das antenas antes do contato com a fonte, e também, outros tipos de limpeza, como das pernas anteriores e do gáster. Porém, estes últimos atos não foram quantificados.

5.2.3. Análise da preferência do alimento em termos quantitativos

Na análise de uma possível influência na escolha do alimento, oferecido para as colônias em quantidades progressivas, tanto para o açúcar invertido como o coleóptero, quanto maior a quantidade oferecida, maior foi o número de operárias coletando o alimento nas três espécies de formigas (Tabela 11). Este fato foi mais evidente quando o coleóptero foi utilizado como fonte de alimento.

Em geral, no caso do açúcar invertido, comparando o controle (menor quantidade) com os demais valores, 3x e 4x se mostraram estatisticamente diferentes (*M. floricola*: $Fr = 36,9$ e $p < 0,0001$; *M. pharaonis*: $Fr = 24,8$ e $p < 0,0001$;

Tabela 11. Índices de atratividade dos alimentos nas diferentes quantidades oferecidas para as operárias das três espécies de formigas urbanas.

Quantidade do alimento[2]	Alimentos utilizados / Índice de atratividade[1]					
	Açúcar invertido			Larvas de besouros		
	M. floricola	*M. pharaonis*	*T. bicarinatum*	*M. floricola*	*M. pharaonis*	*T. bicarinatum*
1x (controle)	1,00a	1,00a	1,00a	1,00a	1,00a	1,00a
2x	1,10a (0,76 - 2,07)	1,45ac (0,84 - 2,78)	1,32ab (0,53 - 2,00)	1,68ab (1,11 - 2,85)	1,79ac (1,19 - 2,91)	1,79b (1,01 - 3,34)
3x	1,46b (1,20 - 2,19)	1,77bc (1,08 - 3,17)	1,34b (0,83 - 2,86)	2,30bc (1,90 - 3,59)	2,68bc (1,39 - 3,75)	2,62bc (1,34 - 4,33)
4x	1,83b (1,18 - 2,73)	1,80b (0,85 - 3,37)	1,67b (0,70 - 3,56)	3,03c (2,09 - 4,48)	2,93b (1,88 - 4,07)	3,20c (2,12 - 6,11)

Nota. [1]Medianas seguidas pela mesma letra não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Friedman, a 5,0 % de probabilidade; as medianas estão acompanhadas de seus respectivos intervalos. [2]Os valores das quantidades oferecidas foram: açúcar invertido (1x = 0,2 ml) e larvas de besouros (*T. molitor*: 1x = 0,07 a 0,10 g; *Zophobas* sp.: 1x = 0,18 a 0,23 g); as larvas de *T. molitor* foram oferecidas para as duas espécies de *Monomorium*, enquanto que as larvas de *Zophobas* sp. foram oferecidas para *T. bicarinatum*.

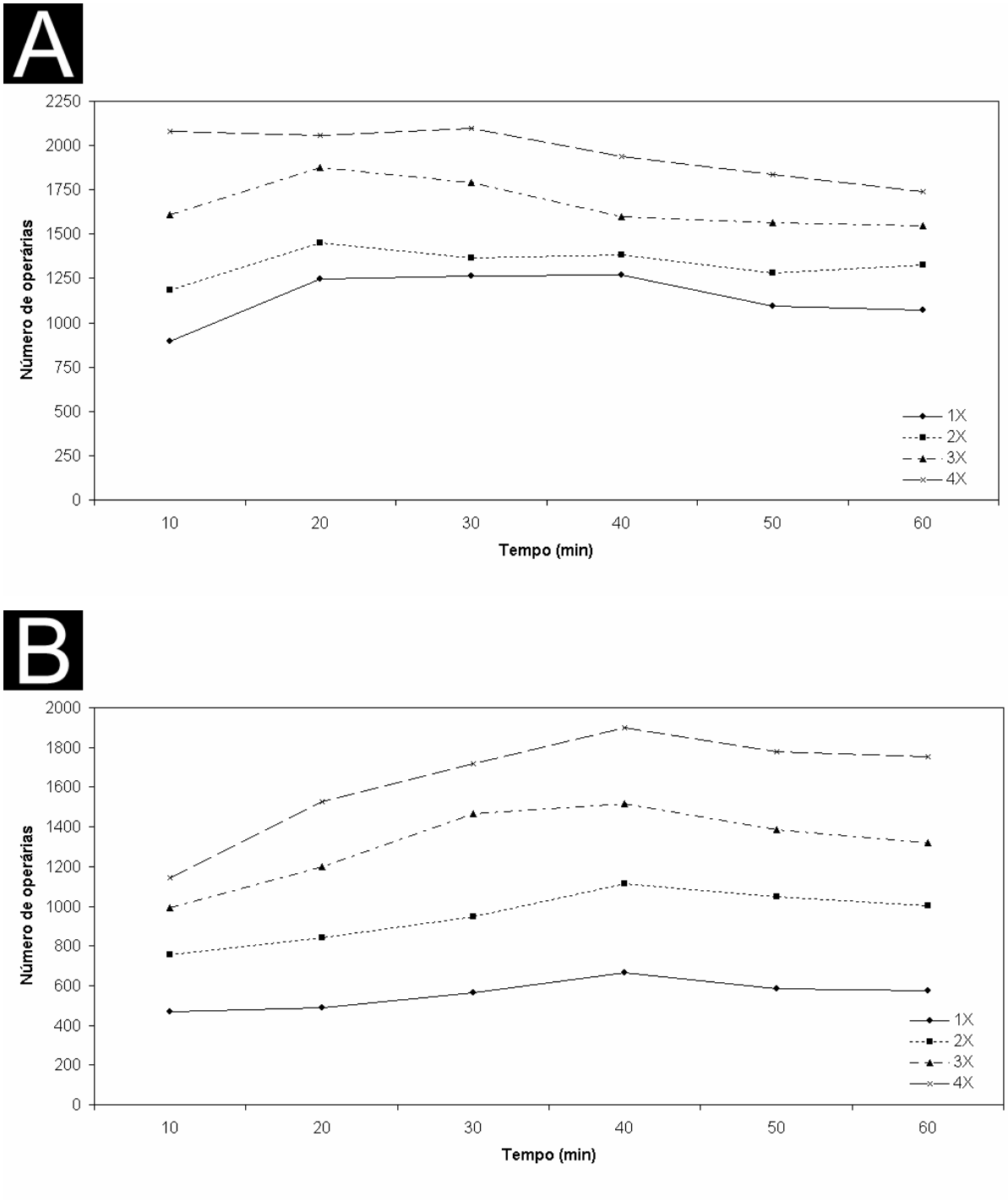


Figura 10. Representação gráfica da atividade de forrageamento das operárias de *Monomorium floricola* nas diferentes quantidades de alimento: (A) açúcar invertido, (B) *Tenebrio molitor*.

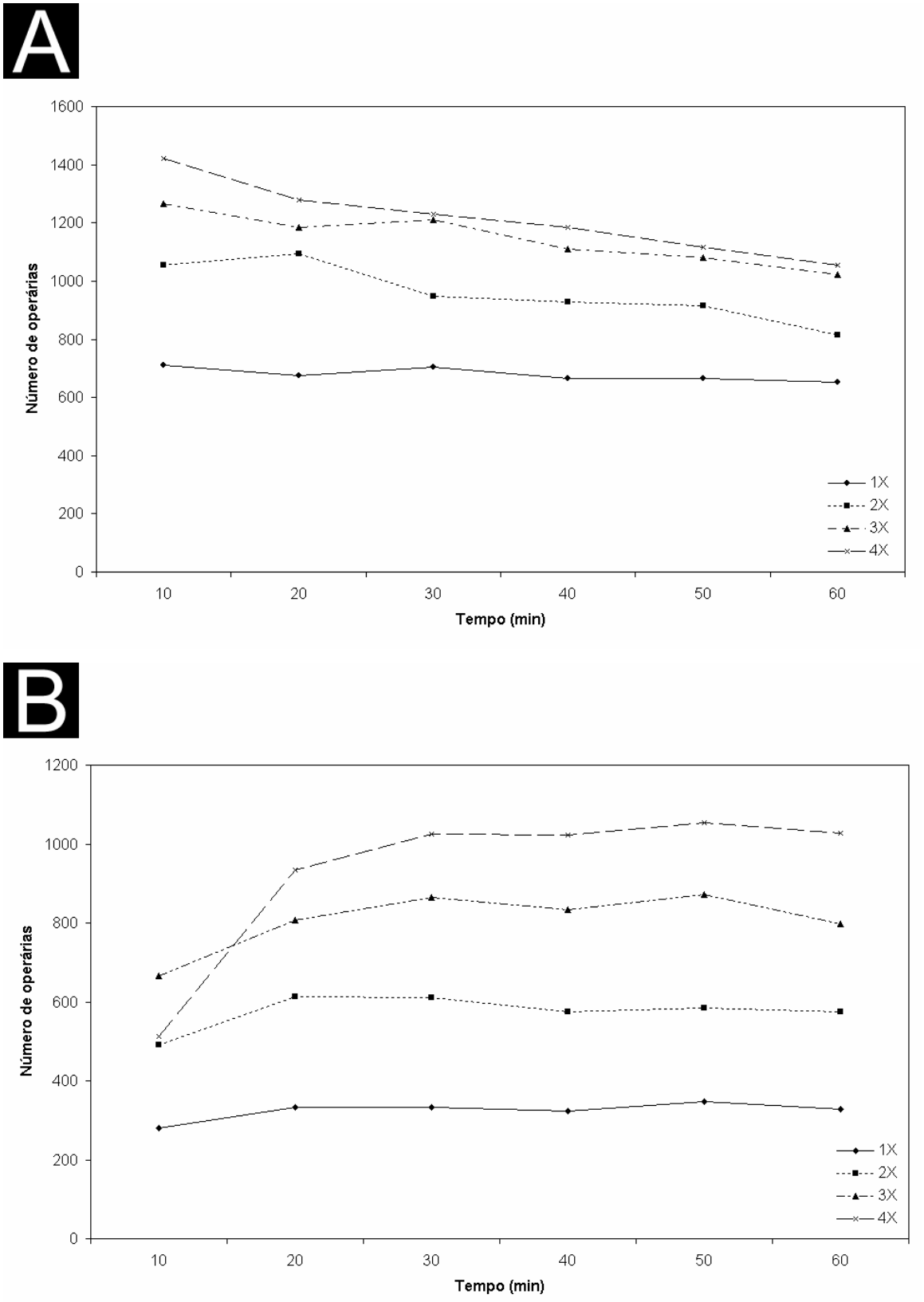


Figura 11. Representação gráfica da atividade de forrageamento das operárias de *Monomorium pharaonis* nas diferentes quantidades de alimento: (A) açúcar invertido, (B) *Tenebrio molitor*.

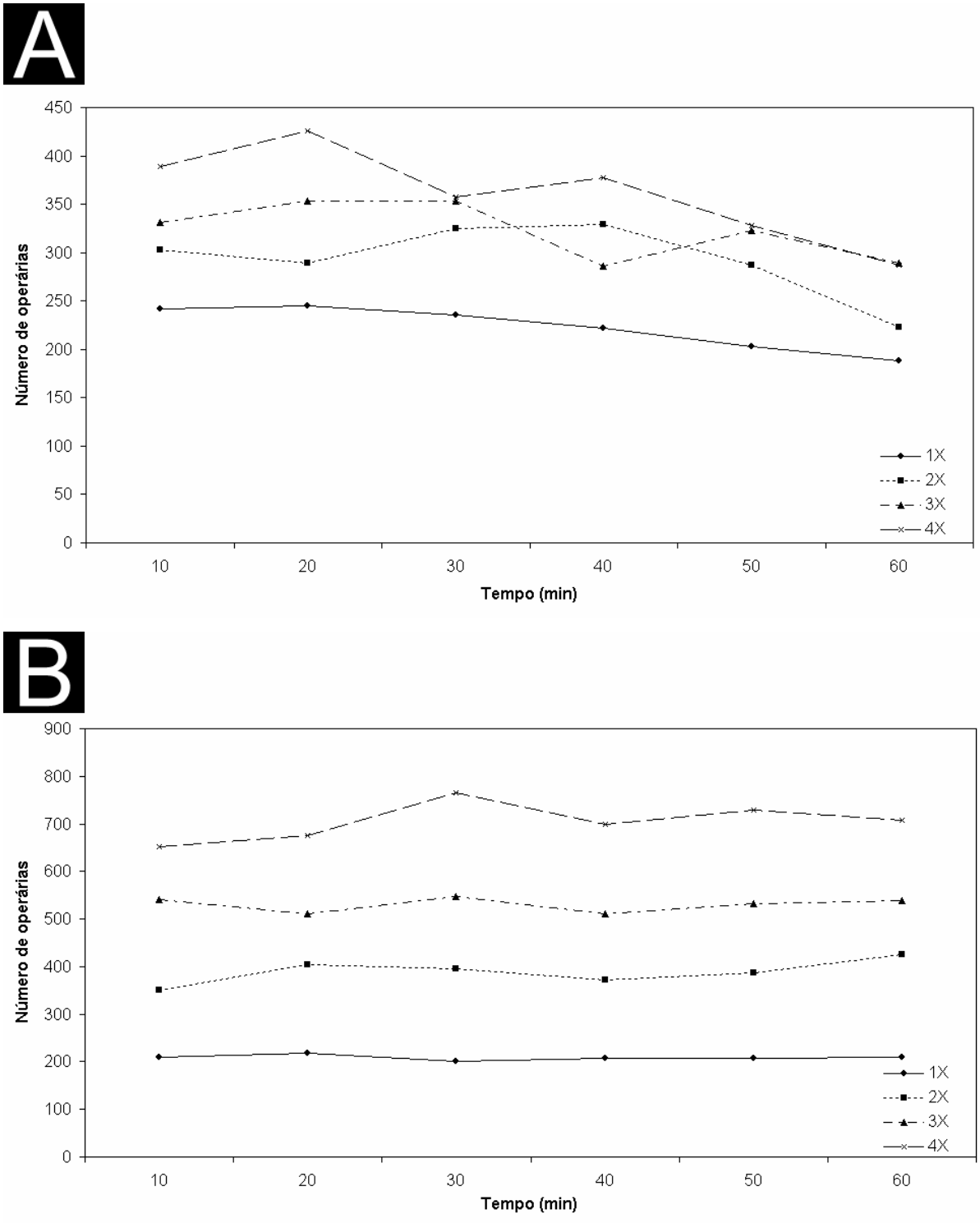


Figura 12. Representação gráfica da atividade de forrageamento das operárias de *Tetramorium bicarinatum* nas diferentes quantidades de alimento: (A) açúcar invertido, (B) *Zophobas sp*.

T. bicarinatum: Fr = 12,5 e p = 0,006). Da mesma forma, comparando o controle com as demais quantidades oferecidas de coleópteros, 3x e 4x se mostraram estatisticamente diferentes para *M. floricola* (Fr = 41,6, p < 0,0001) e *M. pharaonis* (Fr = 42,9, p < 0,0001). Entretanto, para *T. bicarinatum* todos os valores diferiram entre si (Fr = 36,7, p < 0,0001).

Com relação ao comportamento de coleta de *M. floricola* no período, com a exceção da quantidade 4x, ocorreu um aumento inicial seguido por uma ligeira queda e estabilização no número de operárias coletando o açúcar invertido. Para o coleóptero, ocorreu um aumento até os primeiros 40 min seguido de uma ligeira queda e estabilização no número de operárias coletando a hemolinfa do coleóptero (Figura 10).

Com *M. pharaonis*, para o açúcar invertido, o comportamento de coleta das operárias durante o período manteve-se estável para a quantidade 1x e diminuiu lentamente para as demais quantidades. Quanto ao coleóptero, a coleta manteve-se estável para a quantidade 1x, mas aumentou inicialmente e em seguida se estabilizou nas demais quantidades (Figura 11).

E para *T. bicarinatum*, com o açúcar invertido, durante o período a coleta diminui ligeiramente para a quantidade 1x, com as demais quantidades não apresentando um gráfico de padrão definido. Mas para o coleóptero, as coletas se mantiveram estáveis, com a exceção da quantidade 4x, que apresentou um aumento inicial, seguido por uma ligeira queda e estabilização (Figura 12).

5.2.4. Comparação entre as fontes de diferentes qualidades nutricionais, em termos quantitativos

Analisando se a qualidade nutricional do alimento, oferecido em diferentes quantidades, influenciava no comportamento de forrageamento das operárias de *M. floricola*, verificou-se que em todas as composições o açúcar invertido foi mais atrativo do que a larva do besouro (Tabela 12). Interessante notar que apesar de um maior número de operárias estarem coletando alimento na maior quantidade de açúcar, as razões entre o açúcar e larva de besouro nas composições 2A-2T e 4A-2T não se mostraram diferentes. A diferença ocorreu quando estas composições foram comparadas com 2A-4T, em que a maior quantidade da larva do besouro interferiu na escolha das colônias.

Tabela 12. Valores obtidos com *Monomorium floricola* na comparação entre as fontes de diferentes qualidades nutricionais, em termos quantitativos.

		Quantidades comparadas[1]		
		2A-2T	2A-4T	4A-2T
Número de operárias[3]	A	1008 ± 55a (543-1361)	974 ± 86a (581-1545)	1376 ± 65a (1060-2024)
	T	308 ± 20b (190-413)	554 ± 27b (393-795)	308 ± 17b (221-439)
A / T[4]		3,59 ± 0,41a (1,58-7,16)	1,89 ± 0,41b (0,94-3,32)	4,66 ± 0,36a (2,77-8,43)
Tempo de coleta[23]	A	310,9 ± 24,0a (46,0-797,0)	416,9 ± 25,2a (42,0-763,0)	335,4 ± 20,6a (32,0-771,0)
	T	185,7 ± 16,5b (23,0-654,0)	407,9 ± 36,0a (25,0-1159,0)	235,4 ± 23,1b (29,0-1017,0)

Nota. [1]Abreviações: açúcar (A) e besouro (T). [2]O tempo é fornecido em segundos. [3]Nas colunas de cada combinação, as médias seguidas pela mesma letra não diferiram estatisticamente entre si pelo teste t de Student, a 5,0 % de probabilidade. [4]Na linha, médias seguidas pela mesma letra não diferiram estatisticamente entre si pelo teste Tukey, a 5,0 % de probabilidade.

Tabela 13. Avaliação da atratividade dos alimentos pelas operárias de *Monomorium floricola* em diferentes distâncias do alimento para com o ninho.

Distância do ninho	Alimentos utilizados / Índice de atratividade	
	Açúcar invertido	***Tenebrio molitor***
10,0 cm	1,27 ± 0,28a (0,71-1,86)	1,01 ± 0,19a (0,62-1,28)
30,0 cm	1,05 ± 0,38ac (0,56-2,01)	0,91 ± 0,14ac (0,76-1,29)
60,0 cm	0,84 ± 0,20bc (0,50-1,27)	0,90 ± 0,17ad (0,65-1,20)
90,0 cm	0,65 ± 0,21b (0,39-1,11)	0,82 ± 0,17bcd (0,60-1,15)
120,0 cm	0,21 ± 0,11d (0,09-0,44)	0,34 ± 0,15e (0,17-0,76)

Nota. Médias seguidas pela mesma letra não diferiram estatisticamente entre si pelo teste Tukey, a 5,0 % de probabilidade. As médias estão acompanhadas dos seus respectivos desvios padrões e intervalos.

Com relação ao tempo de coleta do alimento, em todas as composições as operárias demoravam mais tempo para coletar o açúcar invertido, com a exceção da composição 2A-4T, em que as operárias não diferiram em seus tempos de coleta nos dois tipos de alimentos (Tabela 12).

5.2.5. Efeito da distância dos alimentos da colônia no forrageamento

Avaliando o forrageamento das operárias de *M. floricola* em distâncias progressivas, tanto para o açúcar invertido como o coleóptero, quanto maior à distância a fonte de alimento estiver da colônia, menor foi o número de operárias sobre o alimento. Comparando apenas com a menor distância (10,0 cm), no caso do açúcar invertido este fato ocorria a partir da distância de 60,0 cm da colônia, enquanto que para o coleóptero, isto acontecia a partir da distância de 90,0 cm da colônia (Tabela 13).

5.3. Morfologia externa de *Monomorium floricola*

5.3.1. Descrição dos imaturos – larvas e pupas

Primeiro ínstar larval. CORPO: Esbranquiçado, perfil delgado, somitos anteriores distinguíveis e ânus subterminal (Figuras 13A, 13B). Corpo no formato pheidolóide. Os pêlos estão distribuídos uniformemente pelo corpo da larva, acompanhando linearmente a disposição da segmentação, variando entre 300 a 400 pêlos (N = 5). A maioria dos pêlos é do tipo A (0,013 ± 0,001 mm de comprimento; 0.012 - 0.014 mm; N = 13), havendo também pêlos do tipo B (0,010 - 0,015 mm de comprimento; N = 6) (Figura 13C) (Tabela 14). O comprimento do corpo da larva foi de 0,38 ± 0,05 mm (N = 50), com as medidas variando entre 0,28 mm e 0,51 mm. A largura do corpo da larva foi de 0,15 ± 0,01 mm (N = 50), com as medidas variando entre 0,12 mm e 0,18 mm. Presença de 10 pares de espiráculos (0,002 - 0,008 mm de diâmetro; N = 100), sendo que o 1º par torácico é maior que os demais, que medem praticamente o mesmo tamanho; o óstio não é ornamentado (Figura 13D). O comprimento do corpo através dos espiráculos foi de 0.57 ± 0.17 mm (N = 10), com as medidas variando entre 0,33 mm e 0,76 mm. CAPSULA CEFÁLICA: A largura da cápsula cefálica é de 0,12 mm (N = 32). Apresenta um formato subcircular (Figura 14A), com a presença

de um par de orifícios na borda da gena com o 1º segmento torácico (Figura 14B). Existem 26 pêlos na cabeça, distribuídos da seguinte maneira: quatro pêlos na borda ventral do clípeo (Figura 14C), seis pêlos em cada gena, quatro pêlos na fronte, dois pêlos no vértex e quatro pêlos na borda occipital. A maioria das larvas apresenta na cabeça apenas pêlos do tipo A (0,011 ± 0,002 mm de comprimento; 0,009 - 0,014 mm; N = 10), com algumas possuindo também pêlos do tipo B (0,010 mm de comprimento; N = 1), encontrado na gena (Tabela 14). Espinhos ausentes. Clípeo bem delimitado na cápsula cefálica, com ausência de sensilas. PEÇAS BUCAIS (Figura 14C): Labro bilobado (0,065 mm de comprimento e 0,023 mm de largura; N = 1), com seis sensilas setáceas na face anterior (0,002 mm de comprimento; N = 9), e seis sensilas basicônicas na borda ventral (Figura 15A). Mandíbula ectatommóide (0,040 ± 0,003 mm de comprimento; 0,035 - 0,045 mm; N = 10), fracamente esclerotizada e com a presença de três dentes (Figura 15C). Maxila conoidal (0,037 mm de comprimento e 0,030 mm de largura; N = 1), com duas sensilas setáceas; palpo maxilar do tipo “skewed ped”, com duas sensilas basicônicas e uma sensila encoberta; galea com duas sensilas basicônicas (Figura 15B). Lábio em forma de elipse (0,044 mm de comprimento; N = 1), com quatro sensilas setáceas na borda ventral; palpo labial do tipo digitiforme com duas sensila basicônicas (Figura 15D). Na superfície do lábio não há espinhos.

Segundo ínstar larval. CORPO: Esbranquiçado, perfil delgado, somitos anteriores distinguíveis, ânus subterminal e corpo no formato pheidolóide (Figuras 16A, 16B). Os pêlos estão distribuídos uniformemente pelo corpo da larva, acompanhando linearmente a disposição da segmentação, variando entre 400 a 500 pêlos (N = 5). A maioria dos pêlos é do tipo C (0,029 ± 0,002 mm de comprimento; 0,026 - 0,033 mm; N = 15; Figura 16C). Há também pêlos do tipo B (0,020 mm de comprimento; N = 1; Figura 16C), tipo D (0,018 - 0,023 mm de comprimento; N = 5; Figura 17C) e tipo E (0,022 - 0,028 mm de comprimento; N = 2; Figura 19C), na região ventral do tórax e ao redor do ânus (Tabela 14). O comprimento do corpo da larva foi de 0,51 ± 0,06 mm (N = 50), com as medidas variando entre 0,38 mm e 0,66 mm. A largura do corpo da larva foi de 0,18 ± 0,02 mm (N = 50), com as medidas variando entre 0,15 mm e 0,24 mm. Presença de 10 pares de espiráculos (0,005 - 0,013 mm de diâmetro; N = 100), sendo que o 1º par torácico é maior que os demais, que medem praticamente o mesmo tamanho; o óstio não é ornamentado. O comprimento do

corpo através dos espiráculos foi de 0,77 ± 0,07 mm (N = 10), com as medidas variando entre 0,68 mm e 0,87 mm. CAPSULA CEFÁLICA (Figura 17A): A largura da cápsula cefálica é de 0,15 mm (N = 38), apresentando um formato subcircular. Antena possui três sensilas basicônicas (Figura 17B) contidas em uma estrutura levemente elevada com formato elíptico (0,006 mm de comprimento e 0,004 mm de largura; N = 1). Existem 28 pêlos na cabeça, distribuídos da seguinte maneira: quatro pêlos do tipo D na borda ventral do clípeo; sete pêlos em cada gena, um do tipo A (margeando a maxila), quatro do tipo C e dois do tipo D (margeando o clípeo); dois pêlos do tipo C e dois pêlos do tipo D na fronte, margeando o clípeo; dois pêlos do tipo C no vértex; e quatro pêlos do tipo C na borda occipital. O comprimento dos pêlos é: tipo A (0,011 - 0,014 mm; N = 2), tipo C (0,022 - 0,030 mm; N = 4) e tipo D (0,015 - 0,023 mm; N = 9). Espinhos ausentes. Clípeo bem delimitado na cápsula cefálica, com ausência de sensilas. PEÇAS BUCAIS (Figura 18A): Labro bilobado (0,067 mm de comprimento e 0,028 mm de largura; N = 1), com seis pêlos do tipo A (0,005 - 0,009 mm de comprimento; N = 9) na face anterior, e quatro sensilas setáceas (0,002 - 0,003 mm de comprimento; N = 7) e duas sensilas basicônicas na borda ventral; cada uma das sensilas basicônicas esta associada a uma sensila setácea. Mandíbula ectatommóide (0,051 ± 0,002 mm de comprimento; 0,048 - 0,055 mm; N = 10), moderadamente esclerotizada e com a presença de três dentes; na base da mandíbula existe uma sensila basicônica. Maxila conoidal (0,033 mm de comprimento e 0,024 mm de largura; N = 1; Figura 18B) com dois pêlos do tipo A (0,004 - 0,009 mm de comprimento; N = 9); em alguns espécimes em vez do pêlo, há uma sensila setácea (0,003 mm de comprimento; N = 1). Palpo maxilar do tipo “skewed peg” (0,010 mm de comprimento, 0,007 mm de largura e 0,006 mm de altura; N = 1), com duas sensilas setáceas (0,002 - 0,003 mm de comprimento; N = 4) e uma sensila encoberta; galea do tipo digitiforme (0,004 mm de comprimento, 0,003 mm de largura e 0,010 mm de altura; N = 1), também com duas sensilas setáceas (0,002 - 0,003 mm de comprimento; N = 6). Lábio em forma de elipse (0,050 mm de comprimento; N = 1), com quatro pêlos do tipo A na borda ventral (0,004 - 0,010 mm de comprimento; N = 5); palpo labial do tipo digitiforme com apenas uma sensila setácea (0,002 - 0,003 mm de comprimento; N = 5). Presença de duas sensilas basicônicas, abaixo da fiandeira, uma de cada lado. Na superfície do lábio não há espinhos.

Terceiro ínstar larval. CORPO: Esbranquiçado, perfil delgado, somitos anteriores distinguíveis, ânus subterminal e corpo no formato pheidolóide (Figuras 19A, 19B, 20C). Os pêlos estão distribuídos uniformemente pelo corpo da larva, acompanhando linearmente a disposição da segmentação, variando entre 500 a 600 pêlos (N = 5). A maioria dos pêlos é do tipo C (0,028 ± 0,003 mm de comprimento; 0,024 - 0,034 mm; N = 20; Figura 16C). Há também pêlos do tipo B (0,014 - 0,017 mm de comprimento; N = 5; Figura 16C), tipo D (0,019 - 0,024 mm de comprimento; N = 5; Figura 17C), tipo E (0,028 - 0,031 mm de comprimento; N = 3; Figura 19C) e tipo F (0,030 mm de comprimento; N = 1; Figura 21C), na região ventral do tórax e ao redor do ânus (Tabela 14). Presença de fileiras de espinhos na região ventral do corpo, no tórax e nos dois primeiros segmentos do abdômen (Figuras 20A, 20B). O comprimento do corpo da larva foi de 0,86 ± 0,19 mm (N = 50), com as medidas variando entre 0,51 mm e 1,26 mm. A largura do corpo da larva foi de 0,35 ± 0,09 mm (N = 50), com as medidas variando entre 0,22 mm e 0,56 mm. Presença de 10 pares de espiráculos (0,005 - 0,013 mm; N = 100), sendo que o 1º par torácico é maior que os demais, que medem praticamente o mesmo tamanho; o óstio não é ornamentado (Figura 19D). O comprimento do corpo através dos espiráculos foi de 1,16 ± 0,22 mm (N = 10), com as medidas variando entre 0,84 mm e 1,46 mm. CAPSULA CEFÁLICA (Figura 21A): A largura da cápsula cefálica é de 0,18 mm (N = 89), apresentando um formato subcircular. Antena possui três sensilas basicônicas (Figura 21B) contidas em uma estrutura levemente elevada com formato elíptico (0.007 mm de comprimento e 0.004 mm de largura; N = 1). Existem entre 26 e 28 pêlos na cabeça, distribuídos da seguinte maneira (Figuras 21A, 21C, 21D): quatro pêlos na borda ventral do clípeo (tipos D, E, F e G); sete ou oito pêlos em cada gena (tipos A, B, C, D, E e F); dois ou quatro pêlos na fronte (tipos A, B, C e D); dois pêlos no vértex (tipos B e C); e quatro pêlos do tipo C na borda occipital. O comprimento dos pêlos é: tipo A (0,016 - 0,023 mm; N = 4), tipo B (0,023 - 0,026 mm; N = 2), tipo C (0,023-0,028 mm; N = 8), tipo D (0,019 - 0,025 mm; N = 5), tipo F (0,023 - 0,030 mm; N = 3). Espinhos ausentes. Clípeo bem delimitado na cápsula cefálica, com ausência de sensilas. PEÇAS BUCAIS (Figura 22): Labro bilobado (0,068 mm de comprimento e 0,028 mm de largura; N = 1), com seis ou sete pêlos do tipo A (0,007 ± 0,001 mm de comprimento; 0,005 - 0,008 mm; N = 11) na face anterior, e quatro sensilas setáceas (0,002 mm de comprimento; N = 4) e duas sensilas basicônicas na borda ventral; cada uma das sensilas basicônicas esta associada a uma sensila

Tabela 14. Tipos de pêlos presentes nas larvas de *Monomorium floricola*.

Tipos de pêlos	Características	Instar da larva		
		Corpo	**Cabeça**	**Peças bucais**
A	Pêlo simples e liso, sendo levemente inclinado	L1	Todos os instares	L2, L3
B	Pêlo medianamente bifendido, denticulado ou liso	Todos os instares	L1, L3	Ausente
C	Pêlo medianamente bifendido e denticulado, com as extremidades enroladas em direções opostas, formando um gancho	L2, L3	L2, L3	Ausente
D	Pêlo multifendido na ponta e não denticulado	L2, L3	L2, L3	Ausente
E	Pêlos simples com quatro dentículos na ponta	L2, L3	L3	Ausente
F	Pêlo bifendido na ponta e denticulado	L3	L3	Ausente
G	Pêlo bifendido na ponta, com uma das extremidades apresentando três dentículos	Ausente	L3	Ausente

Nota. Abreviações: (L1) 1º instar, (L2) 2º instar, (L3) 3º instar.

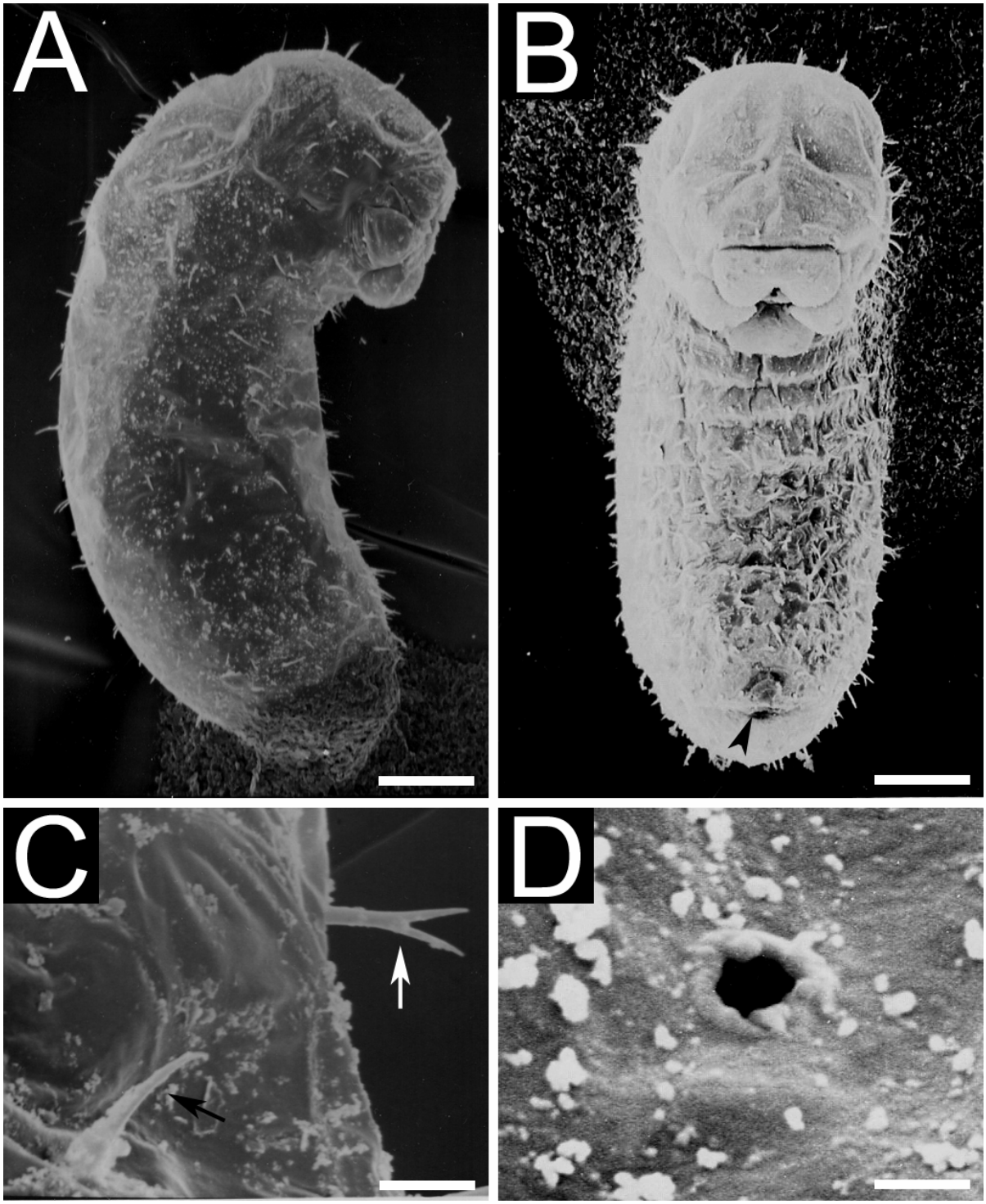


Figura 13. Corpo da larva de 1º instar de *Monomorium floricola* mostrando: (A) em vista lateral; (B) em vista ventral, mostrando o ânus (cabeça de seta preta); (C) pêlos dos tipos A (seta preta) e B (seta branca); (D) abertura do espiráculo. Tamanho das barras: (A) 0,050 mm; (B) 0,054 mm; (C) 0,007 mm; (D) 0,002 mm.

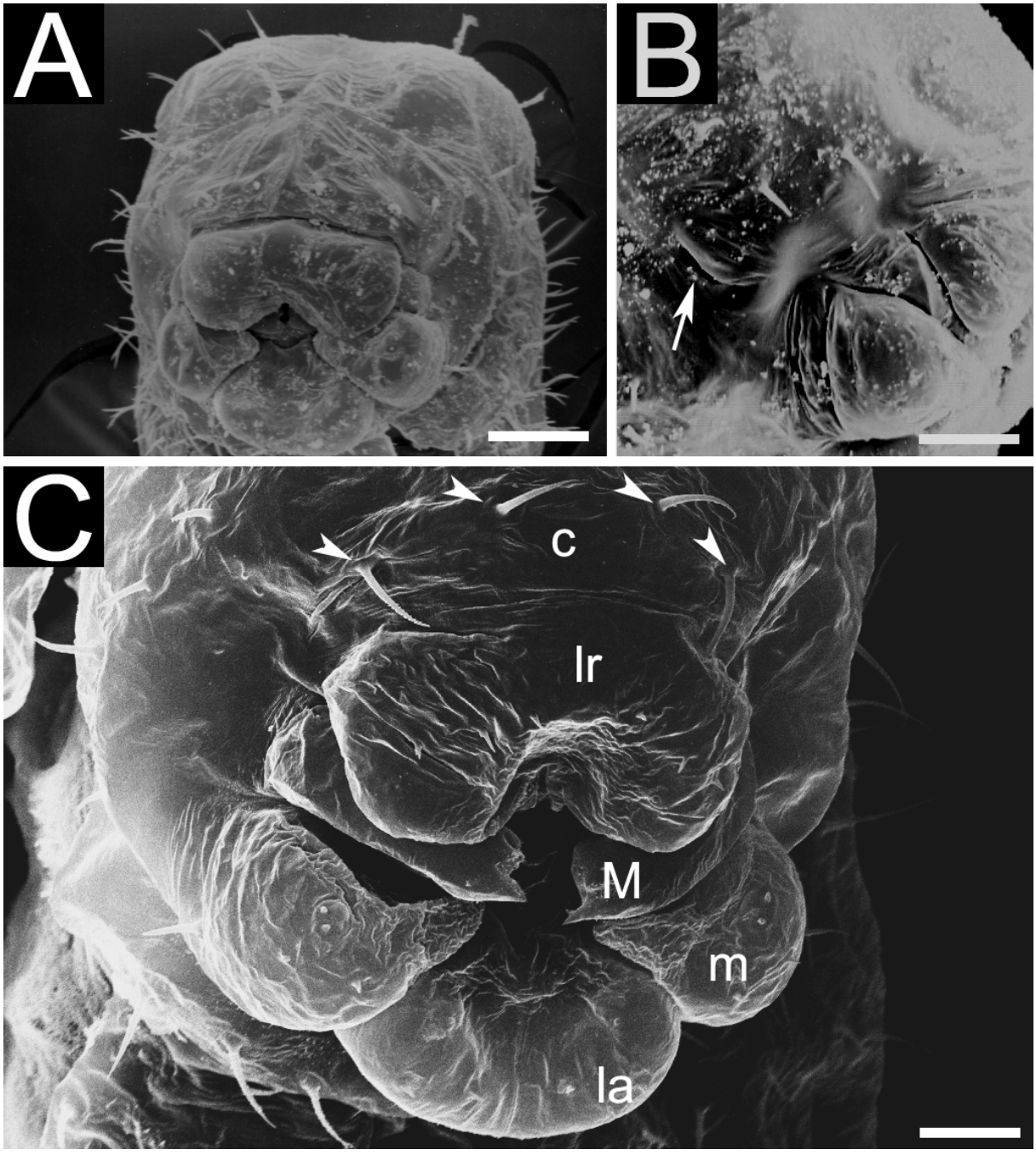


Figura 14. Cabeça da larva de 1º instar de *Monomorium floricola* mostrando: (A) vista frontal da cabeça; (B) detalhe lateral da cabeça, mostrando a gena e a abertura (seta branca); (C) clípeo (c) com os seus pêlos do tipo A (cabeças de seta branca), e as peças bucais – lábio (la), labro (lr), mandíbula (M), maxila (m). Tamanho das barras: (A) 0,028 mm; (B) 0,020 mm; (C) 0,013 mm.

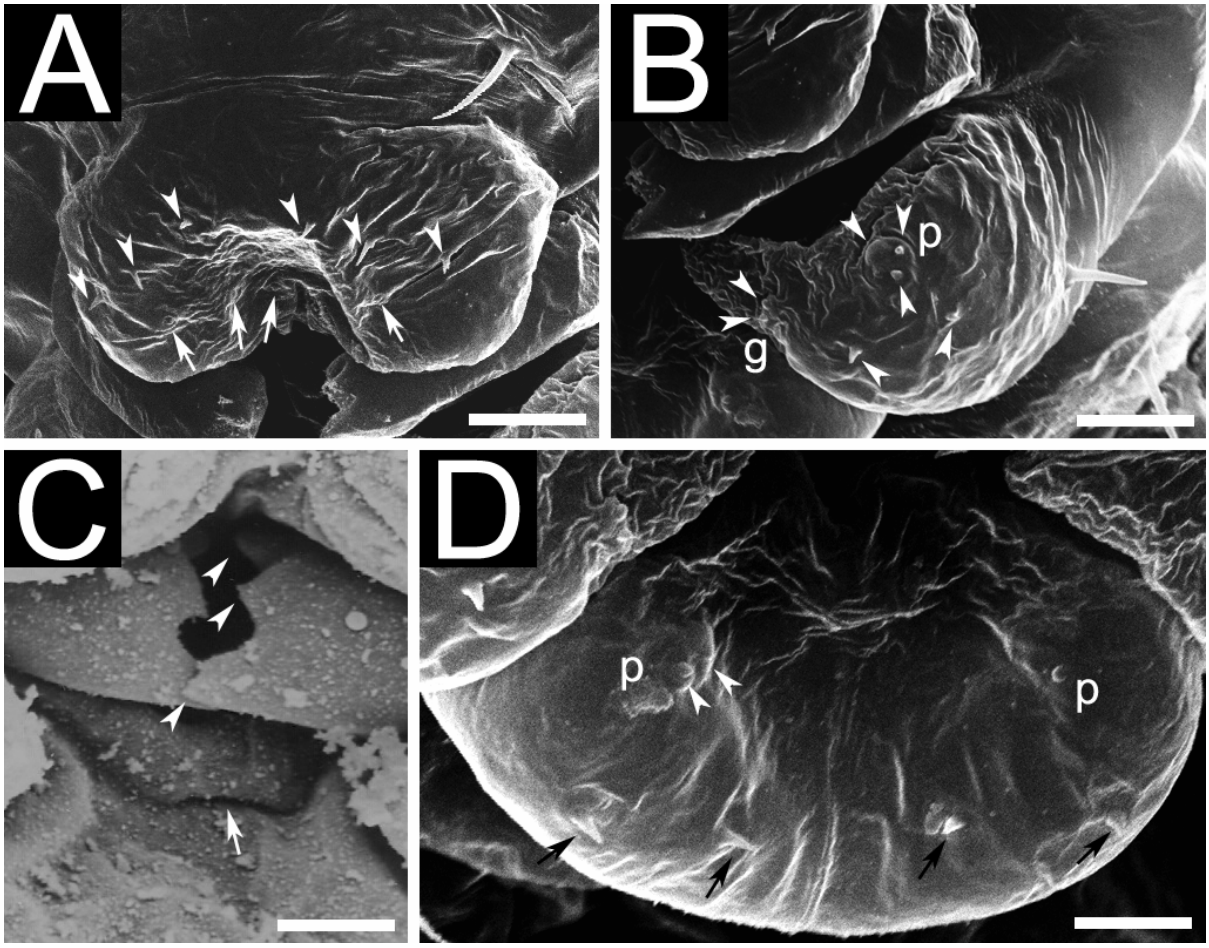


Figura 15. Peças bucais da larva de 1º instar de *Monomorium floricola* mostrando: (A) labro, mostrando as sensilas setáceas (cabeças de seta branca) e basicônicas (setas brancas); (B) maxila, mostrando galea (g), palpo maxilar (p) e sensilas (cabeça de setas brancas); (C) ápice da mandíbula, mostrando os dentes (cabeças de setas brancas) e fiandeira (seta branca); (D) lábio, mostrando os palpos labiais (p), sensilas basicônicas (cabeças de setas brancas) e setáceas (setas brancas). Tamanho das barras: (A) 0,014 mm; (B) 0,011 mm; (C) 0,006 mm; (D) 0,007 mm.

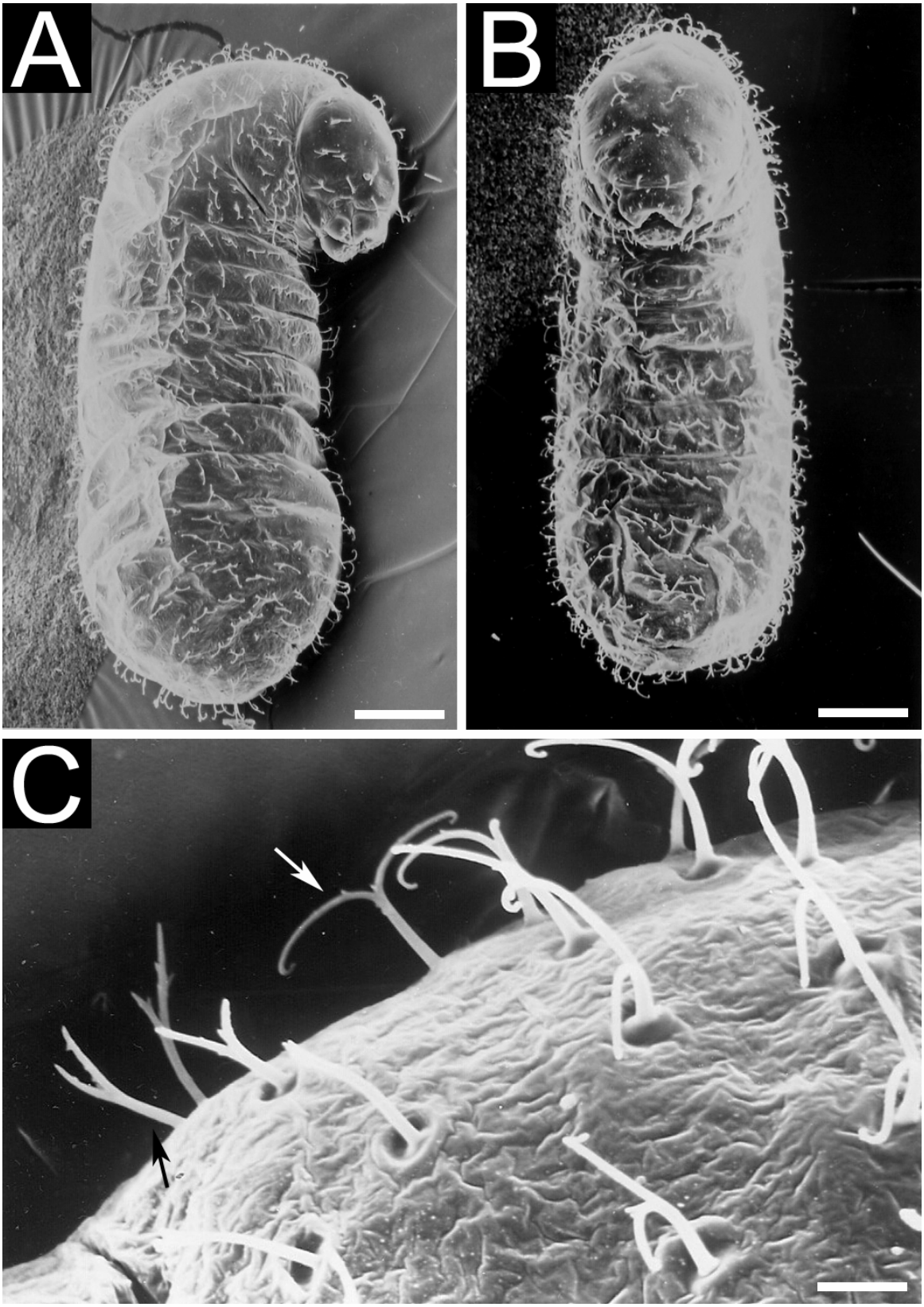


Figura 16. Corpo da larva de 2º instar de *Monomorium floricola* mostrando: (A) em vista lateral; (B) em vista ventral; (C) pêlos dos tipos B (seta preta) e C (seta branca) ao redor do ânus. Tamanho das barras: (A) 0,100 mm; (B) 0,100 mm; (C) 0,010 mm.

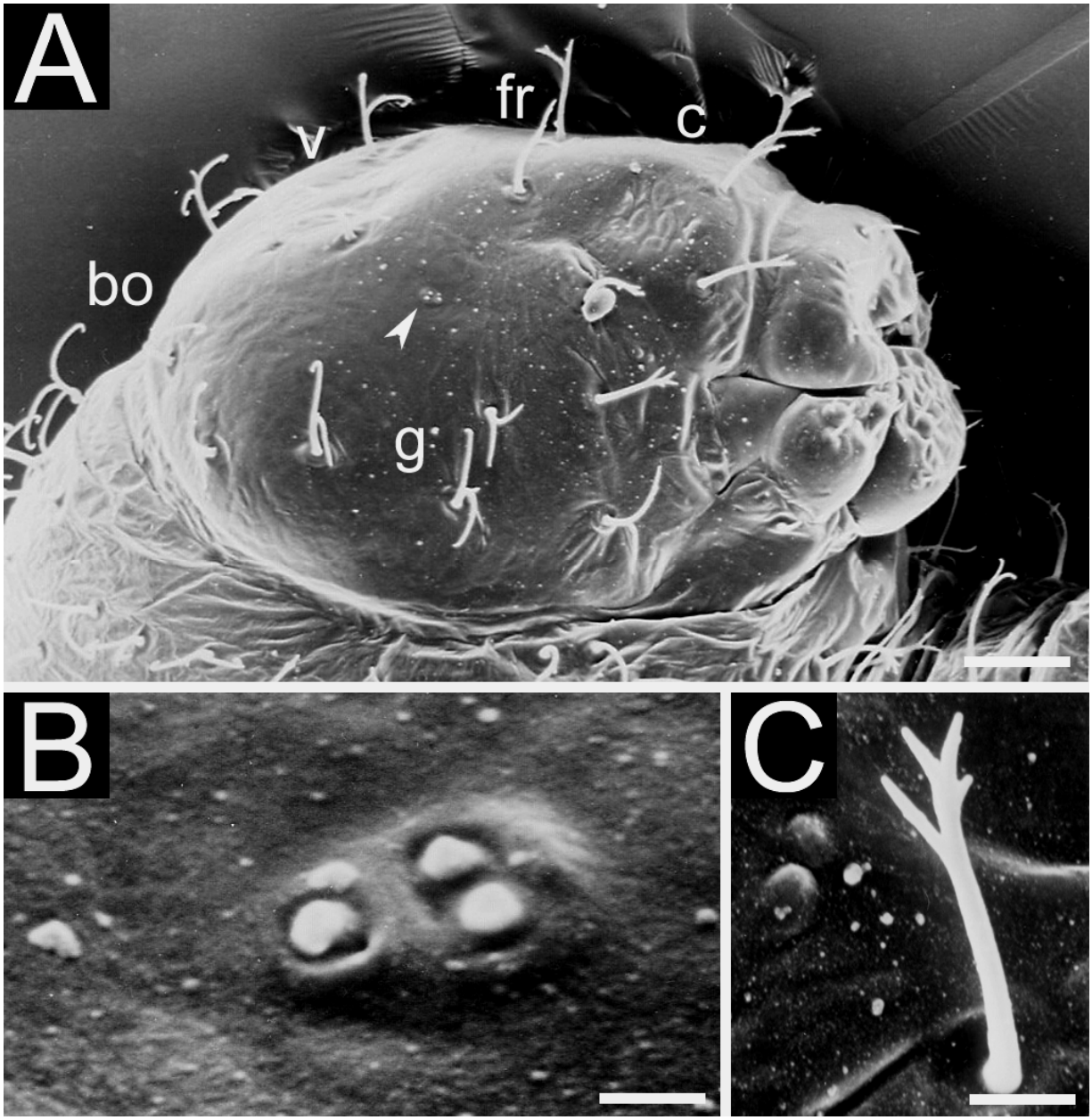


Figura 17. Cabeça da larva de 2º instar de *Monomorium floricola* mostrando: (A) vista lateral, onde podem ser visualizados a gena (g), clípeo (c), fronte (fr), vértex (v), borda occipital (bo) e a antena (cabeça de seta branca); (B) antena, com as sensilas basicônicas; (C) pêlo do tipo D sobre a gena. Tamanho das barras: (A) 0,026 mm; (B) 0,002 mm; (C) 0,005 mm.

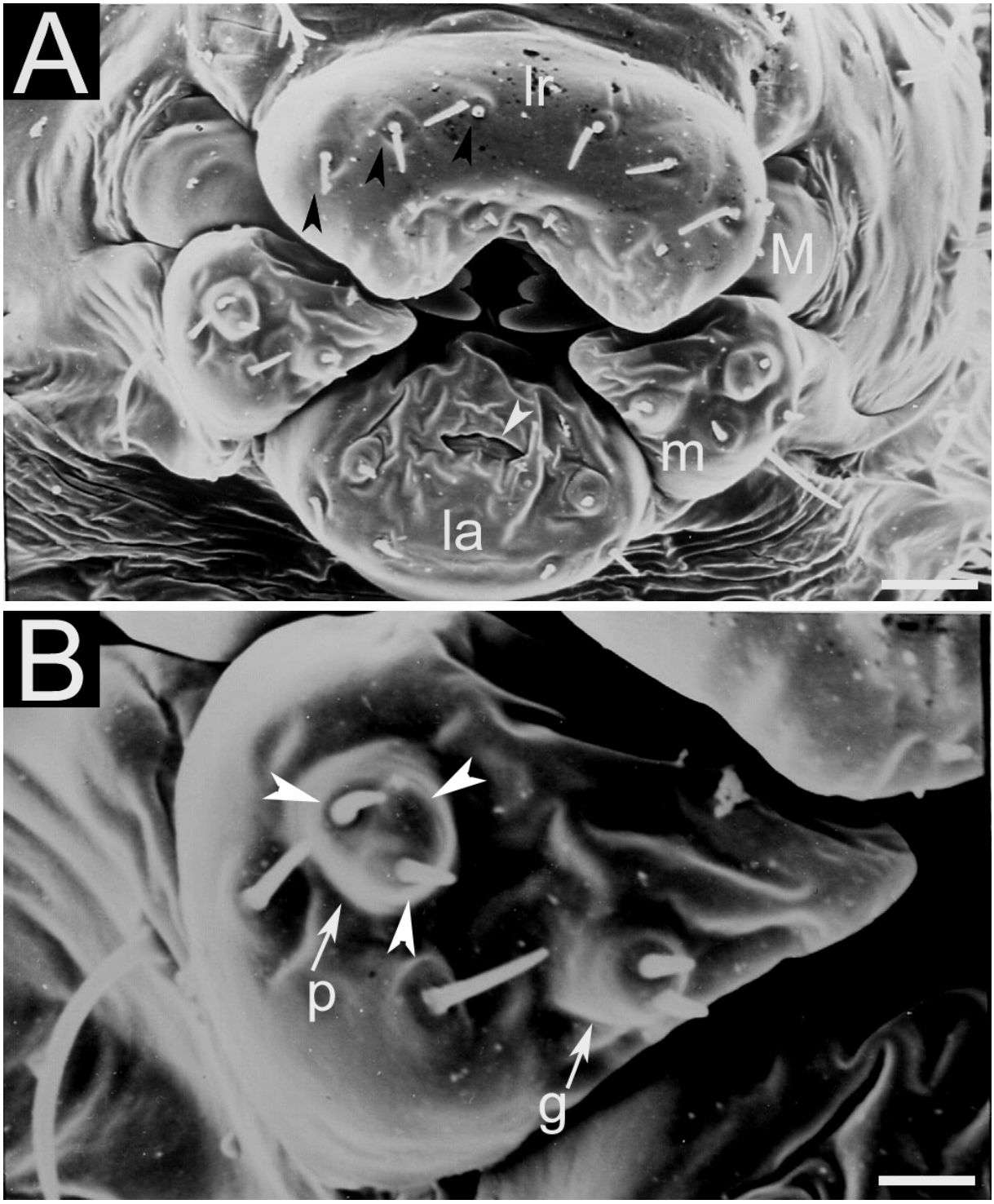


Figura 18. Peças bucais da larva de 2º instar de *Monomorium floricola* mostrando: (A) labro (lr), mandíbula (M), maxila (m), lábio (la), pêlos do tipo A no labro (cabeças de seta preta) e fiandeira (cabeça de seta branca); (B) maxila, mostrando a galea (g), palpo maxilar (p) e sensilas (cabeças de setas brancas). Tamanho das barras: (A) 0,012 mm; (B) 0,005 mm.

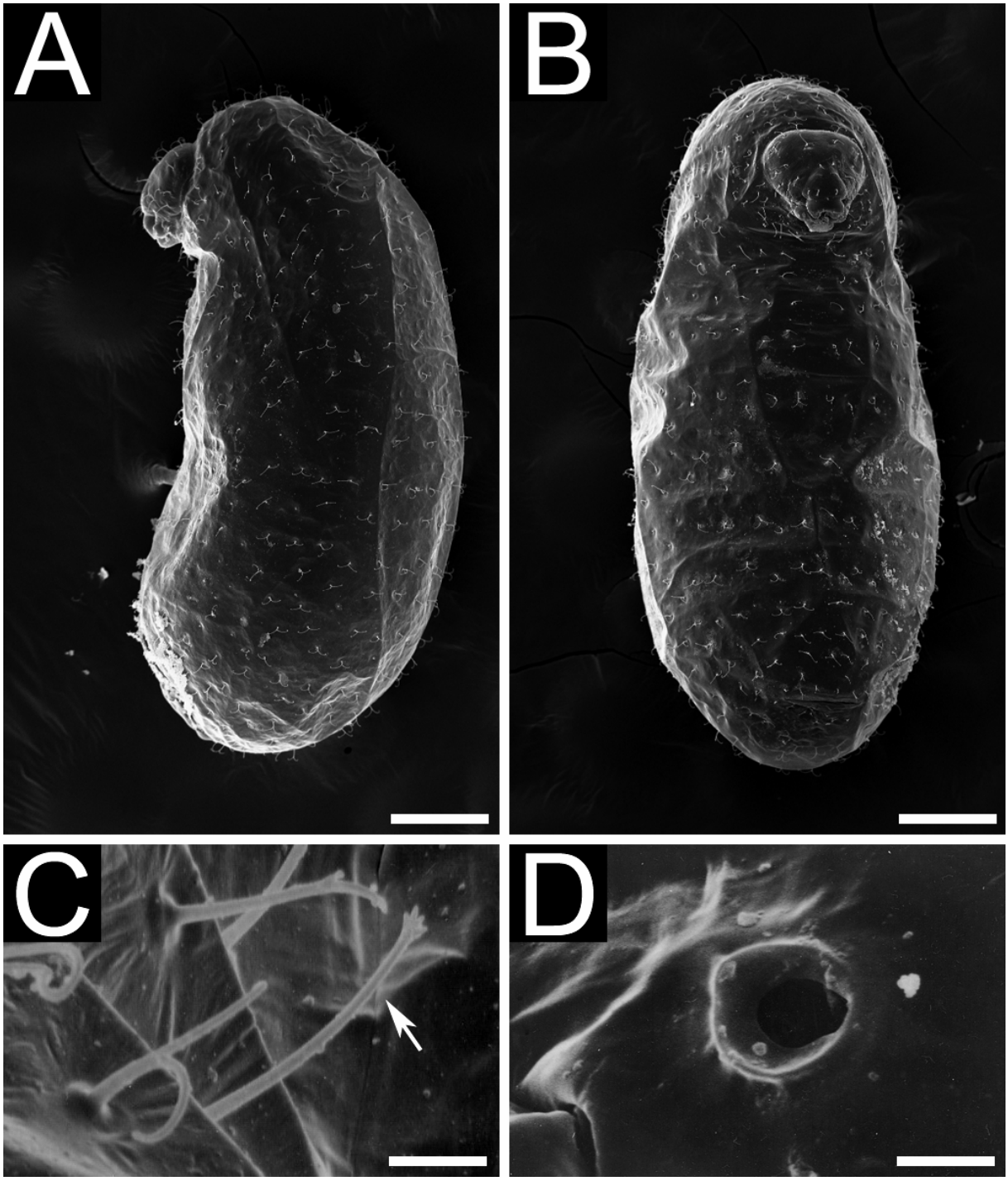


Figura 19. Corpo da larva de 3º instar de *Monomorium floricola* mostrando: (A) em vista lateral; (B) em vista ventral; (C) pêlo do tipo E (seta branca) na região ventral do tórax; (D) abertura do espiráculo. Tamanho das barras: (A) 0,200 mm; (B) 0,200 mm; (C) 0,009 mm; (D) 0,004 mm.

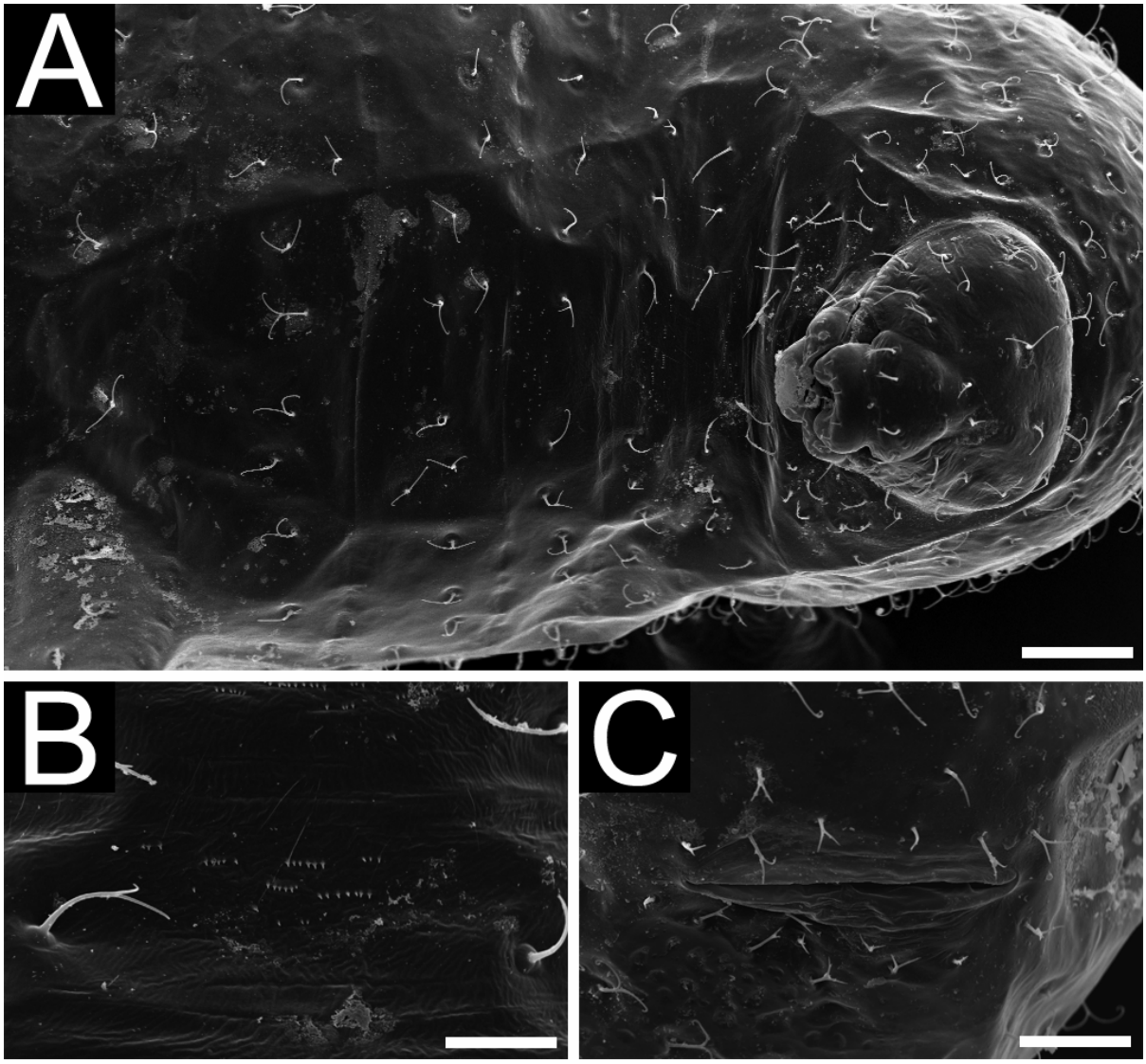


Figura 20. Corpo da larva de 3º instar de *Monomorium floricola* mostrando: (A) região ventral; (B) detalhe da região ventral do tórax, mostrando fileiras de espinhos; (C) região do ânus. Tamanho das barras: (A) 0,068 mm; (B) 0,023 mm; (C) 0,054 mm.

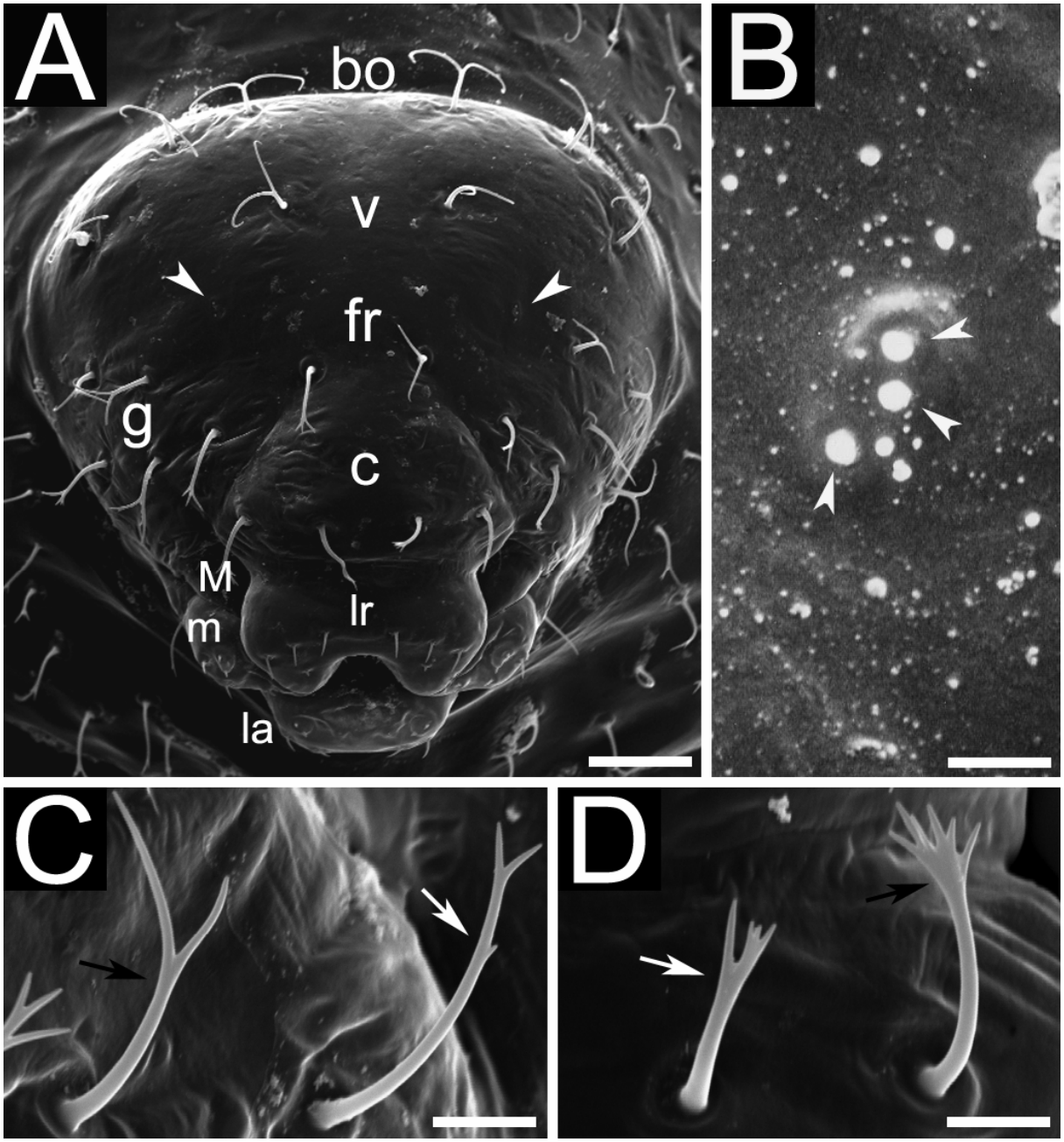


Figura 21. Cabeça da larva de 3º instar de *Monomorium floricola* mostrando: (A) vista frontal, onde podem ser visualizados a clípeo (c), fronte (fr), gena (g), lábio (la), labro (lr), mandíbula (M), maxila (m), vértex (v), borda occipital (bo) e a antena (cabeça de seta branca); (B) antena, com as sensilas basicônicas (cabeças de seta branca); (C) pêlos dos tipos B (seta preta) e F (seta branca) na gena; (D) pêlos dos tipos D (seta preta) e G (seta branca) no clípeo. Tamanho das barras: (A) 0,033 mm; (B) 0,003 mm; (C) 0,010 mm; (D) 0,007 mm.

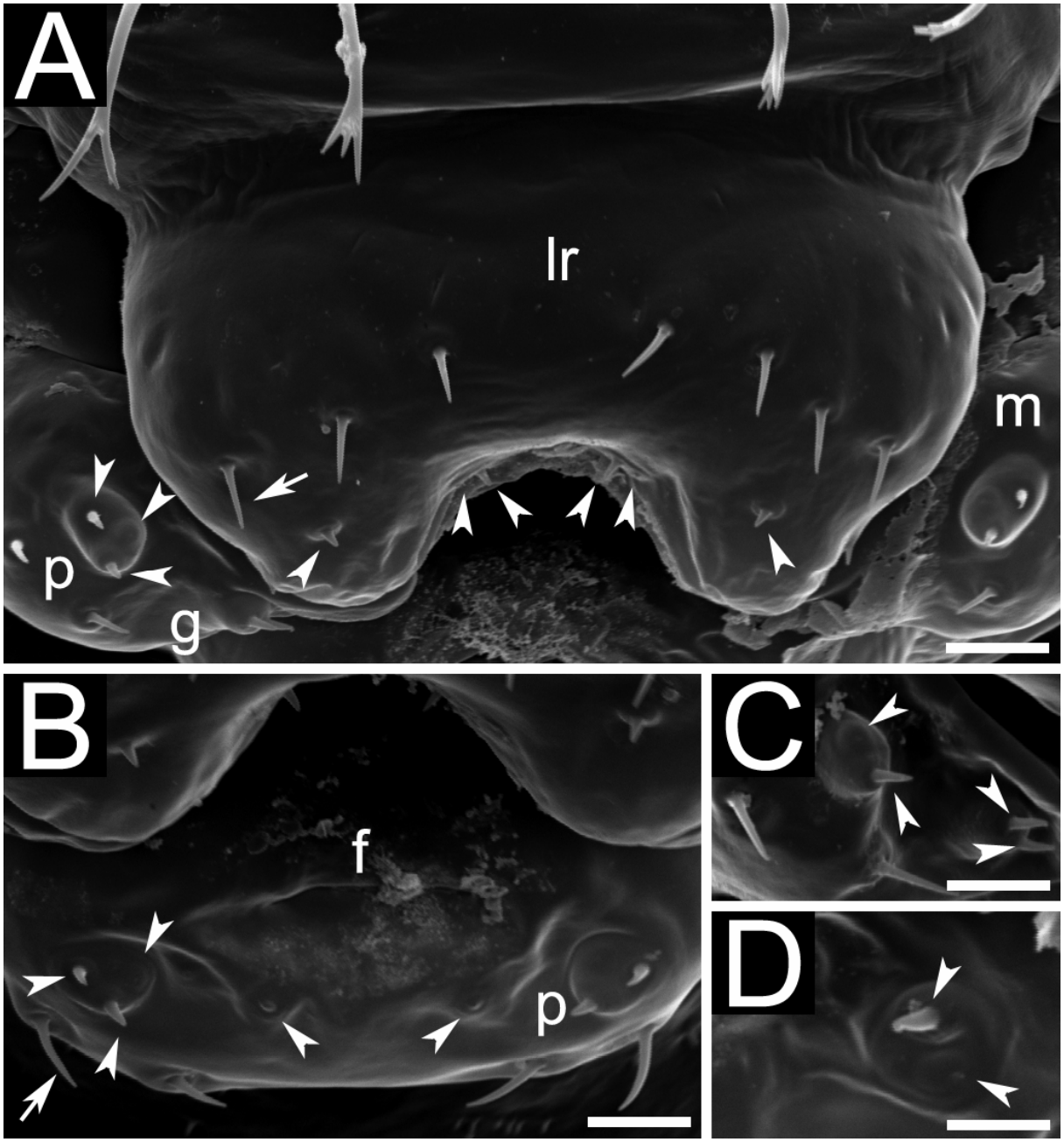


Figura 22. Peças bucais da larva de 3º instar de *Monomorium floricola* mostrando: (A) galea (g), labro (lr), maxila (m), palpo maxilar (p), pêlos do tipo A (seta branca) e sensilas (cabeças de setas brancas); (B) lábio, mostrando o palpo labial (p), sensilas (cabeças de setas brancas), fiandeira (f) e pêlo do tipo A (seta branca); (C) detalhe da maxila, mostrando as sensilas (cabeças de setas brancas); (D) palpo labial, mostrando as sensilas (cabeças de setas brancas). Tamanho das barras: (A) 0,010 mm; (B) 0,007 mm; (C) 0,007 mm; (D) 0,005 mm.

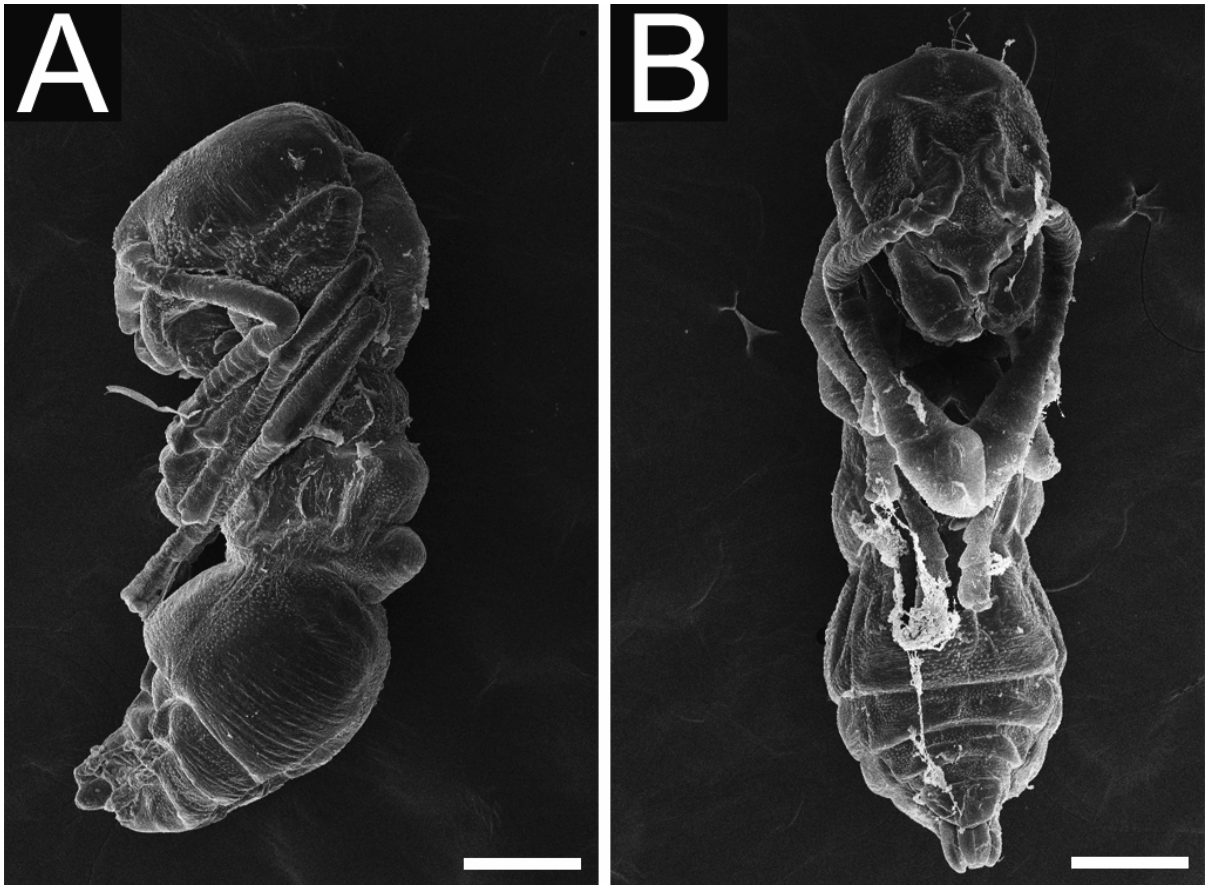


Figura 23. Pupa de *Monomorium floricola* mostrando: (A) em vista lateral; (B) em vista ventral. Tamanho das barras: (A) 0,215 mm; (B) 0,203 mm.

setácea. Mandíbula ectatommóide (0,056 ± 0,005 mm de comprimento; 0,048 - 0,063 mm; N = 10), moderadamente esclerotizada e com a presença de três dentes; na base da mandíbula existe uma sensila basicônica. Maxila conoidal (0,031 mm de comprimento e 0,029 mm de largura; N = 1), com dois pêlos do tipo A (0,004 - 0,008 mm de comprimento; N = 7). Palpo maxilar do tipo “skewed ped”, com duas sensilas setáceas (0,003 mm de comprimento; N = 3) e uma sensila encoberta (Figura 22A); porém, foi encontrada uma larva com palpo maxilar do tipo digitiforme com apenas uma sensila setácea e uma sensila encoberta (Figura 22C); galea do tipo digitiforme, também com duas sensilas setáceas (0,003 mm de comprimento; N = 3). Lábio em forma de elipse (0,050 - 0,058 mm de comprimento; N = 3), com quatro pêlos do tipo A na borda ventral (0,005 ± 0,001 mm de comprimento; 0,004 - 0,007 mm; N = 12); palpo labial com uma ou duas sensilas setáceas (0,002 mm de comprimento; N = 6) e uma sensila encoberta (Figuras 22B, 22D). Presença de duas sensilas basicônicas, abaixo da fiandeira, uma de cada lado (Figura 22B). Na superfície do lábio não há espinhos.

Pupa. No início a pupa apresenta uma coloração esbranquiçada, que com o tempo escurece tanto os olhos como o corpo, quando se transforma em adulto. Do tipo exarata, não recoberta por um casulo (Figura 23). O comprimento do corpo da pupa foi de 1,42 ± 0,07 mm (N = 50), com as medidas variando entre 1,26 mm e 1,54 mm. Somente pupas brancas foram medidas.

5.3.2. Descrição dos adultos – reprodutores

Macho. (Figura 24A) CABEÇA (Figura 25): Visto de frente apresenta um formato octogonal, ligeiramente mais largo do que comprido, com a coloração marrom escura. Presença de três ocelos arredondados visíveis no vértex (Figura 26A), com o mediano sendo menor (0,046 - 0,059 mm de diâmetro; N = 4) do que os outros dois ocelos, que apresentam o mesmo tamanho (0,061 - 0,077 mm de diâmetro; N = 8). Ao redor dos ocelos com superfície rugosa. Há estrias longitudinais na superfície do vértex (Figura 26A). Cabeça recoberta com pêlos (0,033 ± 0,016 mm; 0,013-0,075 mm; N = 30) distribuídos uniformemente: 53 - 64 na fronte (N = 4), 35 - 43 no vértex (N = 4) e 57 - 61 na gena (N = 2). Os pêlos são caracterizados por serem não ramificados, lisos e podendo ser inclinados, isto é, simples (Figura 26). Na região

mediana, se estendendo por toda a fronte, existe uma carena (Figura 26B). Um par de olhos compostos, de coloração preta, grandes e elípticos, com 335 - 368 omatídeos (N = 4), ocupando a maior parte da gena, deslocado para a região anterior da gena (Figura 25B). Na gena com superfície rugosa apenas ao redor do olho (Figura 26B), sendo lisa no restante. A parte posterior da cabeça (occipital) é lisa apresentando poucos pêlos. Antena com 13 segmentos (N = 15), coloração marrom clara, recoberta por pêlos e com o último flagerômero sendo maior do que os demais segmentos da antena (Figura 25A). Com exceção do último flagerômero, os demais flagerômeros são do mesmo tamanho. Clípeo bem definido com estrias longitudinais (Figura 27A), convexo na região mediana, com 16 - 18 pêlos simples (N = 2). Na borda dorsal do clípeo com a gena, há duas aberturas próximas aos encaixes da antena (fossas tentoriais). PEÇAS BUCAIS (Figura 27): Labro bilobado (0,113 - 0,123 mm; N = 5; Figura 27B), com superfície lisa e a face anterior recoberta com 13 - 14 pêlos simples (0,028 ± 0,008 mm; 0,014 - 0,048 mm; N = 30). Mandíbula com três dentes (Figura 27A) e algumas estrias longitudinais, recoberta com pêlos simples (0,031 ± 0,011 mm; 0,008 - 0,045 mm; N = 15). Palpo maxilar formado por um segmento (Figura 27C), apresentando um pêlo simples na ponta (0,032 - 0,036 mm; N = 4). Palpo labial formado por dois segmentos (Figura 27C), apresentando na ponta dois pêlos simples (0,029 ± 0,002 mm; 0,026 - 0,031 mm; N = 12), e logo abaixo, uma sensila setácea. MESOSSOMA (Figura 28): Visto de lado apresenta um formato dodecagonal, com a coloração marrom escura. Dividido em regiões bem definidas, visto lateralmente: propleura, pronoto, mesoscudo, axila, escutelo, metanoto, mesopleura (anepiesterno e katepiesterno), metapleura e propodeo. Recoberto com pêlos simples (0,047 ± 0,013 mm; 0,021 - 0,071 mm; N = 30); presentes em maior quantidade no mesoscudo e em menor quantidade no anepiesterno. Presença de estrias: nas bordas ventrais da axila, escutelo, mesoscudo e propodeo; na metapleura; e na borda dorsal da propleura. Superfície rugosa no escutelo na região de conexão com o metanoto. Nas outras regiões, o tegumento é liso. Dois pares de espiráculos arredondados (Figura 28C): um par maior na região mediana do propodeo (0,041 - 0,055 mm de diâmetro; N = 5) e outro par menor no sulco metanotal (0,021 - 0,026 mm de diâmetro; N = 2). Linha parapsidal presente e notaulo ausente. ASA ANTERIOR (Figura 29): Células costal, medial e 1ª submarginal estão fechadas. Nervuras pouco esclerotizadas, exceto a Sc+R. Superfície recoberta por pêlos simples (0,023 ± 0,009 mm; 0.009 - 0.048 mm;

N = 100; Figura 29C), com os maiores pêlos sendo encontrados na borda ventral. ASA POSTERIOR (Figura 30): Células costal e medial estão fechadas. Nervuras pouco esclerotizadas. Superfície recoberta por pêlos simples (0.008 - 0.125 mm; N = 100; Figura 30C), com os maiores pêlos sendo encontrados na borda ventral. Presença de cinco hamuli na borda dorsal. PERNAS (Figura 31): Recoberta com pêlos simples (0,016 - 0,076 mm; N = 30), em maior quantidade na tíbia e no tarso. Coxa e fêmur com coloração marrom clara; trocânter, tíbia e tarso com coloração amarelada. Presença de um esporão pectinado na parte distal da tíbia anterior (Figura 31D). Cada tarso apresenta cinco tarsômeros: o 1º tarsômero é maior e o 4º tarsômero é o menor. Ausência de dentes na garra tarsal (Figura 31E). PECÍOLO (Figura 32): Coloração marrom escura, formato triangular em vista lateral, levemente pedunculado; um par de espiráculos arredondados (0.019 - 0.027 mm de diâmetro; N = 4) na região antero-ventral; estrias nas junções com o mesossoma e o pós-peciolo; pêlos simples (0,047 ± 0,019 mm; 0.021 - 0.097 mm; N = 30) ausentes na região ventral e no ápice da região dorsal. PÓS-PECIOLO (Figura 32): Coloração marrom escura, formato semi-esférico em vista lateral; um par de espiráculos arredondados (0.014 - 0.017 mm de diâmetro; N = 3) na região meso-ventral; superfície lisa na região dorsal e rugosa no restante da estrutura; pêlos simples (0,061 ± 0,021 mm; 0.023 - 0.104 mm; N = 30) ausentes apenas no ápice da região dorsal; na região ventral existe uma protuberância cônica (0.033 - 0.043 mm de altura; N = 2). GÁSTER (Figura 33A): Visto de lado apresenta um formato pentagonal, com a região dorsal convexa, e na região ventral, a parte médio posterior sendo côncava. Coloração marrom escura, recoberta por pêlos simples (0,075 ± 0,020 mm; 0.045 - 0.116 mm; N = 30). Com a exceção do 1º segmento do gáster, que está totalmente recoberto por pêlos, nos demais segmentos, os pêlos recobrem apenas a porção distal. Tegumento é liso, com a exceção da região de conexão com o pós-pecíolo, que apresenta a superfície estriada. Um par de espiráculos é visível no 1º segmento (0,018 - 0,021 mm de diâmetro; N = 2), ligeiramente deslocado para a região dorsal, na porção proximal do segmento. Outros quatro pares estão ocultos entre os segmentos do gáster. Na genitália (Figuras 33B, 33C, 33D), as estruturas que a compõe apresentam um tegumento liso e em algumas estando recobertas com pêlos simples: vários pêlos por toda a stipites (0,038 ± 0,019 mm; 0.011 - 0.100 mm; N = 30); quatro pêlos na região apical da lacinia (0,058 ± 0,005 mm; 0.050 - 0.068 mm; N = 12). As demais estruturas que

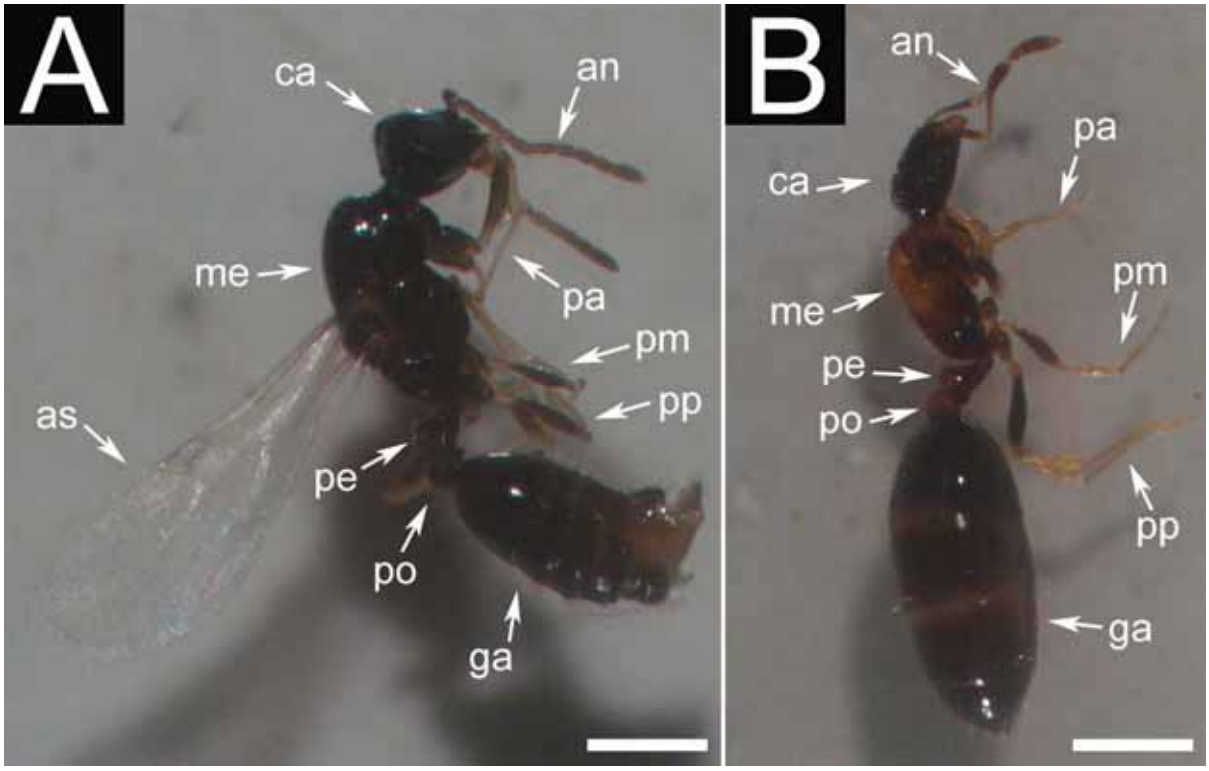


Figura 24. Reprodutores de *Monomorium floricola*: (A) macho, (B) rainha. Abreviações: antenas (an), asa (as), cabeça (ca), gáster (ga), mesossoma (me), pecíolo (pe), perna anterior (pa), perna mediana (pm), perna posterior (pp), pós-peciolo (po). Tamanho das barras: (A) 0,460 mm; (B) 0,470 mm.

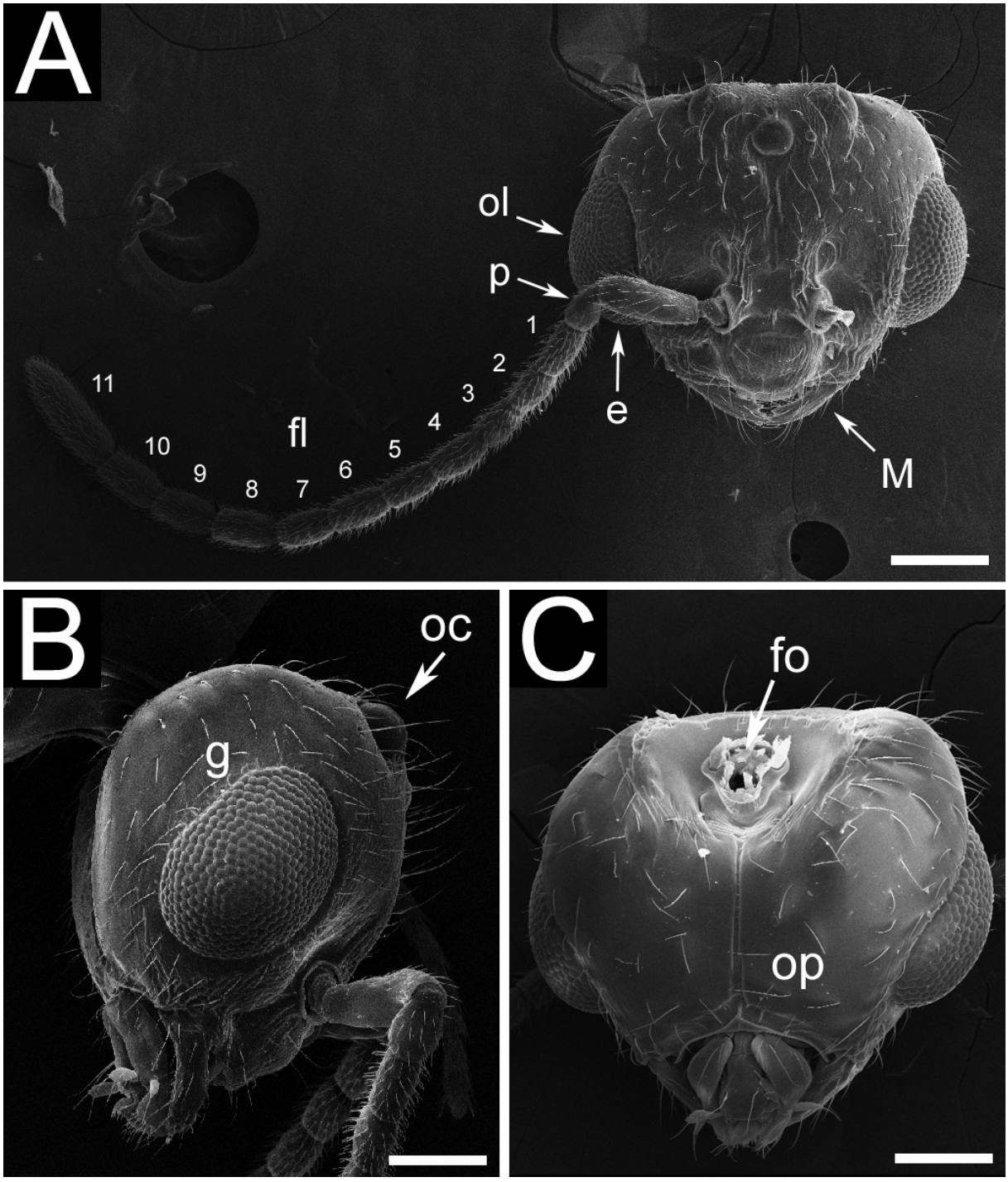


Figura 25. Cabeça do macho de *Monomorium floricola* em vista: (A) anterior, (B) lateral, (C) posterior. Abreviações: escapo (e), flagelo (fl), forâmen (fo), gena (g), mandíbula (M), occipital (op), ocelo (oc), olho (ol) e pedicelo (p). Tamanho das barras: (A) 0,160 mm; (B) 0,140 mm; (C) 0,120 mm.

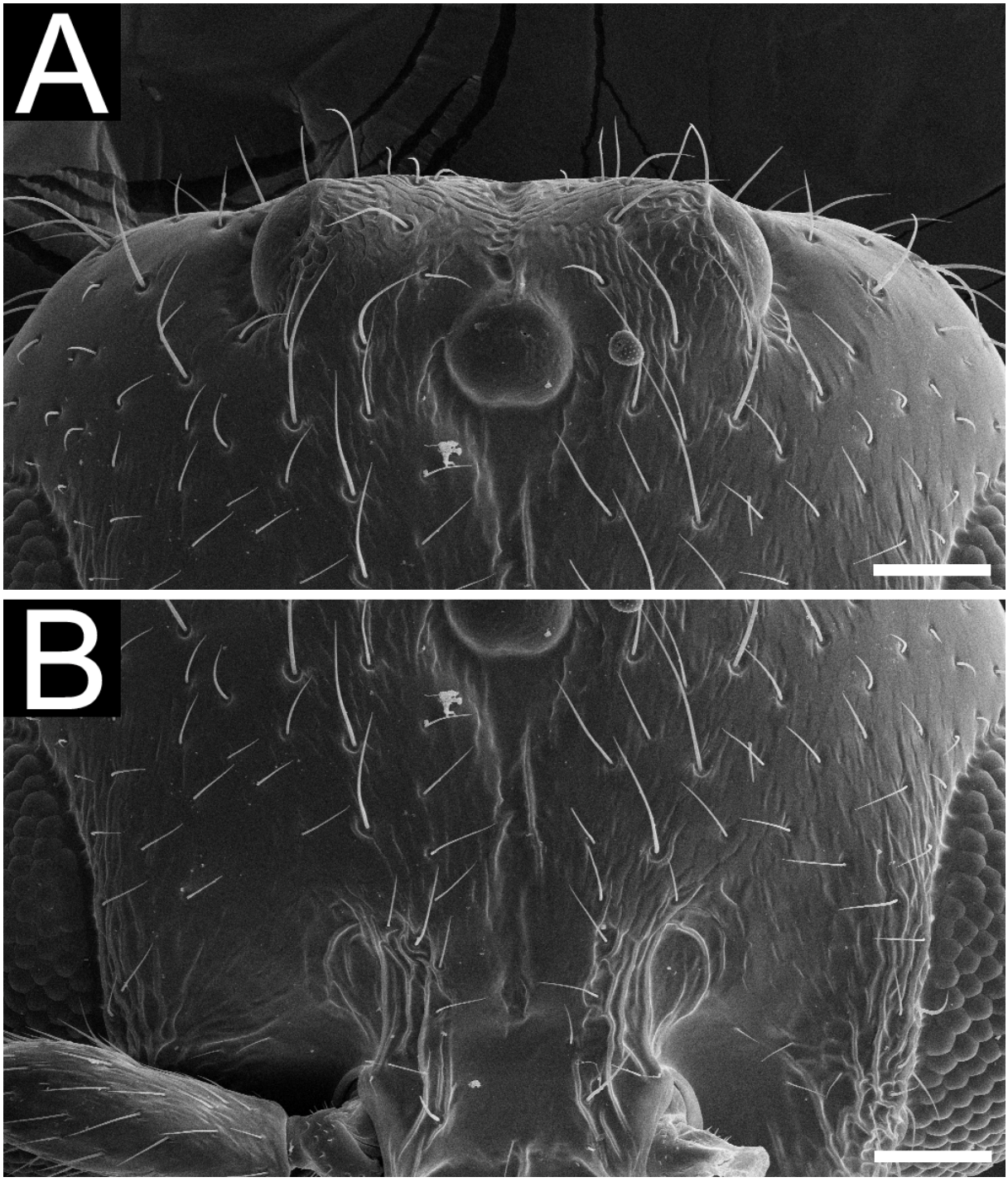


Figura 26. Cabeça do macho de *Monomorium floricola* mostrando: (A) vértex, (B) fronte. Tamanho das barras: (A) 0,055 mm; (B) 0,055 mm.

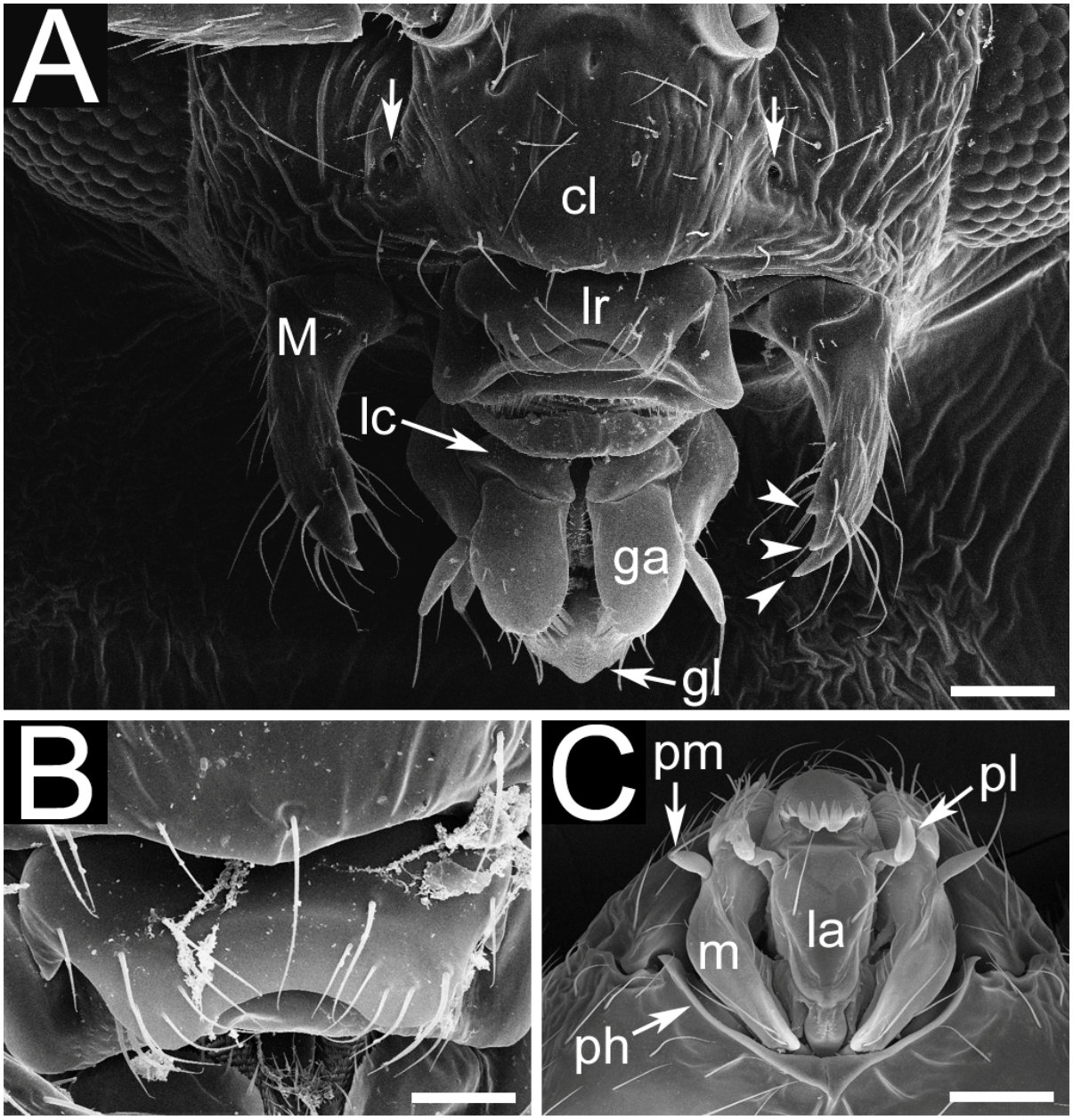


Figura 27. Peças bucais do macho de *Monomorium floricola*: (A) em vista anterior, (B) detalhe do labro, (C) em vista posterior. Abreviações: fossa tentorial anterior (seta), clípeo (cl), dentes da mandíbula (cabeça de seta), galea (ga), glossa (gl), lábio (la), labro (lr), lacinia (lc), mandíbula (M), maxila (m), palpo labial (pl), palpo maxilar (pm), ponte hipostomal (ph). Tamanho das barras: (A) 0,044 mm; (B) 0,024 mm; (C) 0,060 mm.

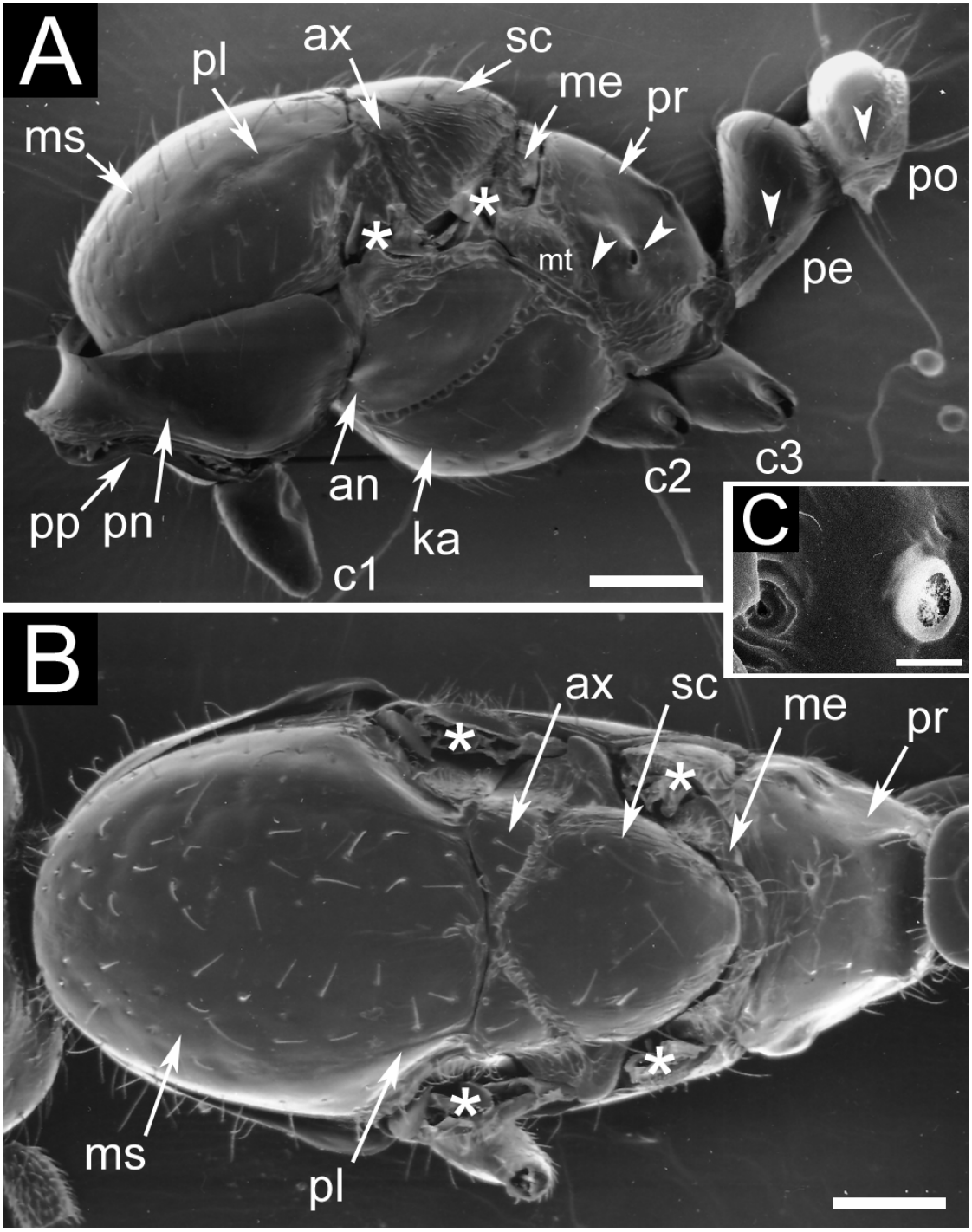


Figura 28. Mesossoma do macho de *Monomorium floricola*: (A) vista lateral; (B) vista dorsal; (C) detalhe do propodeo, mostrando os espiráculos. Abreviações: anepiesterno (an), axila (ax), coxas (c_n), escutelo (sc), espiráculo (cabeça de seta), katepiesterno (ka), linha parapsidal (pl), local de inserção das asas (asterisco), mesoscudo (ms), metanoto (me), metapleura (mt), pecíolo (pe), pós-pecíolo (po), pronoto (pn), propleura (pp), propodeo (pr). Tamanho das barras: (A) 0,151 mm; (B) 0,042 mm; (C) 0,021 mm.

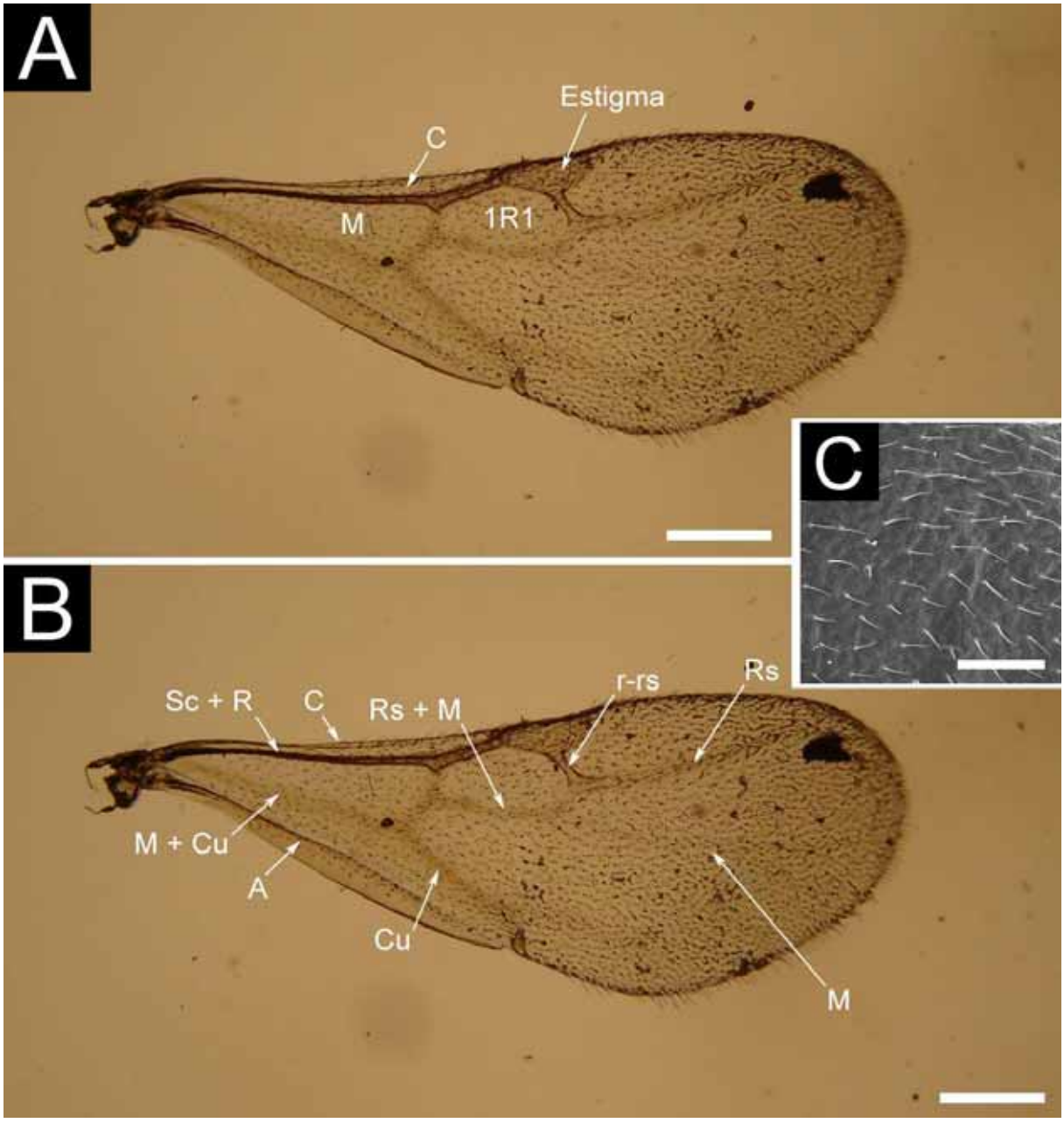


Figura 29. Asa anterior do macho de *Monomorium floricola* mostrando: (A) as células, (B) as nervuras, (C) os pêlos na asa. Abreviações: anal (A), costal (C), cubital (Cu), medial (M), radial (R), setor radial (Rs), subcostal (Sc), 1ª submarginal (1R1). Tamanho das barras: (A) 0,276 mm; (B) 0,276 mm; (C) 0,039 mm.

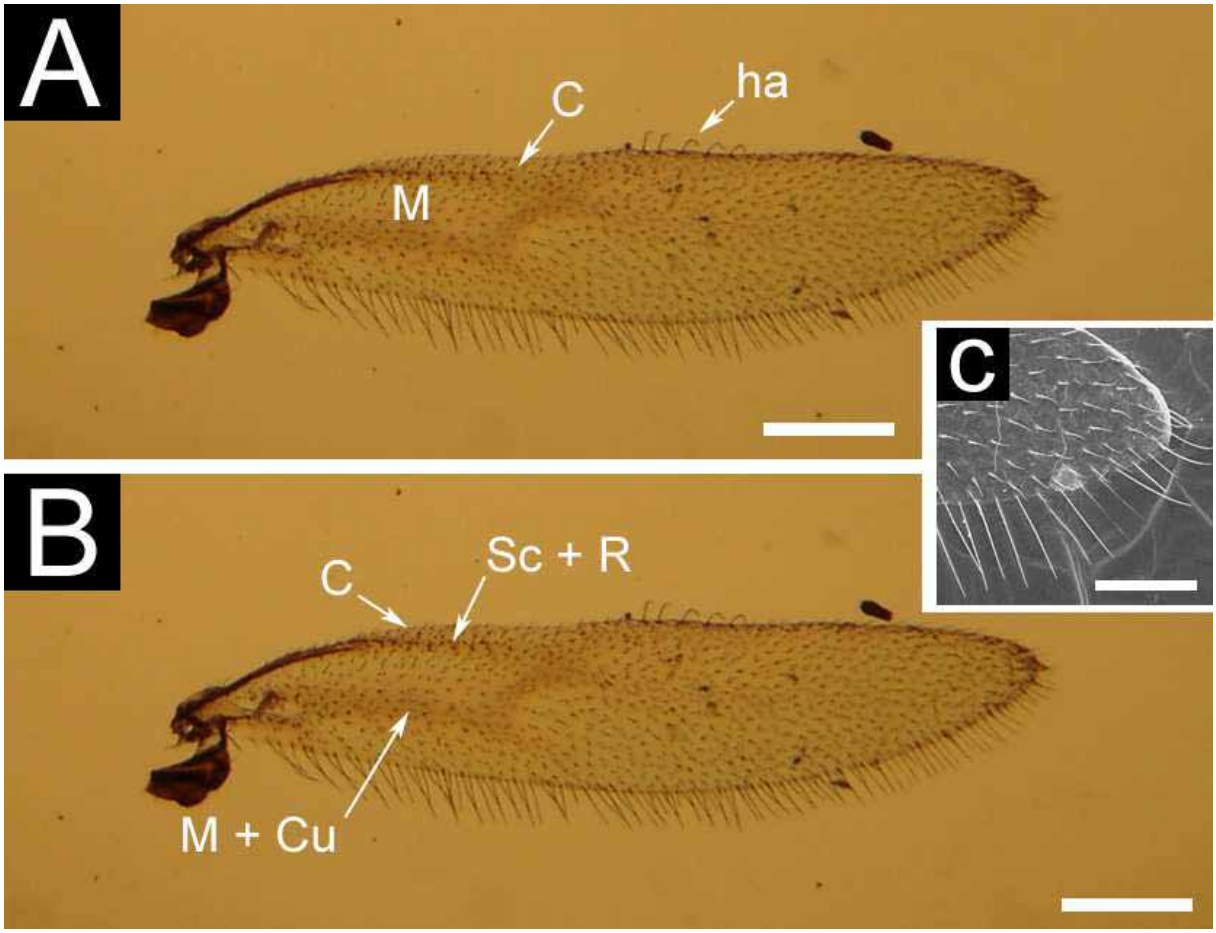
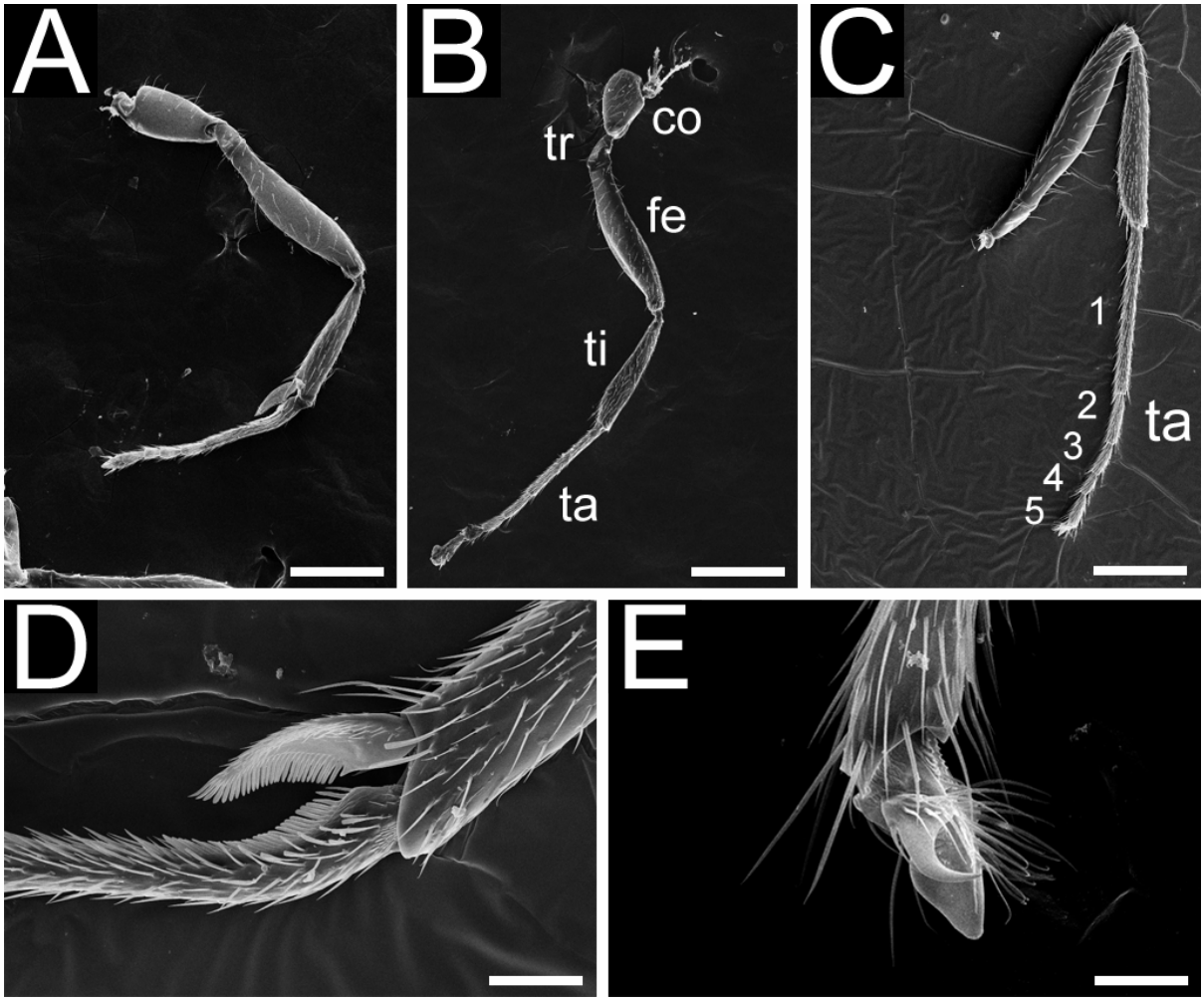


Figura 30. Asa posterior do macho de *Monomorium floricola* mostrando: (A) as células, (B) as nervuras, (C) os pêlos na asa. Abreviações: costal (C), medial (M); hamuli (ha), radial (R), subcostal (Sc). Tamanho das barras: (A) 0,114 mm; (B) 0,114 mm; (C) 0,085 mm.



Figuras 31. As pernas do macho de *Monomorium floricola*: (A) anterior; (B) mediana; (C) posterior; (D) detalhe da perna anterior, mostrando o esporão pectinado; (E) detalhe da perna mediana, mostrando as garras tarsais. Abreviações: coxa (co), trocanter (tr), fêmur (fe), tíbia (ti), tarso (ta). Tamanho das barras: (A) 0,200 mm; (B) 0,303 mm; (C) 0,250 mm; (D) 0,054 mm, (E) 0,020 mm.

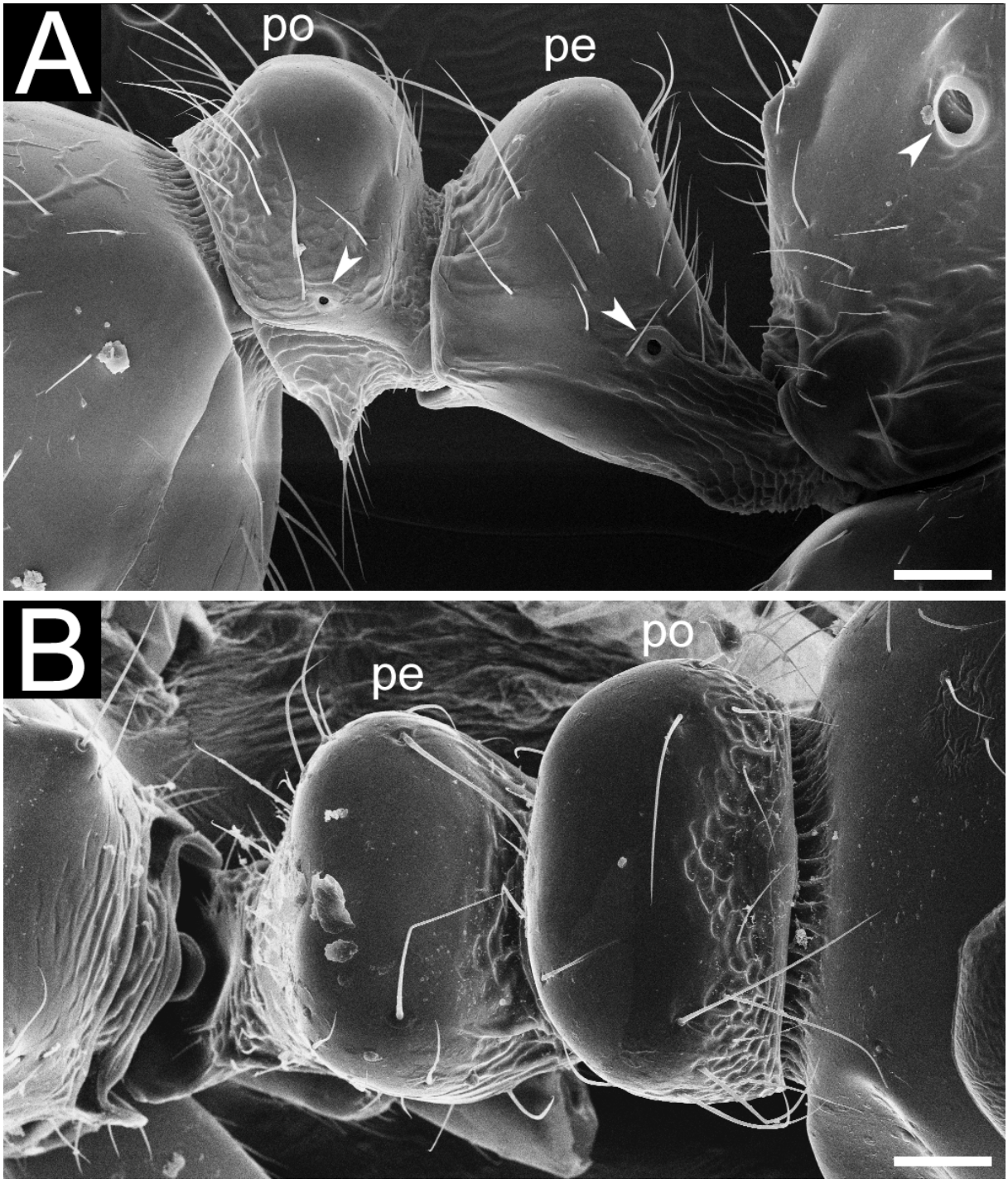


Figura 32. Cintura do macho de *Monomorium floricola* em vista: (A) lateral, (B) dorsal. Abreviações: pecíolo (pe), pós-pecíolo (po), espiráculos (cabeça de setas). Tamanho das barras: (A) 0,050 mm; (B) 0,046 mm.

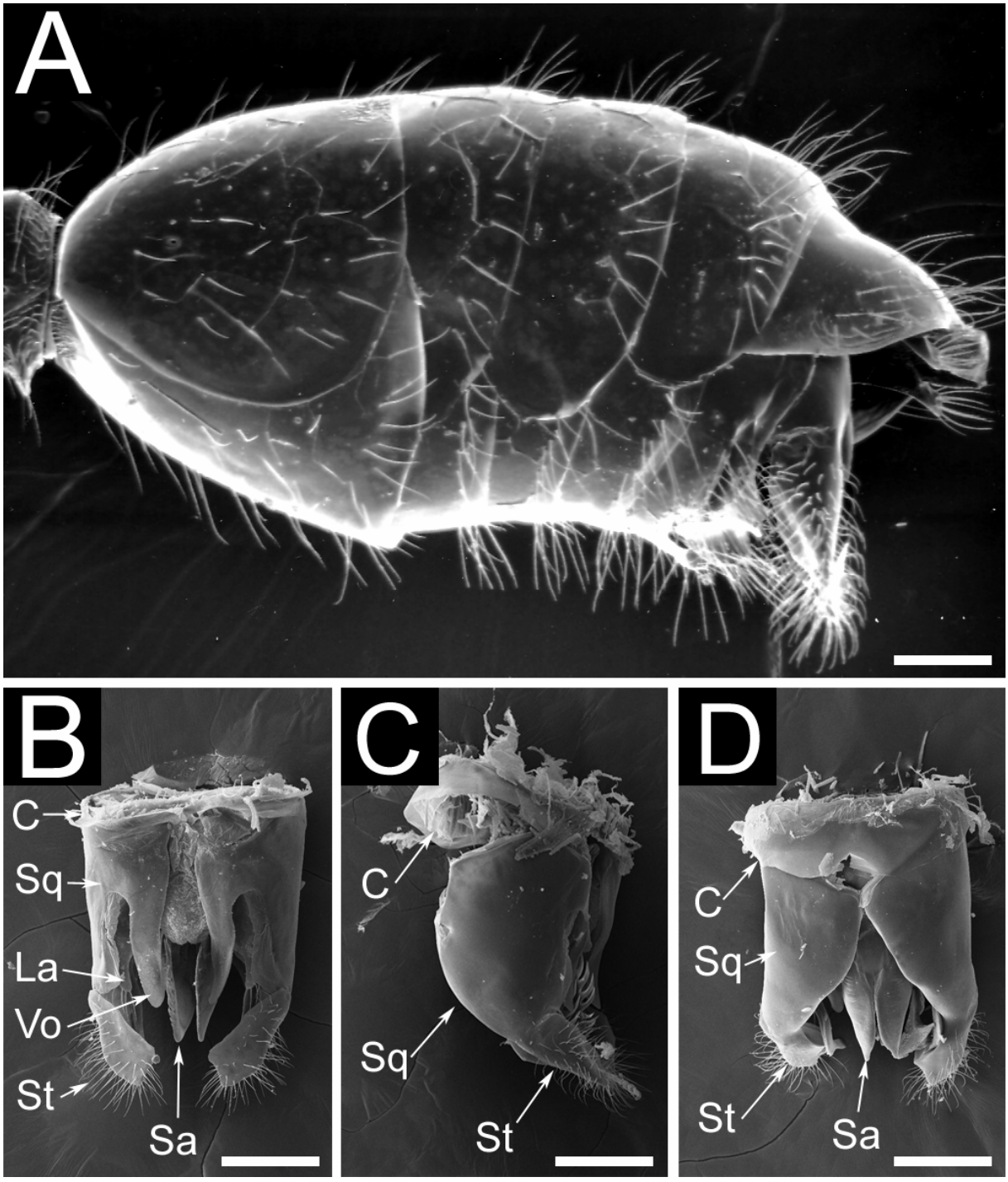


Figura 33. Gáster do macho de *Monomorium floricola* em vista lateral (A). Genitália do macho em vista: (B) ventral, (C) lateral, (D) dorsal. Abreviações: annular lamina (C), lacinia (La), sagittae (Sa), squamulae (Sq), stipites (St), volsellae (Vo). Tamanho das barras: (A) 0,122 mm; (B) 0,200 mm; (C) 0,200 mm; (D) 0,200 mm.

compõem a genitália não têm pêlos. Na região ventral, cada lâmina da sagittae apresenta entre oito e 11 espinhos (N = 6).

Medidas corporais (N = 15): (LC) 0,53 ± 0,01 mm (0,51 - 0,56 mm); (CC) 0,49 ± 0,02 mm (0,46 - 0,54 mm); (CO) 0,24 - 0,26 mm; (LO) 0,16 - 0,21 mm; (CF) 1,04 ± 0,04 mm (0,95 - 1,10 mm); (CE) 0,15 - 0,16 mm; (CM) 0,17 ± 0,01 mm (0,15 - 0,18 mm); (CS) 1,06 ± 0,05 mm (1,00 - 1,18 mm); (LS) 0,39 ± 0,02 mm (0,35 - 0,43 mm); (CA_a) 2,07 ± 0,07 mm (1,94 - 2,18 mm); (CA_p) 1,32 ± 0,04 mm (1,24 - 1,38 mm); (CP_1) 0,26 ± 0,02 mm (0,22 - 0,28 mm); (CP_2) 0,18 ± 0,02 mm (0,15 - 0,22 mm); (HP_1) 0,19 - 0,22 mm; (HP_2) 0,19 - 0,22 mm; (CG) 0,81 - 1,51 mm; (Cg) 0,43 ± 0,04 mm (0,35 - 0,49 mm); (co-a) 0,18 - 0,23 mm; (tr-a) 0,11 ± 0,01 mm (0,10 - 0,12 mm); (fe-a) 0,40 ± 0,02 mm (0,37 - 0,42 mm); (ti-a) 0,30 - 0,36 mm; (ta-a) 0,42 ± 0,02 mm (0,38 - 0,45 mm); (co-m) 0,15 - 0,18 mm; (tr-m) 0,11 ± 0,01 mm (0,10 - 0,13 mm); (fe-m) 0,37 - 0,43 mm; (ti-m) 0,33 ± 0,01 mm (0,31 - 0,35 mm); (ta-m) 0,51 ± 0,02 mm (0,47 - 0,55 mm); (co-p) 0,20 ± 0,01 mm (0,17 - 0,22 mm); (tr-p) 0,11 - 0,13 mm; (fe-p) 0,46 ± 0,01 mm (0,44 - 0,48 mm); (ti-p) 0,40 ± 0,01 mm (0,38 - 0,42 mm); (ta-p) 0,66 ± 0,02 mm (0,64 - 0,69 mm); (IC) 107,2 ± 5,4 (99,4 - 114,3); (IE) 29,2 ± 0,9 (27,8 - 30,2); (CT) 3,14 ± 0,22 mm (2,76 - 3,43 mm); (CR-a) 1,46 ± 0,04 mm (1,40 - 1,52 mm); (CR-m) 1,53 ± 0,04 mm (1,44 - 1,61 mm); (CR-p) 1,84 ± 0,03 mm (1,78 - 1,88 mm).

Fêmea (rainha). (Figura 24B) CABEÇA (Figura 34): Visto de frente apresenta um formato hexagonal, mais comprido do que largo, com a coloração marrom médio. Presença de três ocelos bem visíveis no vértex (Figura 35A), com o mediano sendo ligeiramente maior (0,036 - 0,045 mm; N = 6) que os outros dois (0,032 - 0,038 mm; N = 12). Superfície lisa no vértex (Figura 35A). Cabeça recoberta com pêlos simples (0,036 ± 0,014 mm; 0.011 - 0.073 mm; N = 30; Figura 35) distribuídos uniformemente: 51 - 63 na fronte (N = 5), 36 - 54 no vértex (N = 5) e 46 - 55 na gena (N = 3). A fronte apresenta algumas estrias longitudinais (Figura 35B). Um par de olhos compostos (Figura 34B), coloração preta, medianos e elípticos, com 33 - 40 omatídeos (N = 4), ligeiramente deslocados para a região antero-ventral da gena. A gena apresenta estrias longitudinais apenas na região ventral. A parte posterior da cabeça (occipital) é lisa apresentando poucos pêlos. Antena com 12 segmentos (N = 15), coloração marrom clara, recoberta por pêlos, com os três últimos flagerômeros formando uma clava e o escapo sendo o maior segmento da antena (Figura 34A). Clípeo pouco definido e com algumas estrias longitudinais (Figura 36A), com 19 - 21

pêlos simples (N = 2). Na borda dorsal do clípeo com a gena, há duas aberturas próximas aos encaixes da antena (fossas tentoriais). PEÇAS BUCAIS (Figura 36): Labro bilobado (0,145 - 0,158 mm; N = 5; Figura 36B), com superfície lisa e a face anterior recoberto com 17 - 20 pêlos simples (0,039 ± 0,010 mm; 0,023 - 0,065 mm; N = 30). Mandíbula com quatro dentes (Figura 36A) e algumas estrias longitudinais, recoberta com pêlos simples (0,036 ± 0,015 mm; 0,012 - 0,061 mm; N = 15). Palpo maxilar formado por um segmento (Figura 36C), apresentando um pêlo simples na ponta (0,030-0,035 mm; N = 4). Palpo labial formado por dois segmentos (Figura 36C), apresentando na ponta dois pêlos simples (0,029 ± 0,003 mm; 0,024 - 0,032 mm; N = 10), e logo abaixo, uma sensila basicônica. MESOSSOMA (Figura 37): Formato eneagonal visto de lado. Dividido em regiões bem definidas, visto lateralmente: propleura, pronoto, mesoscudo, axila, escutelo, metanoto, mesopleura (anepiesterno e katepiesterno), metapleura e propodeo. Coloração marrom clara no anepiesterno e mesoscudo; coloração marrom escura nos demais segmentos. Recoberto com pêlos simples (0,066 ± 0,026 mm; 0.031 - 0.114 mm; N = 30); presentes em maior quantidade no mesoscudo e em menor quantidade no anepiesterno. Presença de estrias: nas bordas ventrais do propodeo e pronoto; na metapleura; e na borda dorsal da propleura. No ápice da borda ventral da propleura a superfície é rugosa. Nas outras regiões, o tegumento é liso. Dois pares de espiráculos arredondados: um par maior na região mediana do propodeo (0,040 - 0,045 mm de diâmetro; N = 5) e outro par menor no sulco metanotal (0,006 - 0,007 mm de diâmetro; N = 2). Abertura da glândula metapleural (0,027 - 0,029 mm; N = 4) na borda ventral e posterior do propodeo. ASAS: Ausentes. PERNAS (Figura 38): Recoberta com pêlos (0,042 ± 0,015 mm; 0.013 - 0.066 mm; N = 30), em maior quantidade na tíbia e no tarso. Coxa e fêmur com coloração marrom clara; trocânter, tíbia e tarso com coloração amarelada. Presença de um esporão pectinado na região distal da tíbia anterior. Cada tarso apresenta cinco tarsômeros: o 1º tarsômero é maior e o 4º tarsômero é o menor. Ausência de dentes na garra tarsal. PECÍOLO (Figuras 39A, 39B): Coloração marrom clara, formato triangular em vista lateral, levemente pedunculado; um par de espiráculos arredondados (0.019 - 0.025 mm de diâmetro; N = 2), próximo da região antero-ventral; estrias nas junções com o mesossoma; pêlos simples (0,080 ± 0,034 mm; 0.029 - 0.142 mm; N = 16) ausentes na região ventral. PÓS-PECIOLO (Figuras 39A, 39B): Coloração marrom clara, formato semi-esférico em vista lateral; um par de espiráculos arredondados (0.022

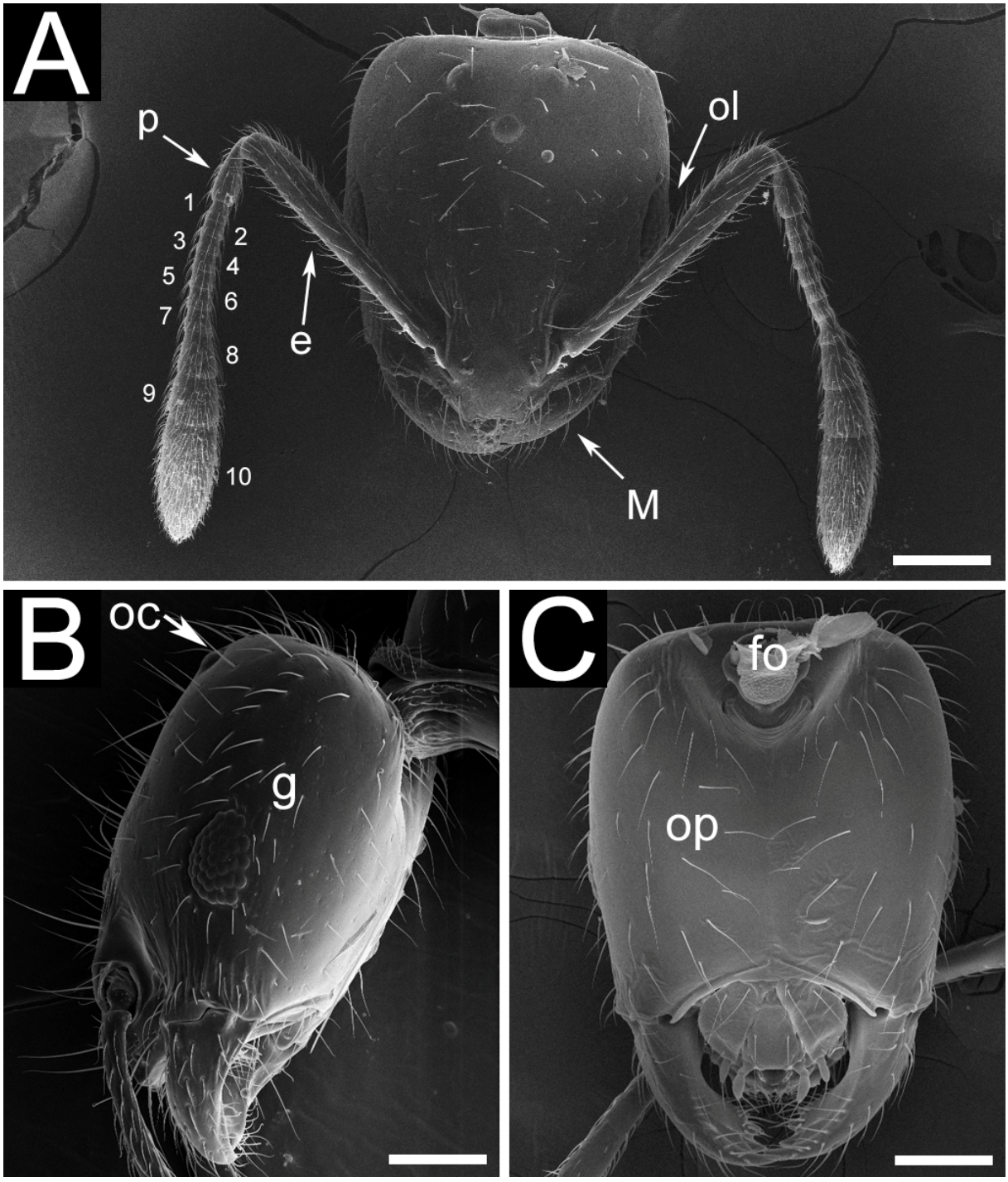


Figura 34. Cabeça da rainha de *Monomorium floricola* em vista: (A) anterior, (B) lateral, (C) posterior. Abreviações: clípeo (cl), escapo (e), flagelo (fl), forâmen (fo), fronte (f), gena (g), mandíbula (M), occipital (op), ocelo (oc), olho (ol), pedicelo (p), vértex (v). Tamanho das barras: (A) 0,135 mm; (B) 0,119 mm; (C) 0,129 mm.

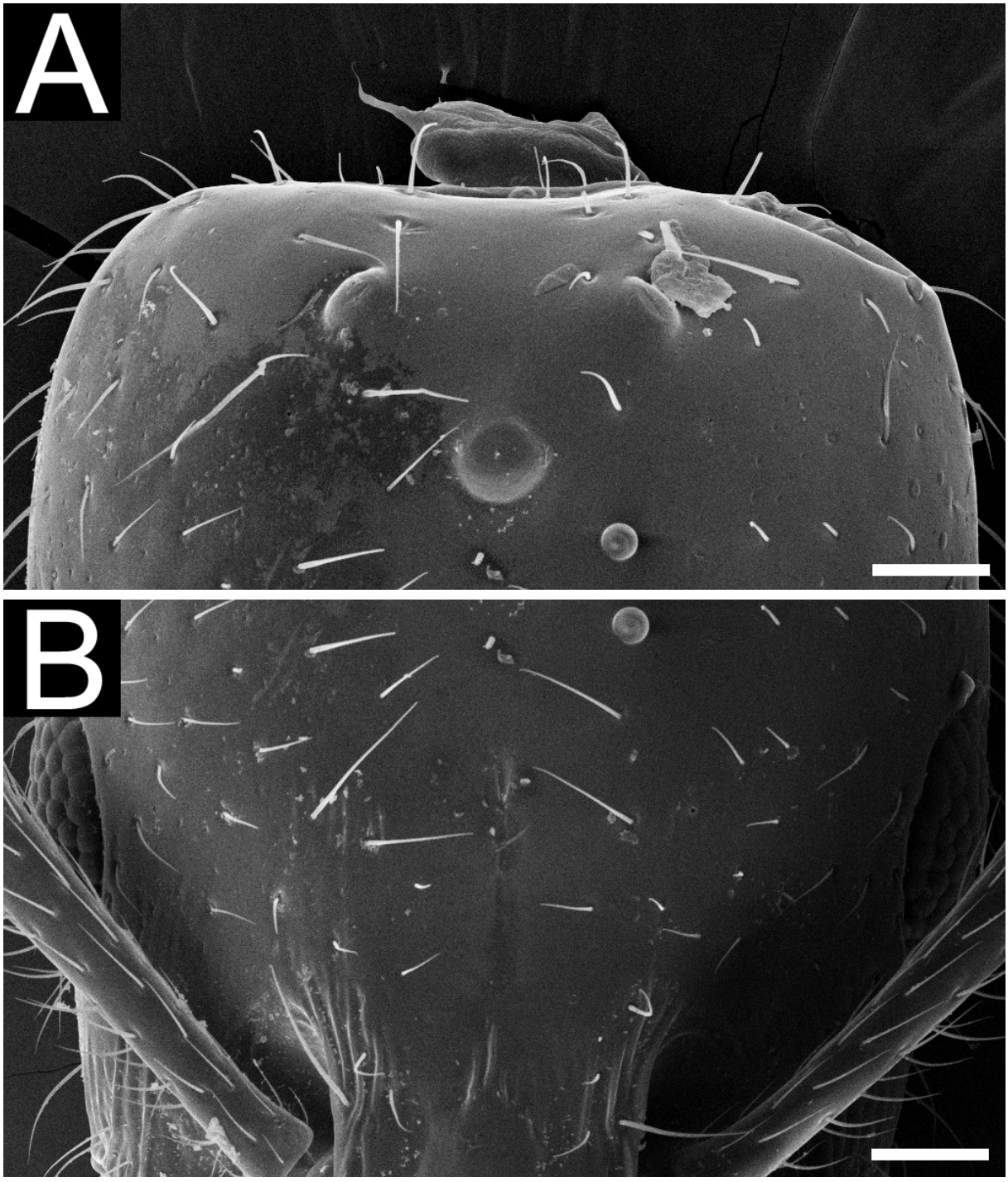


Figura 35. Cabeça da rainha de *Monomorium floricola* mostrando: (A) vértex, (B) fronte. Tamanho das barras: (A) 0,052 mm; (B) 0,056 mm.

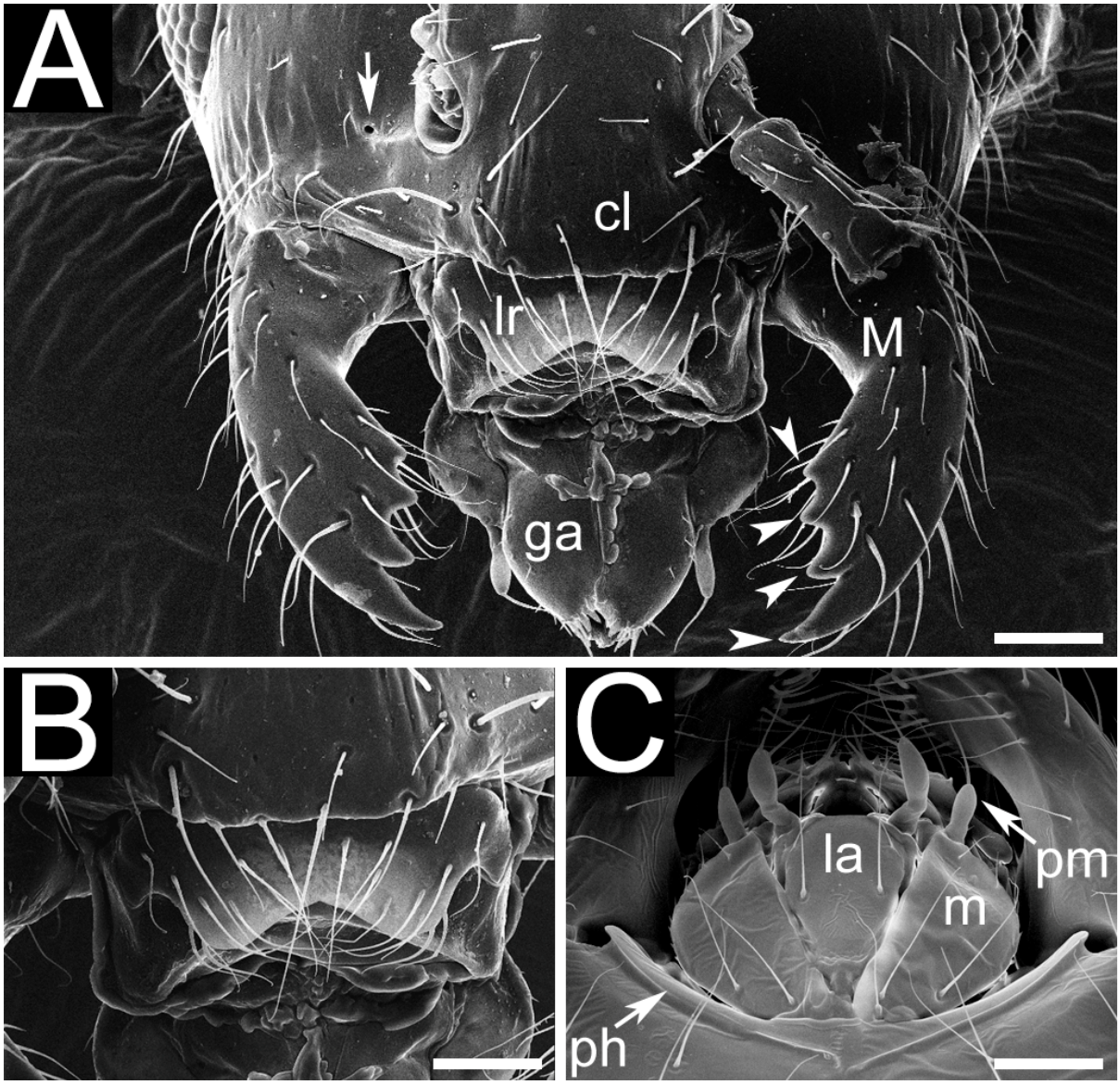


Figura 36. Peças bucais da rainha de *Monomorium floricola*: (A) em vista anterior, (B) detalhe do labro, (C) em vista posterior. Abreviações: dentes da mandíbula (cabeça de seta), galea (ga), lábio (la), labro (lr), mandíbula (M), maxila (m), palpo maxilar (pm), ponte hipostomal (ph). Tamanho das barras: (A) 0,059 mm; (B) 0,036 mm; (C) 0,061 mm.

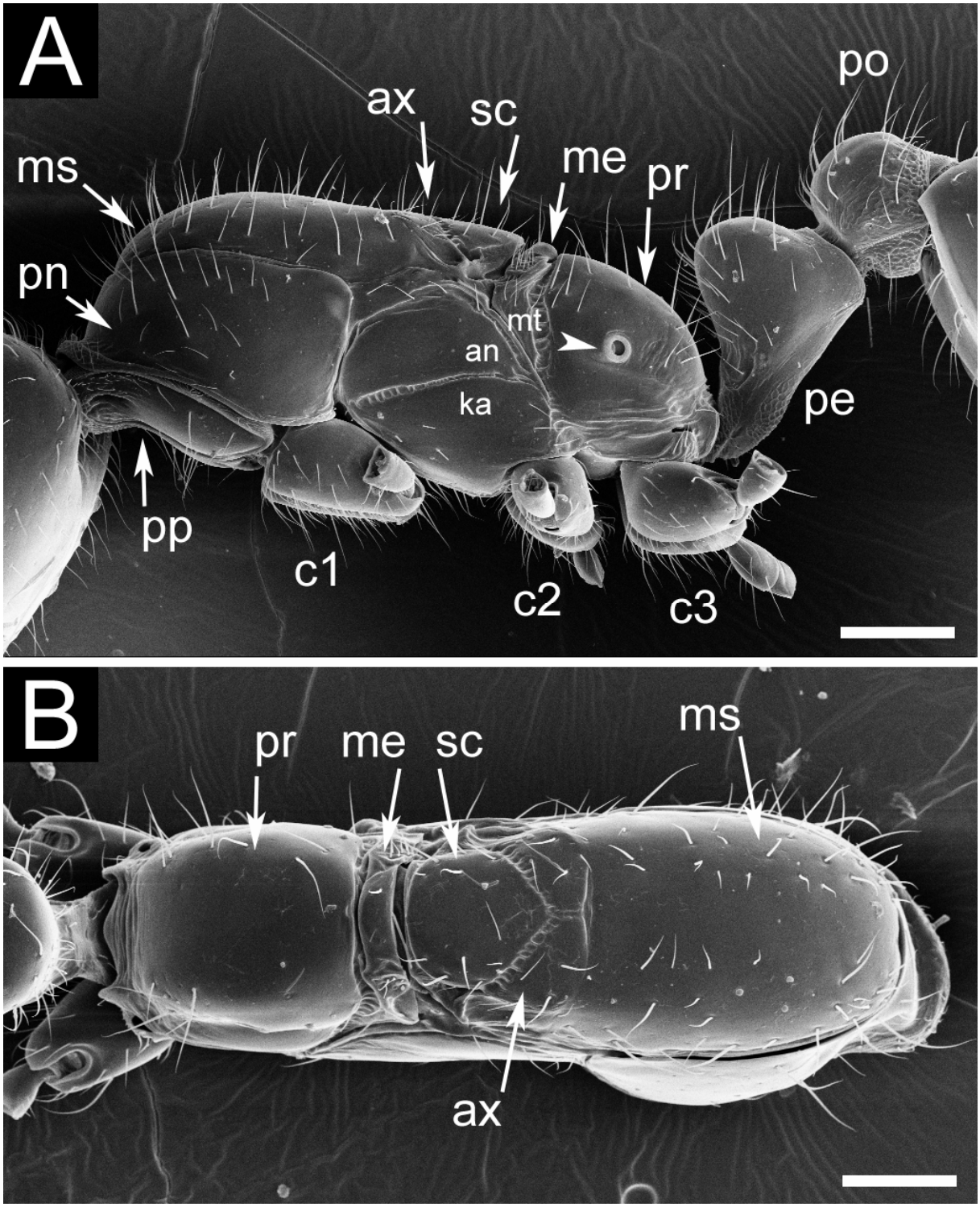
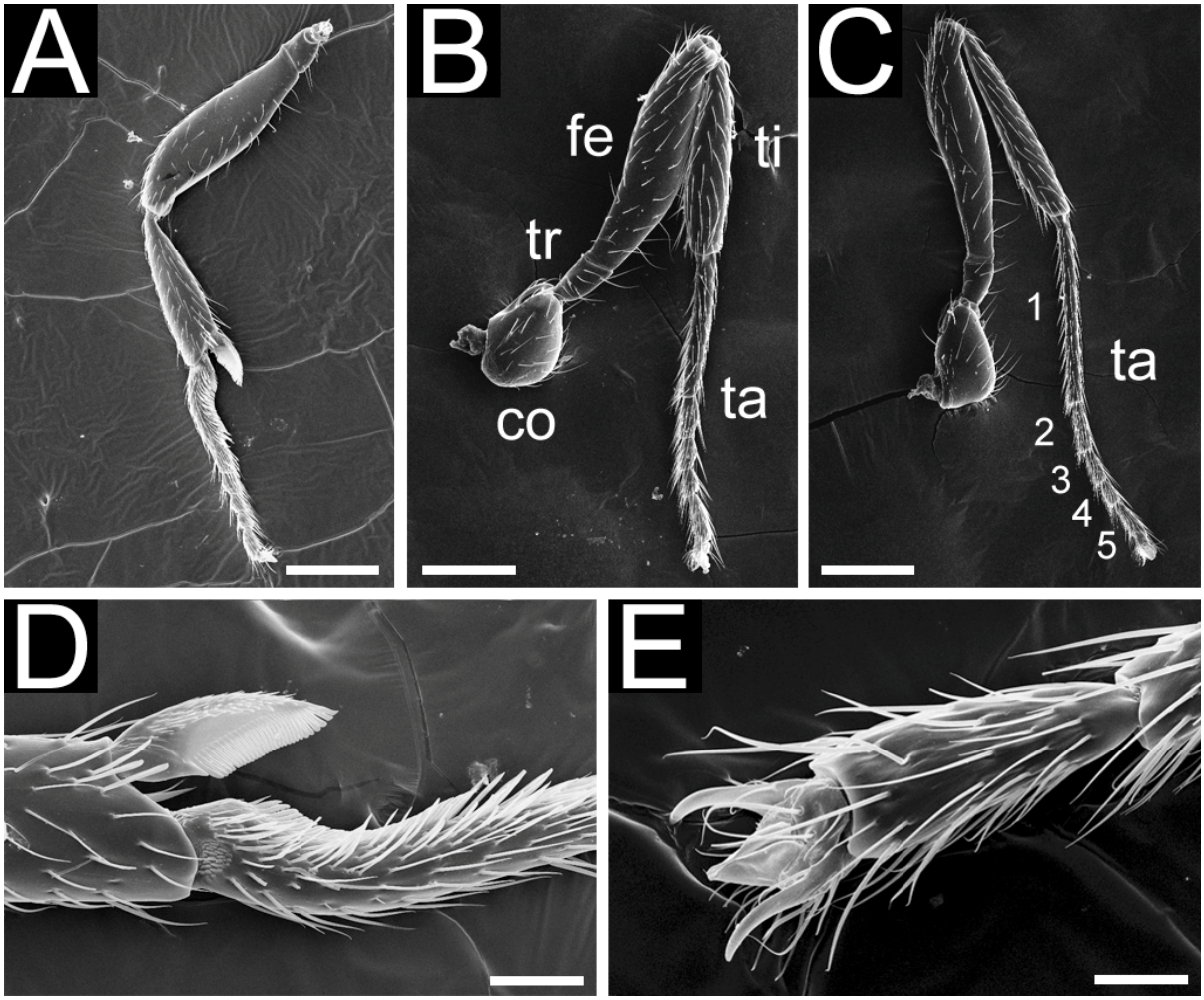


Figura 37. Mesossoma da rainha de *Monomorium floricola*: (A) vista lateral, (B) vista dorsal. Abreviações: anepiesterno (an), axila (ax), coxas (c_n), escutelo (sc), espiráculo (cabeça de seta), katepiesterno (ka), mesoscudo (ms), metanoto (me), metapleura (mt), pecíolo (pe), pós-pecíolo (po), pronoto (pn), propleura (pp), propodeo (pr). Tamanho das barras: (A) 0,162 mm; (B) 0,124 mm.



Figuras 38. As pernas da rainha de *Monomorium floricola*: (A) anterior; (B) mediana; (C) posterior; (D) detalhe da perna anterior, mostrando o esporão pectinado; (E) detalhe da perna posterior, mostrando as garras tarsais. Abreviações: coxa (co), trocanter (tr), fêmur (fe), tíbia (ti), tarso (ta). Tamanho das barras: (A) 0,171 mm; (B) 0,150 mm; (C) 0,213 mm; (D) 0,046 mm, (E) 0,025 mm.

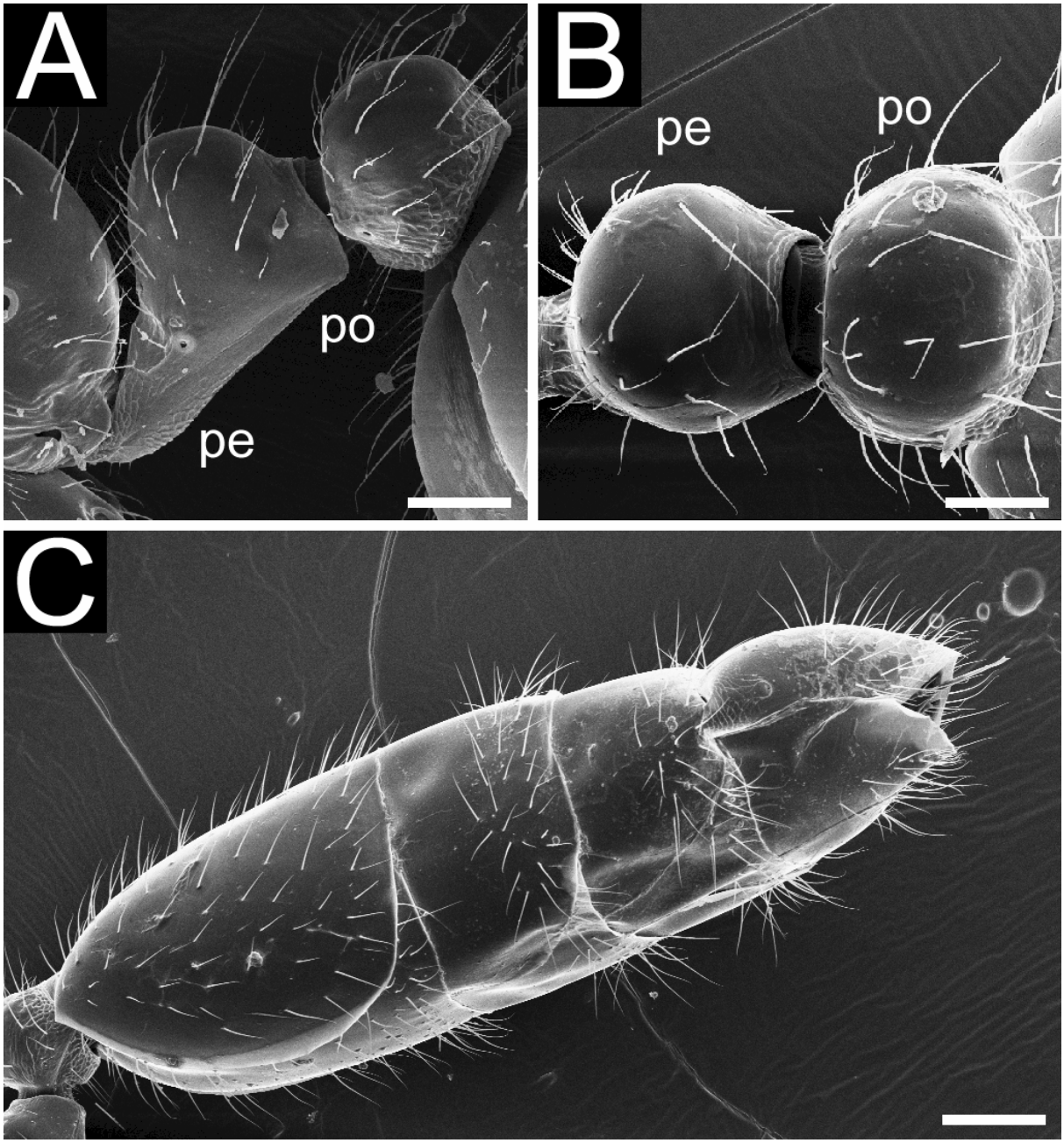


Figura 39. Cintura da rainha de *Monomorium floricola* em vista: (A) lateral, (B) dorsal. Gáster da rainha de *Monomorium floricola* em vista lateral (C). Abreviações: pecíolo (pe), pós-pecíolo (po). Tamanho das barras: (A) 0,094 mm; (B) 0,088 mm; (C) 0,183 mm.

mm de diâmetro; N = 1), próximo da região meso-ventral; superfície lisa na região dorsal e rugosa no restante da estrutura; pêlos simples (0,096 ± 0,032 mm; 0.039 - 0.142 mm; N = 10) presentes em toda a estrutura; na região ventral existe uma protuberância trapezoidal (0.044 mm de altura; N = 1). GÁSTER (Figura 39C): Visto de lado apresenta um formato oval. Coloração marrom escura, recoberto por pêlos simples (0,097 ± 0,031 mm; 0.035 - 0.153 mm; N = 30). Tegumento é liso, com a exceção da região de conexão com o pós-pecíolo, que apresenta a superfície estriada. Com a exceção do 1º segmento do gáster, que está totalmente recoberto por pêlos, nos demais segmentos, os pêlos recobrem apenas a porção distal. Um par de espiráculos é visível no 1º segmento (0,022 mm de diâmetro; N = 1), deslocado para a região dorsal, na porção proximal do segmento.

Medidas corporais (N = 15): (LC) 0,44 - 0,46 mm; (CC) 0,55 ± 0,02 mm (0,53 - 0,59 mm); (CO) 0,10 - 0,13 mm; (LO) 0,06 - 0,09 mm; (CF) 0,59 ± 0,02 mm (0,55 - 0,61 mm); (CE) 0,37 - 0,41 mm; (CM) 0,26 ± 0,01 mm (0,25 - 0,27 mm); (CS) 0,86 ± 0,04 mm (0,78 - 0,91 mm); (LS) 0,27 ± 0,01 mm (0,24 - 0,29 mm); (CP_1) 0,35 ± 0,02 mm (0,32 - 0,38 mm); (CP_2) 0,22 ± 0,02 mm (0,19 - 0,25 mm); (HP_1) 0,22 - 0,28 mm; (HP_2) 0,19 - 0,26 mm; (CG) 1,69 ± 0,26 mm (1,22 - 2,12 mm); (Cg) 0,44 - 0,65 mm; (co-a) 0,22 ± 0,01 mm (0,20 - 0,23 mm); (tr-a) 0,11 ± 0,01 mm (0,10 - 0,12 mm); (fe-a) 0,38 ± 0,01 mm (0,35 - 0,40 mm); (ti-a) 0,28 - 0,33 mm; (ta-a) 0,32 - 0,40 mm; (co-m) 0,15 - 0,20 mm; (tr-m) 0,11 ± 0,01 mm (0,10 - 0,12 mm); (fe-m) 0,38 ± 0,01 mm (0,36 - 0,40 mm); (ti-m) 0,31 ± 0,01 mm (0,30 - 0,33 mm); (ta-m) 0,44 ± 0,02 mm (0,38 - 0,47 mm); (co-p) 0,19 ± 0,01 mm (0,18 - 0,20 mm); (tr-p) 0,11 ± 0,01 mm (0,10 - 0,13 mm); (fe-p) 0,45 ± 0,02 mm (0,41 - 0,48 mm); (ti-p) 0,36 - 0,42 mm; (ta-p) 0,62 ± 0,02 mm (0,58 - 0,65 mm); (IC) 80,9 ± 3,3 (74,6 - 86,8); (IE) 88,7 ± 3,1 (80,4 - 93,2); (CT) 3,69 ± 0,28 mm (3,10 - 4,06 mm); (CR-a) 1,38 ± 0,03 mm (1,31 - 1,41 mm); (CR-m) 1,40 ± 0,04 mm (1,33 - 1,49 mm); (CR-p) 1,77 ± 0,04 mm (1,70 - 1,84 mm).

5.4. Fatores responsáveis pela formação das formas anormais

5.4.1. Choque térmico

De acordo com Berndt e Eichler (1987), as formas anômalas do mosaico genético entre os reprodutores e com as operárias podiam ser classificadas em

cinco tipos: (1) Ginandromorfo, em que os indivíduos apresentavam características de rainha e de macho, com o predomínio das estruturas da rainha; (2) Androginomorfo, em que os indivíduos apresentavam características de rainha e de macho, com o predomínio das estruturas do macho; (3) Ergatandromorfo, em que os indivíduos apresentavam características de operária e de macho, com o predomínio das estruturas da operária; (4) Androergatomorfo, em que os indivíduos apresentavam características de operária e de macho, com o predomínio das estruturas do macho; (5) forma clássica, em que os indivíduos apresentavam características de fêmea (rainha ou operária) e de macho, não havendo o predomínio de nenhuma estrutura, mas estando divididos igualmente. Esta classificação foi utilizada no presente estudo para caracterizar a morfologia externa dos anômalos.

Nas 15 colônias de *M. floricola* foram obtidas 3850 formas reprodutivas, normais e anômalas: 1740 indivíduos no controle, 1876 indivíduos no tempo de 20 min de choque térmico e 234 indivíduos no tempo de 40 min de choque térmico. Dentre as formas anômalas foram encontradas apenas ginandromorfos, androginomorfos e as da forma clássica (rainha e macho). Estes espécimes foram utilizados para a descrição da morfologia externa (vide tópico 5.4.2.). Estes experimentos também resultaram em outras anomalias, que ocorreram em seis indivíduos, e não puderam ser classificadas nos cinco tipos mencionados. Na tabela 15 podem ser visualizados os resultados da aplicação do choque térmico nas colônias. Antes da aplicação do choque térmico nas colônias, notou-se durante o levantamento populacional de formas reprodutoras adultas a ausência de machos e de formas anômalas.

Nas três colônias de *M. pharaonis*, não expostas ao choque térmico, foram obtidas um total de 2715 formas reprodutivas, normais e anômalas: 1050 rainhas, com o número variando entre 39 e 646; 1660 machos, variando entre 83 e 880; quatro androginomorfos, variando entre zero e dois; e uma forma clássica (rainha e macho). A proporção sexual foi de: 1,58 machos : 1,0 rainha.

5.4.2. Descrição dos adultos – formas anormais

Dentre os três tipos de anomalias, foram encontrados nas avaliações 260 indivíduos (120 ginandromorfos, 120 androginomorfos e 20 da forma clássica), que

representavam 6,75 % do total amostrado. Na tabela 16 é apresentado uma caracterização qualitativa de cada tipo e as figuras 40 a 43 ilustram as alterações nas partes do corpo. A seguir segue uma caracterização quantitativa de 15 indivíduos para cada tipo de anomalia. Na tabela 17 é feita uma comparação destas medidas entre as formas normais e anômalas.

Ginandromorfo: (LC) 0,47 ± 0,03 mm (0,39 - 0,53 mm); (CC) 0,52 ± 0,02 mm (0,49 - 0,54 mm); (CO) 0,25 ± 0,02 mm (0,21 - 0,28 mm) (macho), 0,11 ± 0,01 mm (0,09 - 0,13 mm) (fêmea); (LO) 0,19 ± 0,02 mm (0,16 - 0,21 mm) (macho), 0,06 - 0,09 mm (fêmea); (CS) 0,91 ± 0,06 mm (0,76 - 1,03 mm); (LS) 0,36 ± 0,03 mm (0,32 - 0,40 mm); (CP_1) 0,31 ± 0,03 mm (0,25 - 0,35 mm); (CP_2) 0,21 ± 0,02 mm (0,18 - 0,24 mm); (HP_1) 0,19 - 0,24 mm; (HP_2) 0,20 ± 0,01 mm (0,18 - 0,22 mm); (CG) 1,71 ± 0,26 mm (1,35 - 2,23 mm); (Cg) 0,57 ± 0,04 mm (0,50 - 0,62 mm); (IC) 91,5 ± 7,0 (80,0 - 103,0); (CT) 3,66 ± 0,32 mm (3,21 - 4,29 mm).

Androginomorfo: (LC) 0,48 ± 0,03 mm (0,41 - 0,54 mm); (CC) 0,51 ± 0,02 mm (0,49 - 0,54 mm); (CO) 0,34 ± 0,07 mm (0,25 - 0,41 mm) (macho), 0,10 - 0,24 mm (fêmea); (LO) 0,26 ± 0,06 mm (0,18 - 0,32 mm) (macho), 0,06 - 0,20 mm (fêmea); (CS) 0,96 ± 0,06 mm (0,85 - 1,09 mm); (LS) 0,38 ± 0,03 mm (0,34 - 0,46 mm); (CP_1) 0,29 ± 0,03 mm (0,25 - 0,33 mm); (CP_2) 0,22 ± 0,02 mm (0,18 - 0,24 mm); (HP_1) 0,22 ± 0,01 mm (0,21 - 0,24 mm); (HP_2) 0,21 ± 0,02 mm (0,18 - 0,24 mm); (CG) 1,47 ± 0,27 mm (1,12 - 2,04 mm); (Cg) 0,51 ± 0,04 mm (0,46 - 0,59 mm); (IC) 95,3 ± 7,6 (81,0 - 109,0); (CT) 3,45 ± 0,31 mm (2,99 - 4,17 mm).

Forma clássica: (LC) 0,48 ± 0,03 mm (0,41 - 0,51 mm); (CC) 0,52 ± 0,02 mm (0,49 - 0,54 mm); (CO) 0,24 - 0,29 mm (macho), 0,11 ± 0,02 mm (0,07 - 0,13 mm) (fêmea); (LO) 0,16 - 0,21 mm (macho), 0,08 ± 0,01 mm (0,06 - 0,10 mm) (fêmea); (CS) 0,93 ± 0,07 mm (0,83 - 1,09 mm); (LS) 0,36 ± 0,01 mm (0,34 - 0,38 mm); (CP_1) 0,29 ± 0,03 mm (0,25 - 0,35 mm); (CP_2) 0,23 ± 0,02 mm (0,19 - 0,25 mm); (HP_1) 0,21 - 0,28 mm; (HP_2) 0,21 ± 0,02 mm (0,19 - 0,25 mm); (CG) 1,71 ± 0,22 mm (1,39 - 2,12 mm); (Cg) 0,54 ± 0,04 mm (0,46 - 0,62 mm); (IC) 92,9 ± 6,5 (81,0 - 105,0); (CT) 3,67 ± 0,25 mm (3,29 - 4,17 mm).

Tabela 15. Resultados obtidos com o choque térmico (52,0 - 54,0 ºC) nas colônias de *Monomorium floricola*.

	Tempo de exposição ao choque térmico		
	0 min (controle)	**20 min**	**40 min**
Número de rainhas antes do choque térmico	32 - 100 rainhas	44 - 93 rainhas	13 - 81 rainhas
Número de rainhas nascidas após do choque térmico	63 - 458 rainhas	104 - 432 rainhas	0 - 115 rainhas
Número de machos nascidos após do choque térmico	26 - 177 machos	40 - 260 machos	0 - 50 machos
Razão sexual após o choque térmico	1,0 macho : 2,5 rainhas	1,0 macho : 1,7 rainhas	1,0 macho : 2,3 rainhas
Percentual de Ginandromorfos nascidos após o choque térmico	3,1%	3,0%	4,3%
Percentual de Androginomorfos nascidos após o choque térmico	2,7 %	3,7 %	1,3%
Percentual da forma clássica nascidos após o choque térmico	0,5 %	0,5 %	0,9 %
Percentual da mortalidade das operárias após o choque térmico [1]	0,0 %	10,0 - 30,0 %	100,0 %[2]
Probabilidade de recuperação das colônias após o choque térmico	100,0 %	100,0 %	60,0 %

Nota. [1]Percentual referente às operárias que se encontravam dentro dos tubos de ensaio, que de fato sofreram a ação do choque térmico. [2]As operárias que se encontravam nas bandejas, não expostas ao choque térmico, foram utilizadas no cuidado dos imaturos sobreviventes.

Tabela 16. Percentual do estado de cada parte do corpo para cada forma adulta anômala de reprodutores em *Monomorium floricola*.

Partes do corpo		Estado	Tipos de anomalias		
			Androginomorfo	Ginandromorfo	Forma Clássica
Cabeça (Figuras 40 e 41)	Formato geral e Olhos	M	54,0 %	19,2 %	0,0 %
		F	1,6 %	17,7 %	0,0 %
		M/F	44,4 %	63,1 %	100,0 %
	Mandíbulas	M	50,8 %	15,4 %	0,0 %
		F	1,6 %	19,2 %	0,0 %
		M/F	47,6 %	65,4 %	100,0 %
	Antenas	M	46,8 %	17,7 %	0,0 %
		F	0,8 %	16,2 %	0,0 %
		M-AN	1,6 %	0,8 %	0,0 %
		F-AN	0,0 %	1,5 %	0,0 %
		A	0,8 %	0,0 %	0,0 %
		M/F	38,1 %	51,5 %	85,7 %
		M-AN/F-AN	0,8 %	1,5 %	0,0 %
		M-AN/F	1,6 %	3,1 %	0,0 %
		M-AN/M	2,4 %	0,8 %	0,0 %
		M/F-AN	7,1 %	6,9 %	14,3 %
Mesossoma (Figura 42)	Formato geral	M	38,9 %	12,3 %	0,0 %
		F	0,8 %	20,8 %	0,0 %
		M/F	60,3 %	66,9 %	100,0 %
	Asa anterior direita	N	50,8 %	26,9 %	33,3 %
		AN	11,9 %	9,2 %	23,8 %
		A	37,3 %	63,9 %	42,9 %
	Asa anterior esquerda	N	51,6 %	45,4 %	38,1 %
		AN	11,9 %	13,1 %	4,8 %
		A	36,5 %	41,5 %	57,1 %
	Asa posterior direita	N	50,8 %	22,3 %	28,6 %
		AN	16,7 %	15,4 %	28,6 %
		A	32,5 %	62,3 %	42,8 %
	Asa posterior esquerda	N	50,0 %	43,1 %	38,1 %
		AN	13,5 %	20,8 %	4,8 %
		A	36,5 %	36,1 %	57,1 %

Partes do corpo		Estado	Tipos de anomalias		
			Androginomorfo	Ginandromorfo	Forma Clássica
Cintura (Figura 43A)		M	42,8 %	2,3 %	0,0 %
		F	27,8 %	90,8 %	0,0 %
		M/F	29,4 %	6,9 %	100,0 %
Gáster (Figura 43)	Formato geral	M	24,6 %	0,8 %	0,0 %
		F	7,1 %	46,1 %	0,0 %
		M/F	68,3 %	53,1 %	100,0 %
	Genitália	M	34,1 %	21,5 %	0,0 %
		F	12,7 %	40,9 %	0,0 %
		M-AN	30,2 %	19,2 %	76,2 %
		F-AN	3,2 %	1,5 %	9,5 %
		A	19,8 %	16,9 %	14,3 %

Nota. Abreviações: anormal (AN); ausente (A); com ambos os sexos presentes (M/F); feminino (F); feminino anormal (F-AN); masculino (M); masculino anormal (M-AN); normal (N).

Tabela 17. Análise comparativa de algumas estruturas do corpo entre as formas normais e anômalas de *Monomorium floricola*.

	Médias das medidas corporais (mm)				
	Rainha	**Macho**	**Androginomorfo**	**Ginandromorfo**	**Forma clássica**
Largura da cabeça	0,45a	0,53b	0,48c	0,47c	0,48c
Comprimento da cabeça	0,55a	0,49b	0,51bc	0,52c	0,52c
Comprimento do olho de macho		0,25a	0,34b	0,25a	0,25a
Comprimento do olho de fêmea	0,10a		0,17b	0,11a	0,11a
Largura do olho de macho		0,18a	0,26b	0,19a	0,19a
Largura do olho de fêmea	0,08a		0,12b	0,07a	0,08a
Comprimento diagonal do mesossoma	0,86a	1,06b	0,96c	0,91ac	0,93c
Largura do mesonoto	0,27a	0,39b	0,38bd	0,36c	0,36cd
Comprimento do pecíolo	0,35a	0,26b	0,29c	0,31c	0,29c
Altura do pecíolo	0,24a	0,21bc	0,22abd	0,22bd	0,23ad
Comprimento do pós-pecíolo	0,22a	0,18b	0,22a	0,21a	0,23a
Altura do pós-pecíolo	0,21a	0,21a	0,21a	0,20a	0,21a
Comprimento do gáster	1,69a	1,15b	1,47a	1,71a	1,71a
Comprimento do 1º segmento do gáster	0,58a	0,43b	0,51cd	0,57a	0,54ad
Comprimento total do corpo	3,69a	3,14b	3,45a	3,66a	3,67a

Nota. Em cada linha, as médias seguidas pela mesma letra não diferiram estatisticamente entre si pelo teste Tukey, a 5,0 % de probabilidade.

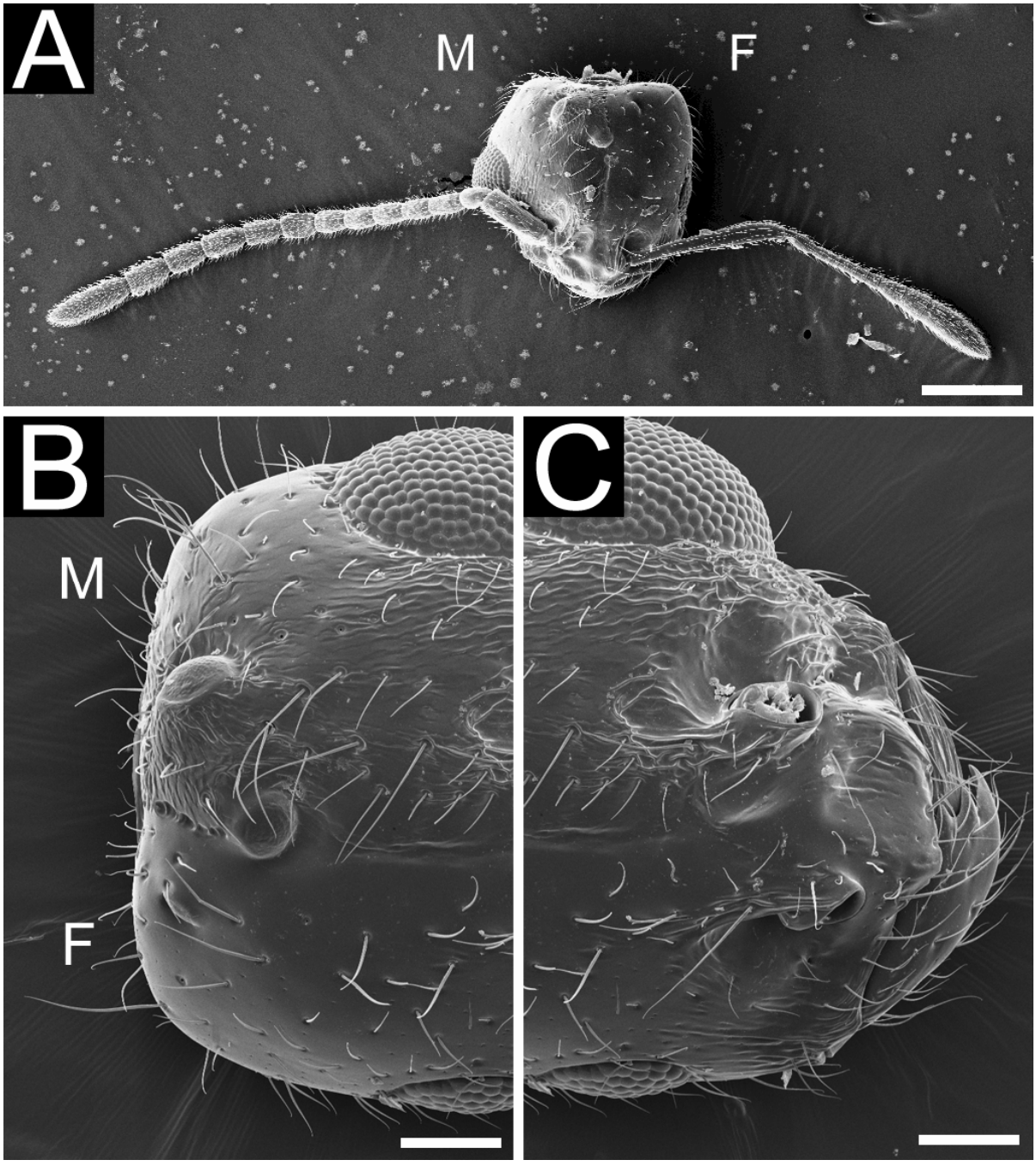


Figura 40. Cabeça de ginandromorfo de *Monomorium floricola*: (A) vista geral; (B) região da vértex e parte superior da fronte; (C) clípeo, mandíbula e parte inferior da fronte. Abreviações: lado feminino (F), lado masculino (M). Tamanho das barras: (A) 0,300 mm; (B) 0,072 mm; (C) 0,072 mm.

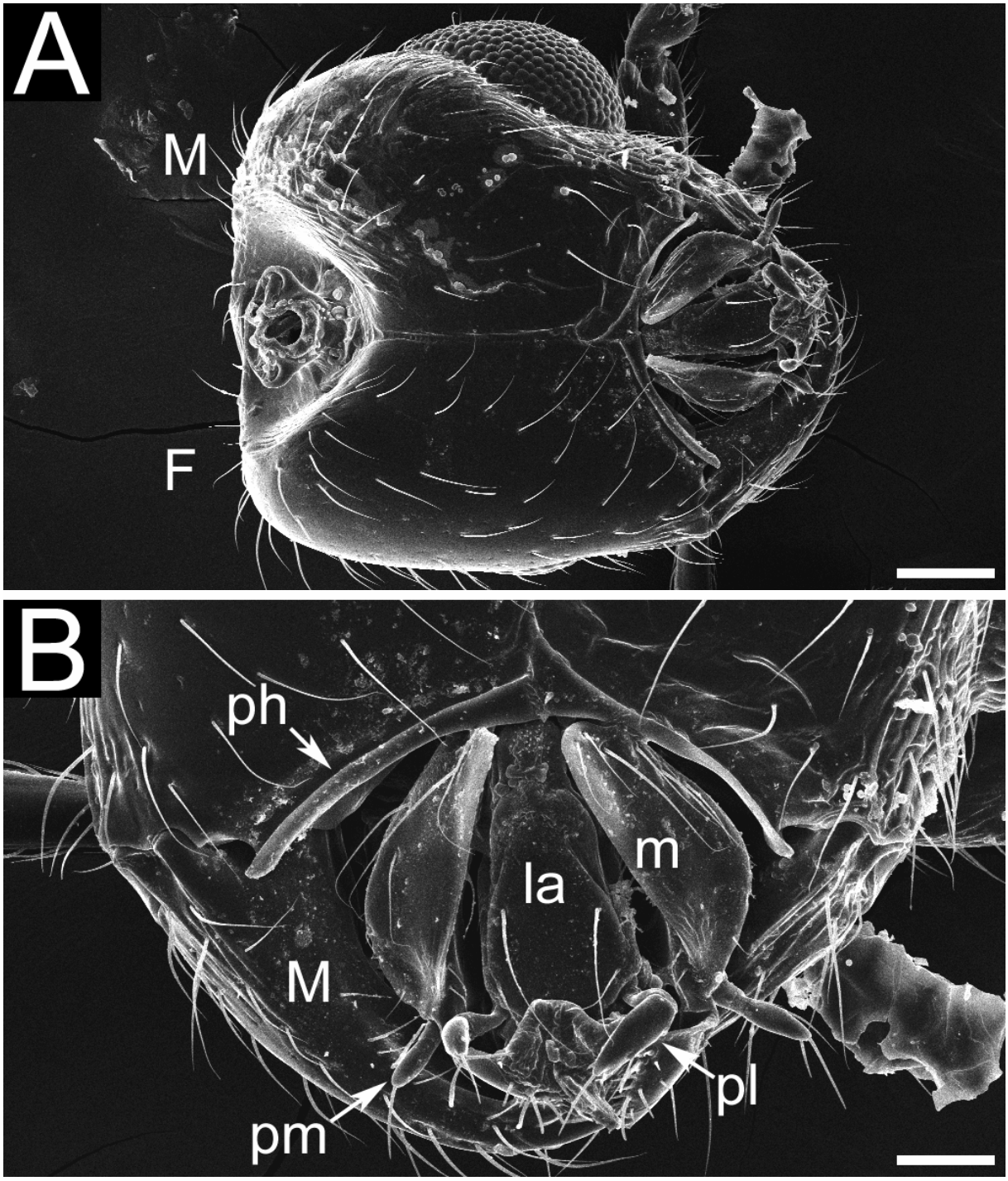


Figura 41. Cabeça de androginomorfo de *Monomorium floricola*: (A) vista posterior; (B) peças bucais. Abreviações: lábio (la), lado feminino (F), lado masculino (M), mandíbula (M), maxila (m), palpo labial (pl), palpo maxilar (pm), ponte hipostomal (ph). Tamanho das barras: (A) 0,089 mm; (B) 0,042 mm.

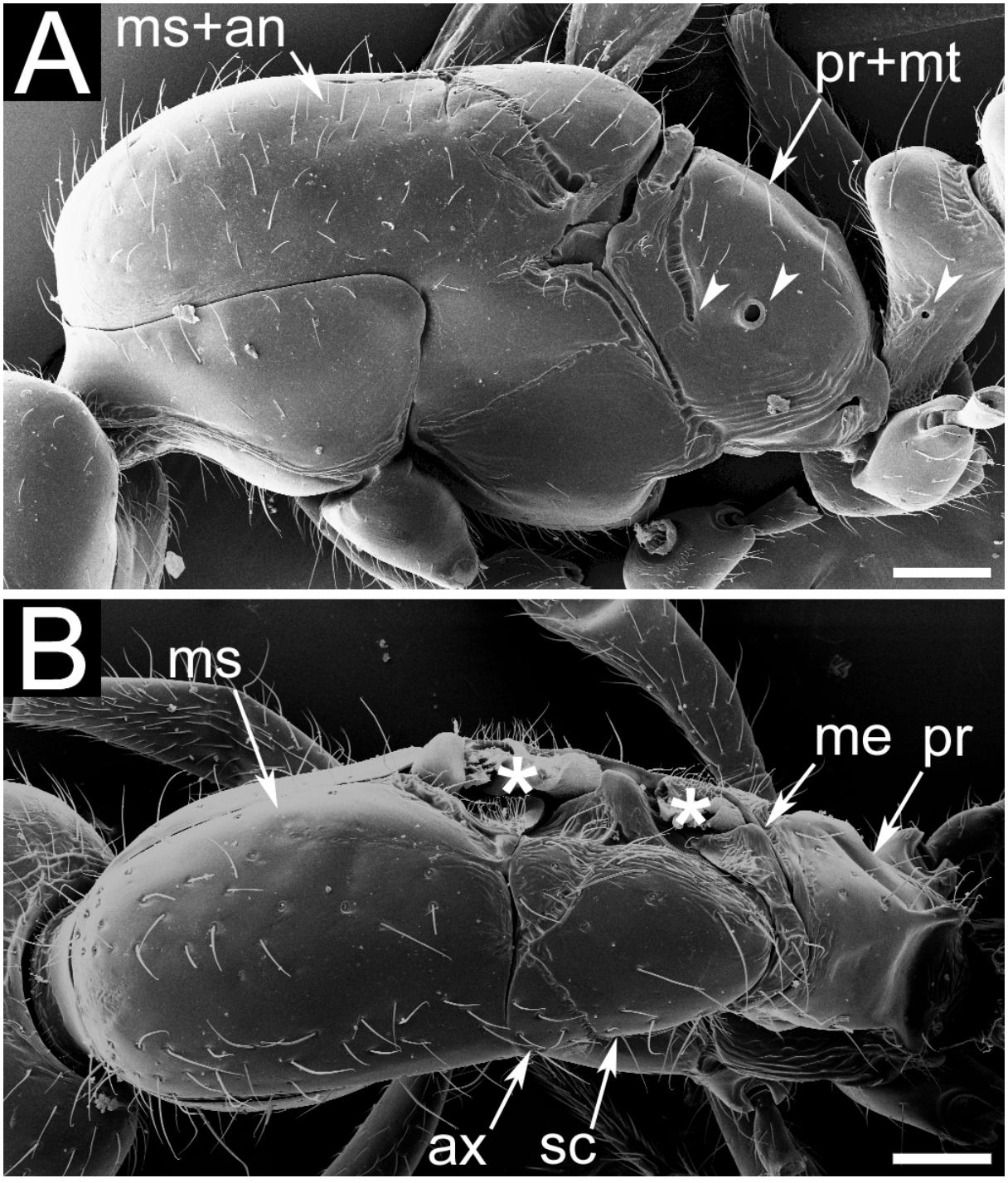


Figura 42. Mesossoma de androginomorfo de *Monomorium floricola*: (A) vista lateral; (B) vista dorsal. Abreviações: anepiesterno (an), axila (ax), escutelo (sc), espiráculo (cabeça de seta), local de inserção das asas (asterisco), mesoscudo (ms), metanoto (me), metapleura (mt), propodeo (pr). Tamanho das barras: (A) 0,130 mm; (B) 0,082 mm.

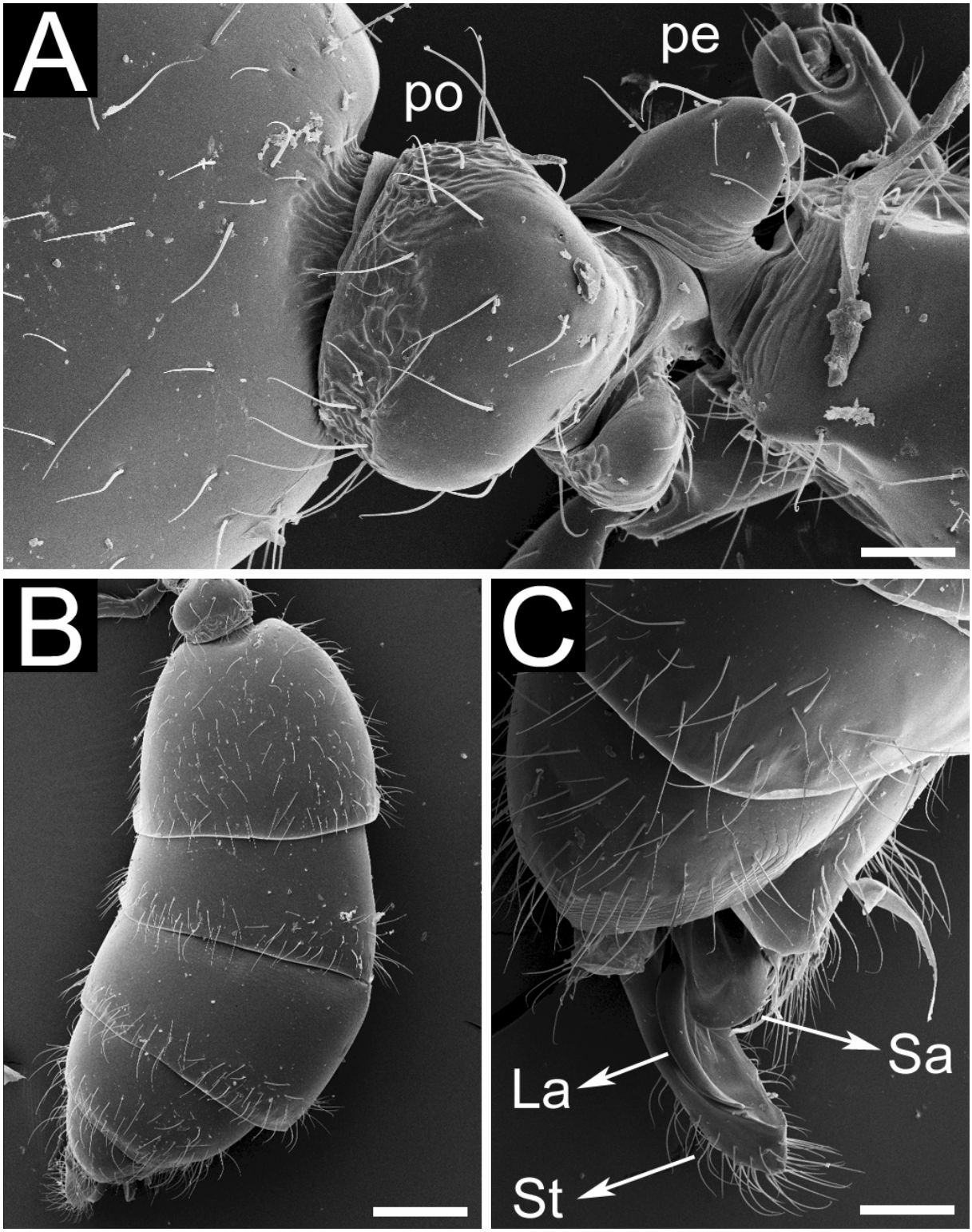


Figura 43. Anomalia do tipo forma clássica (rainha e macho) de *Monomorium floricola*: (A) vista dorsal da cintura, (B) vista dorsal do gáster, (C) vista dorsal da genitália masculina anormal. Abreviações: lacinia (La), pecíolo (pe), pós-pecíolo (po), sagittae (Sa), stipites (St). Tamanho das barras: (A) 0,057 mm; (B) 0,250 mm; (C) 0,100 mm.

5.4.3. Longa permanência em altas temperaturas

Os resultados do experimento podem ser conferidos nas tabelas 18 e 19. Após 35 dias do inicio do experimento, houve a produção de rainhas, machos e anômalos (ginandromorfos, androginomorfos, formas clássica e androergatomorfo), com a presença de pupas de formas reprodutoras em apenas uma colônia. Neste tempo, a proporção sexual dos reprodutores ficou abaixo do controle. Após 70 dias do inicio do experimento, houve a produção de rainhas, machos e anômalos (ginandromorfos), com a presença de pupas de formas reprodutoras em duas colônias. Neste tempo, a proporção sexual dos reprodutores ficou acima do controle. Houve um aumento de 50,2 % e 29,8 % no número de rainhas, respectivamente, após 35 dias e 70 dias do inicio do experimento. Quando comparado com o controle, os valores obtidos no aumento do número de rainhas após 35 dias são próximos. Porém, após 70 dias o aumento ficou muito abaixo ao esperado. Estes resultados indicam um efeito nocivo da temperatura na produção de rainhas, consequentemente, das outras formas adultas em geral.

5.4.4. Administração de antibiótico

Os resultados do experimento podem ser conferidos nas tabelas 18 e 19. Na concentração de 1,0 mg do antibiótico para cada 1,0 ml da solução açucarada, após 35 dias do inicio do experimento, houve a produção de apenas machos, com a presença de pupas de formas reprodutoras em três colônias. Neste tempo, a proporção sexual dos reprodutores ficou acima do controle. Após 70 dias do inicio do experimento, houve a produção de rainhas, machos e anômalos (ginandromorfos, androginomorfos e formas clássica), com a presença de pupas de formas reprodutoras em quatro colônias. Neste tempo, a proporção sexual dos reprodutores ficou próxima da obtida com o controle. Houve uma redução de 3,9 % e um aumento de 401,4 % no número de rainhas, respectivamente, após 35 dias e 70 dias do inicio do experimento.

Na concentração de 5,0 mg do antibiótico para cada 1,0 ml da solução açucarada, após 35 dias do inicio do experimento, houve a produção de apenas rainhas, com nenhuma colônia apresentando pupas de formas reprodutoras. Após 70 dias do inicio do experimento, houve a produção de rainhas, machos e um

Tabela 18. Resultados obtidos com *Monomorium floricola* nos experimentos da longa permanência em altas temperaturas e uso do antibiótico.

Condições ambientais[1]		Reprodutores normais e anormais[2]						
		Inicio do experimento		após 35 dias		após 70 dias		Percentual de aumento no nº de rainhas
		Adultos[3]	Pupas	Adultos[3]	Pupas	Adultos[3]	Pupas	
Temperatura controle (23,0 – 27,0 ºC)		R: 303; 48-83; 5	P: 4 A: 1	R: 430; 59-130; 5 M: 23; 1 G: 4; 1 A: 1; 1	P: 4 A: 1	nv	nv	$41,9^{35d}$
		R: 404; 24-121; 5 M: 3; 1 G: 1; 1 A: 1; 1	P: 1 A: 4	nv	nv	R: 4350; 405-1226; 5 M: 1949; 266-620; 5 G: 141; 11-53; 5 A: 172; 11-51; 5 FC: 19; 1-10; 5 E: 1; 1	P: 5 A: 0	$976,7^{70d}$
Longa permanência em altas temperaturas (32,0 – 33,0 ºC)		R: 418; 39-125; 5	P: 2 A: 3	R: 628; 92-179; 5 M: 971; 36-290; 5 G: 103; 2-45; 5 A: 71; 2-26; 5 FC: 11 2-3; 4 D: 1; 1	P: 1 A: 4	nv	nv	$50,2^{35d}$
		R: 971; 85-205; 5	P: 0 A: 5	nv	nv	R: 1260; 188-372; 5 M: 53; 10-43; 2 G: 3; 1-2; 2	P: 2 A: 3	$29,8^{70d}$
Antibiótico[4] (23,0 – 27,0 ºC)	1	R: 508; 17-159; 5	P: 0 A: 5	R: 488; 19-146; 5 M: 3; 1	P: 3 A: 2	R: 2547; 138-1104; 5 M: 981; 160-415; 3 G: 44; 6-19; 3 A: 48; 5-29; 3 FC: 8; 2-6; 2	P: 4 A: 1	$- 3,9^{35d}$ $401,4^{70d}$
	5	R: 310; 25-93; 5	P: 0 A: 5	R: 315; 22-100; 5	P: 0 A: 5	R: 605; 60-287; 5 M: 19; 1 G: 1; 1	P: 1 A: 4	$1,6^{35d}$ $95,2^{70d}$

Nota. [1]Nas três condições ambientais a umidade relativa variou entre 50-80%. [2]Abreviações: 35 dias (35d), 70 dias (70d), androergatomorfos (D); androginomorfos (A); ergatandromorfos (E); forma clássica, rainha e macho (FC); ginandromorfos (G); machos (M); não verificado (nv); número de colônias que apresentaram pupas de reprodutores (P); número de colônias que não apresentaram pupas de reprodutores (A); rainhas (R). [3]Os resultados são disponibilizados da seguinte maneira: número total de indivíduos, número mínimo e máximo de indivíduos contabilizados de cada colônia (quando mencionado) e número de colônias em que estes indivíduos foram encontrados. [4]Os valores das concentrações são fornecidos em mg do antibiótico / 1 ml de solução açucarada.

Tabela 19. Comparação entre as proporções sexuais de *Monomorium floricola* obtidas com o controle, e nos experimentos de longa permanência em altas temperaturas e uso de antibiótico.

		após 35 dias	após 70 dias
Temperatura controle (23,0 – 27,0 ºC)		18,7 rainhas : 1,0 macho	2,2 rainhas : 1,0 macho
Longa permanência em altas temperaturas (32,0 – 33,0 ºC)		0,7 rainha : 1,0 macho	23,8 rainhas : 1,0 macho
Antibiótico[1] (23,0 – 27,0 ºC)	1	162,7 rainhas : 1,0 macho	2,6 rainhas : 1,0 macho
	5	Não houve produção de machos	31,8 rainhas : 1,0 macho

Nota. [1]Os valores das concentrações são fornecidos em mg do antibiótico / 1 ml de solução açucarada.

ginandromorfo, com a presença de pupas de formas reprodutoras em apenas uma colônia. Neste tempo, a proporção sexual dos reprodutores ficou acima do controle. Houve um aumento de 1,6 % e de 95,2 % no número de rainhas, respectivamente, após 35 dias e 70 dias do inicio do experimento.

Quando as duas concentrações foram comparadas com o controle, os valores obtidos no aumento do número de rainhas nos dois períodos avaliados ficaram abaixo do esperado, indicando um efeito nocivo do antibiótico na produção de rainhas, consequentemente, das outras formas adultas em geral. A concentração de 5,0 mg do antibiótico para cada 1,0 ml da solução açucarada mostrou ter um efeito mais nocivo.

5.4.5. Detecção de bactérias endosimbiontes

Nas amostradas analisadas (rainhas e operárias) não foram detectadas a presença das bactérias endosimbiontes *Wolbachia* e CFB (*Cytophaga-Flexibacter-Bacteroid*).

5.5. Morfologia interna de *Monomorium floricola*: Descrição do trato digestório

O trato digestório de *M. floricola* foi descrito e comparado com *M. pharaonis*. A descrição foi efetuada em separado para a larva e adultos, baseada em: Petralia e Vinson (1980), Caetano (1988), Landim (2008). Apesar dos túbulos de Malpighi pertencerem ao sistema excretor, eles foram incluídos na descrição, sendo medidos e quantificados. Os dados morfométricos das estruturas analisadas de ambas as espécies são mostradas na tabela 20.

5.5.1. Larvas de último instar

Em ambas as espécies, a estrutura de maior e menor comprimento seriam, respectivamente, o túbulo de Malpighi e a papila retal. Com a exceção do reto, que apresentou tamanho similar entre as duas espécies, as demais estruturas foram maiores em *M. pharaonis*. Na figura 44A pode ser observada uma visão geral do trato digestório da larva de terceiro instar de *M. floricola*.

Intestino anterior. Constituído pela cavidade bucal, faringe, esôfago, pró-ventrículo. A epifaringe (borda superior), hipofaringe (borda inferior), mandíbulas e maxilas (lateralmente) formavam a cavidade bucal (Figuras 21A, 44B). Presença de espinhos na faringe (Figura 44B). Como continuação da faringe, o esôfago era um tubo longo e levemente inclinado, não apresentando em sua extensão nenhuma dilatação, em contraste com o pró-ventrículo que era ligeiramente dilatado (Figura 44C). Internamente, estas estruturas apresentaram um epitélio com cutícula em sua parte apical (Figura 44B), revestido por duas camadas de musculatura visceral (Figura 44C): longitudinal (externa) e circular (interna). Além disso, a musculatura extrínseca (Figura 44B) sustentava e modificava o diâmetro da faringe. Estas estruturas se mostraram transparentes quando observadas ao microscópio óptico.

Intestino médio. O ventrículo apresentou uma coloração branca e formato arredondado, com o saco peritrófico em seu interior tendo uma coloração amarelada e formato elíptico, constituído por várias membranas (Figura 45C), sendo que a mais interna continha o bolo alimentar. No epitélio, a célula prismática principal (ou enterócito) e a célula filiforme foram identificadas, respectivamente, nas Figuras 46A e 45A. As células prismáticas apresentaram uma altura de aproximadamente 0,050 mm, cujo ápice estava recoberto com microvilosidades em vez de cutícula (Figura 46A). Verificou-se que as membranas eram formadas pelo epitélio do pró-ventrículo e pelas células de transição do pró-ventrículo com ventrículo (Figura 45A). Foram encontrados dois tipos de membranas (Figura 46B): uma fina e uma grossa. Além disso, como descrito para o intestino anterior, o ventrículo também apresentou as duas camadas de musculatura visceral (Figura 45B).

Intestino posterior. Formado pela região basal, pequeno intestino, reto e ânus. As larvas apresentaram quatro túbulos de Malpighi (Figura 46C), que se conectavam ao pequeno intestino. Além disso, estes túbulos se encontravam presos ao ventrículo pela rede de traqueíolas (Figura 45B). O reto era um saco amplo e transparente, formado por células cúbicas e pavimentosas, apresentando três papilas retais com formato oval (Figuras 46C, 46D).

Tabela 20. Medidas das estruturas que compõem o trato digestório em duas espécies de *Monomorium*.

Estruturas	*Monomorium floricola*				*Monomorium pharaonis*			
	Rainha	Macho	Operária	Larva	Rainha	Macho	Operária	Larva
Esôfago	1,34 ± 0,06 mm (1,25-1,46 mm)	1,36 ± 0,06 mm (1,26-1,44 mm)	0,80 ± 0,04 mm (0,75-0,85 mm)	0,28 ± 0,03 mm (0,23-0,32 mm)	1,84 ± 0,09 mm (1,66-1,97 mm)	1,73 ± 0,08 mm (1,62-1,88 mm)	1,05 ± 0,04 mm (0,98-1,12 mm)	0,37 ± 0,03 mm (0,32-0,40 mm)
Papo	0,75 ± 0,20 mm (0,51-1,06 mm)	0,22-0,61 mm	0,39 ± 0,05 mm (0,30-0,47 mm)		0,74 ± 0,18 mm (0,51-1,03 mm)	0,52 ± 0,12 mm (0,28-0,70 mm)	0,38 ± 0,09 mm (0,28-0,50 mm)	
Pró-ventrículo	0,22 ± 0,02 mm (0,18-0,25 mm)	0,18 ± 0,03 mm (0,14-0,25 mm)	0,12 ± 0,01 mm (0,10-0,14 mm)	0,08 ± 0,01 mm (0,07-0,09 mm)	0,25 ± 0,02 mm (0,21-0,28 mm)	0,23 ± 0,02 mm (0,20-0,25 mm)	0,21 ± 0,01 mm (0,20-0,23 mm)	0,17 ± 0,01 mm (0,15-0,20 mm)
Ventrículo	0,48 ± 0,15 mm (0,29-0,73 mm)	0,32 ± 0,06 mm (0,24-0,43 mm)	0,24 ± 0,05 mm (0,19-0,32 mm)	0,80 ± 0,08 mm (0,70-0,97 mm)	0,80 ± 0,12 mm (0,65-1,06 mm)	0,39 ± 0,07 mm (0,27-0,52 mm)	0,29 ± 0,03 mm (0,23-0,33 mm)	1,02 ± 0,08 mm (0,88-1,12 mm)
Saco Peritrófico				0,65 ± 0,04 mm (0,56-0,71 mm)				0,95 ± 0,06 mm (0,86-1,04 mm)
Íleo	0,43 ± 0,06 mm (0,32-0,56 mm)	0,32 ± 0,09 mm (0,21-0,48 mm)	0,25 ± 0,06 mm (0,16-0,34 mm)		0,47 ± 0,08 mm (0,35-0,57 mm)	0,36 ± 0,06 mm (0,30-0,45 mm)	0,25 ± 0,05 mm (0,18-0,34 mm)	
Reto	0,59 ± 0,16 mm (0,29-0,75 mm)	0,20-0,46 mm	0,31 ± 0,05 mm (0,23-0,40 mm)	0,12-0,28 mm	0,66 ± 0,09 mm (0,50-0,75 mm)	0,47 ± 0,07 mm (0,35-0,55 mm)	0,40 ± 0,08 mm (0,26-0,52 mm)	0,20 ± 0,04 mm (0,16-0,28 mm)
Túbulos de Malpighi	1,84 ± 0,18 mm (1,62-2,11 mm)	1,62 ± 0,17 mm (1,46-1,91 mm)	0,89 ± 0,09 mm (0,76-1,05 mm)	1,13 ± 0,08 mm (1,02-1,26 mm)	2,15 ± 0,20 mm (1,84-2,44 mm)	2,08 ± 0,16 mm (1,82-2,28 mm)	1,10 ± 0,10 mm (1,00-1,32 mm)	1,38 ± 0,16 mm (1,12-1,60 mm)
Papilas Retais	0,09 ± 0,01 mm (0,08-0,10 mm)	0,07-0,08 mm	0,06 ± 0,01 mm (0,05-0,07 mm)	0,07 ± 0,01 mm (0,06-0,09 mm)	0,16-0,19 mm	0,10-0,12 mm	0,08-0,10 mm	0,09 ± 0,01 mm (0,08-0,10 mm)

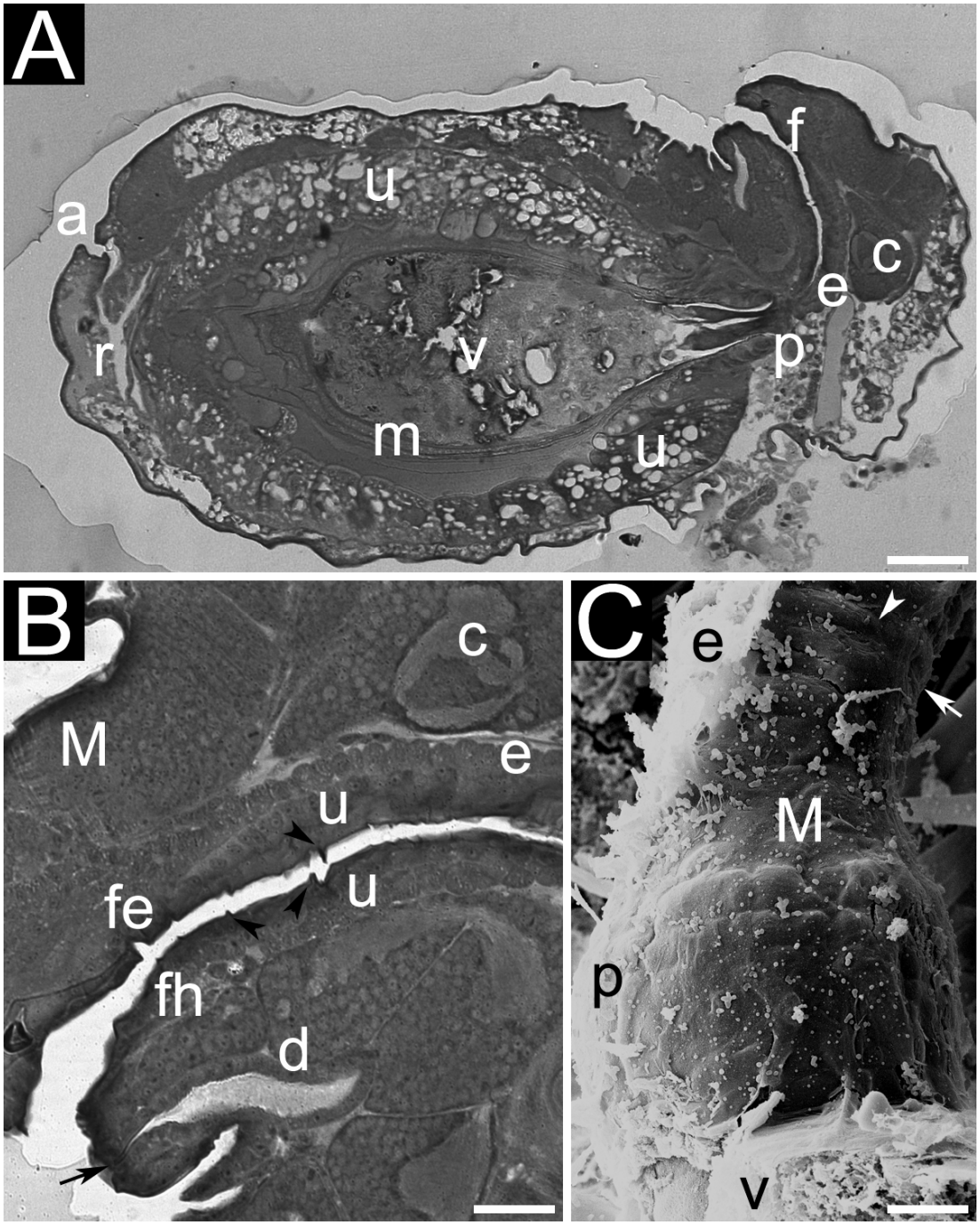


Figura 44. Trato digestório da larva de último instar de *Monomorium floricola*: (A) corte longitudinal da larva; (B) detalhe do intestino anterior; (C) parte externa do intestino anterior. Abreviações: ânus (a), cérebro (c), duto comum (d), epitélio (u), esôfago (e), epifaringe (fe), espinhos (cabeça de seta preta), faringe (f), hipofaringe (fh), membranas peritróficas (m), musculatura (M), musculatura circular (cabeça de seta branca), musculatura longitudinal (seta branca), pró-ventrículo (p), reto (r), válvula da glândula labial (seta preta), ventrículo (v). Tamanho das barras: (A) 0,094 mm, (B) 0,033 mm, (C) 0,013 mm.

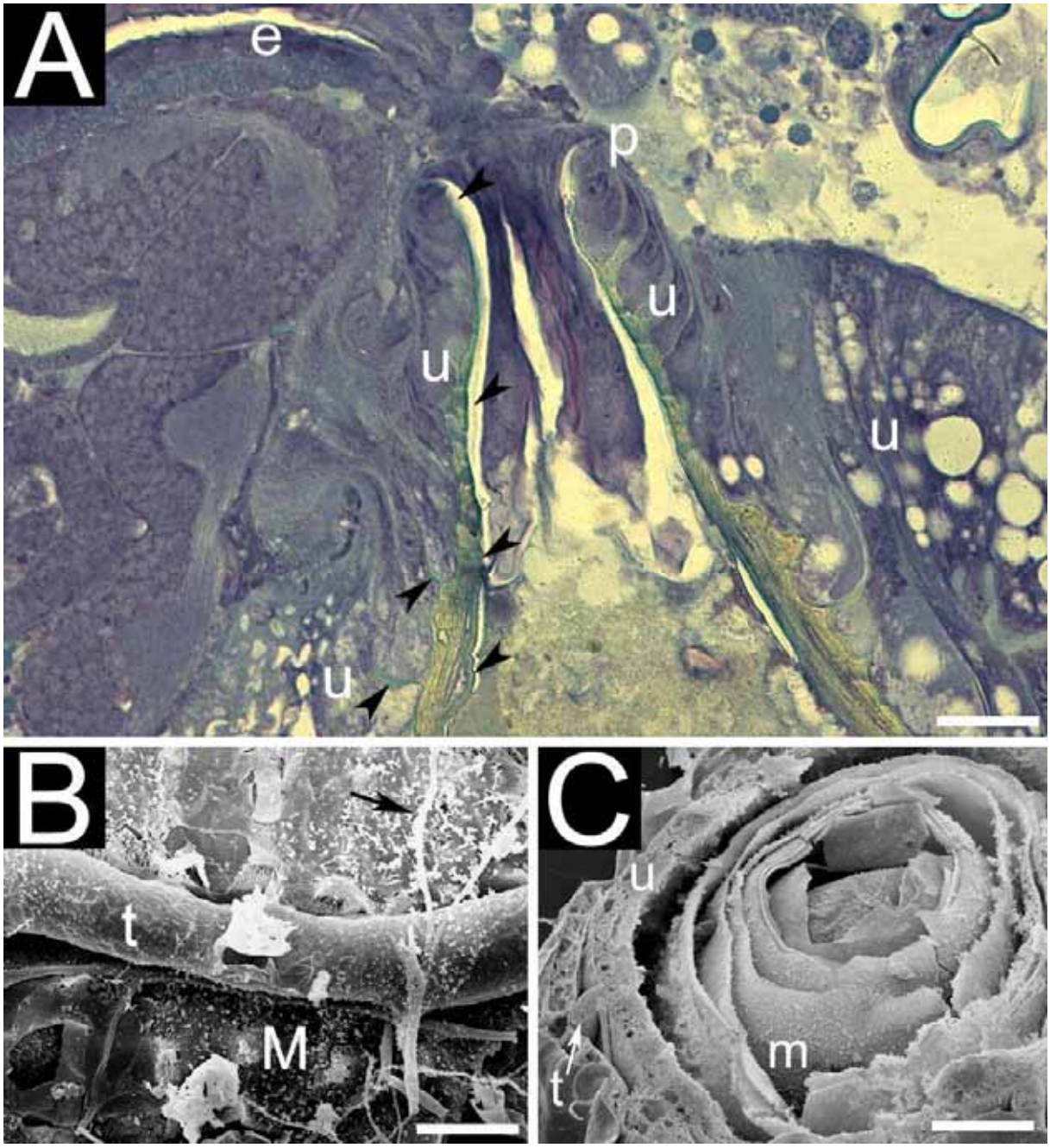


Figura 45. Trato digestório da larva de último instar de *Monomorium floricola*: (A) região de encontro entre o intestino anterior com o intestino médio, mostrando a formação da membrana peritrófica (cabeças de setas pretas); (B) detalhe da superfície externa do ventrículo; (C) corte transversal do corpo da larva, mostrando o ventrículo. Abreviações: esôfago (e), epitélio (u), membrana peritrófica (m), musculatura (M), pró-ventrículo (p), traqueíolas (setas pretas), túbulos de Malpighi (t). Tamanho das barras: (A) 0,036 mm, (B) 0,023 mm; (C) 0,053 mm.

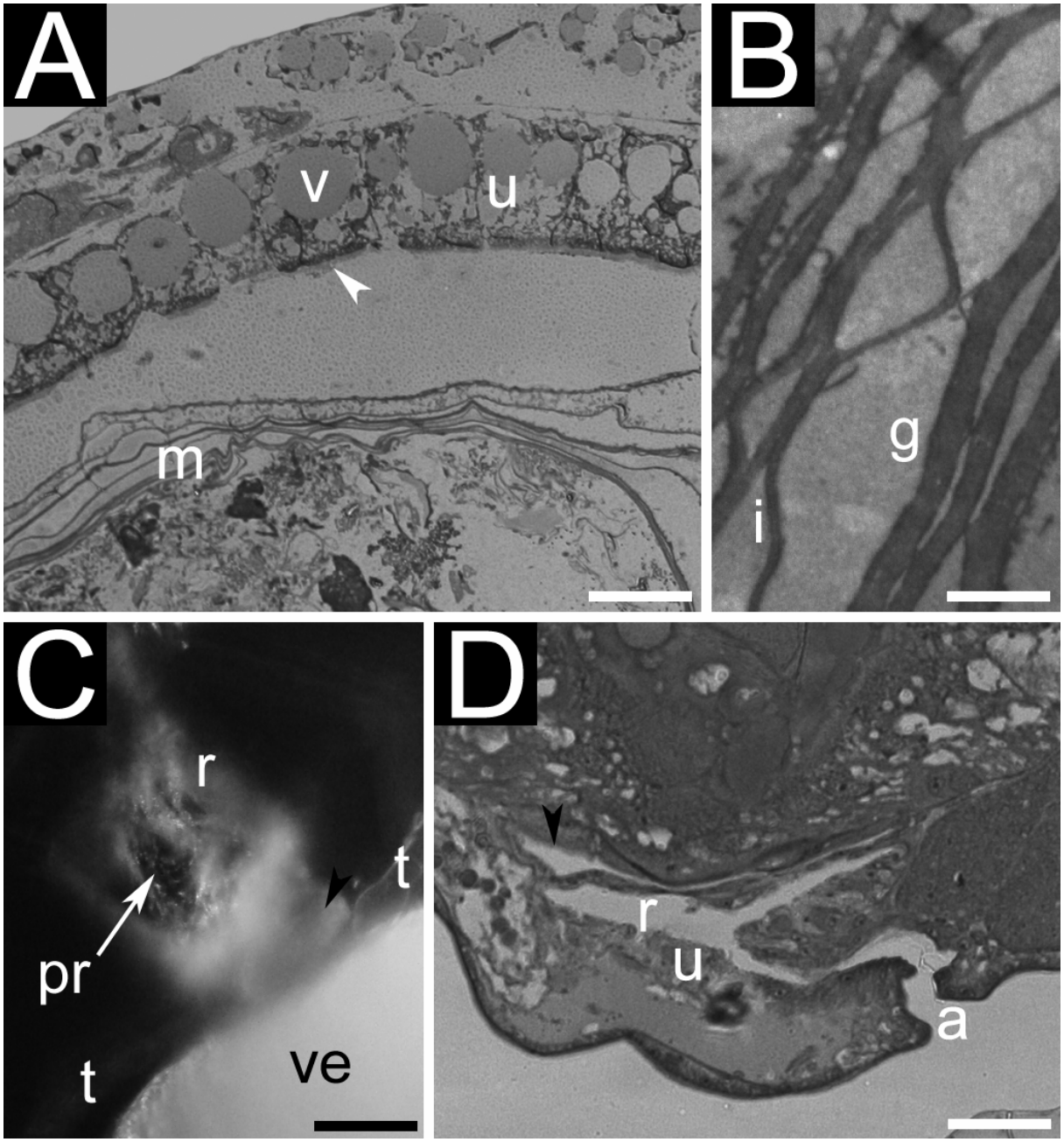


Figura 46. Trato digestório da larva de último instar de *Monomorium floricola*: (A) detalhe interno do ventrículo; (B) detalhe da membrana peritrófica; (C) intestino posterior; (D) região do reto. Abreviações: ânus (a), epitélio (u), membrana fina (i), membrana grossa (g), membrana peritrófica (m), microvilosidades (cabeça de seta branca), papila retal (pr), pequeno intestino (cabeça de seta preta), reto (r), túbulos de Malpighi (t), ventrículo (ve), vesículas (v). Tamanho das barras: (A) 0,052 mm, (B) 0,001 mm, (C) 0,070 mm, (D) 0,061 mm.

5.5.2. Adultos

Da mesma forma que para as larvas, para ambas as espécies, a estrutura de maior e menor comprimento seriam, respectivamente, o túbulo de Malpighi e a papila retal. Nas fêmeas, o esôfago, proventrículo, ventrículo, papilas retais e túbulos de Malpighi foram maiores na *M. pharaonis*. Apenas o reto da operária de *M. pharaonis* era maior do que *M. floricola*. As demais estruturas (papo e íleo; e o reto da rainha) apresentaram tamanho similar em ambas as espécies. Entretanto, no macho, com a exceção do íleo, que apresentou tamanho similar nas duas espécies, as demais estruturas foram maiores em *M. pharaonis*. De uma maneira geral, o trato digestório era morfologicamente similar nas fêmeas e no macho (com a exceção do esôfago da rainha). Na figura 47A pode ser observada uma visão geral do trato digestório da rainha de *M. floricola*.

Intestino anterior. Formado pela cavidade bucal, faringe, esôfago, papo e proventrículo. Para ambas as espécies de *Monomorium* o esôfago era um tubo longo (operária: 0,014 - 0,017 mm de diâmetro, N = 2; rainha: 0,017 - 0,025 mm de diâmetro, N = 2; macho: 0,018 - 0,025 mm de diâmetro, N = 2), que se iniciava na cabeça, estendendo-se pelo mesossoma e cintura. Na rainha, o esôfago apresentou uma dilatação localizada no mesossoma (Figura 47B), enquanto que no macho e na operária está dilatação não ocorria. O papo quando completamente cheio se apresentou como uma estrutura bastante ampla e arredondada, e quando vazio apresentava-se enrugado (Figura 47A). Em seu interior o epitélio era formado por células baixas recobertas com cutícula em sua parte apical (Figura 47D), que apresentavam espinhos apenas nas regiões de conexão com o esôfago e proventrículo (Figura 47E). O comprimento dos espinhos em *M. floricola* seria: operária (0,011 ± 0,001 mm; 0,009 - 0,013 mm; N = 15), rainha (0,014 ± 0,002 mm; 0,012 - 0,016 mm; N = 15), macho (0,016 ± 0,002 mm; 0,013 - 0,020 mm; N = 15); o tamanho dos espinhos variou entre os sexos e castas. O comprimento dos espinhos em *M. pharaonis* seria: operária (0,013 ± 0,002 mm; 0,011 - 0,017 mm; N = 15), rainha (0,011 ± 0,002 mm; 0,008 - 0,015 mm; N = 15), macho (0,011 ± 0,002 mm; 0,008 - 0,014 mm; N = 15); os espinhos se mostraram maiores nas operárias, do que nas formas reprodutores, que apresentaram o mesmo tamanho. O pró-ventrículo era um tubo curto (operária: 0,011 - 0,019 mm de diâmetro, N = 3; rainha: 0,027 - 0,044

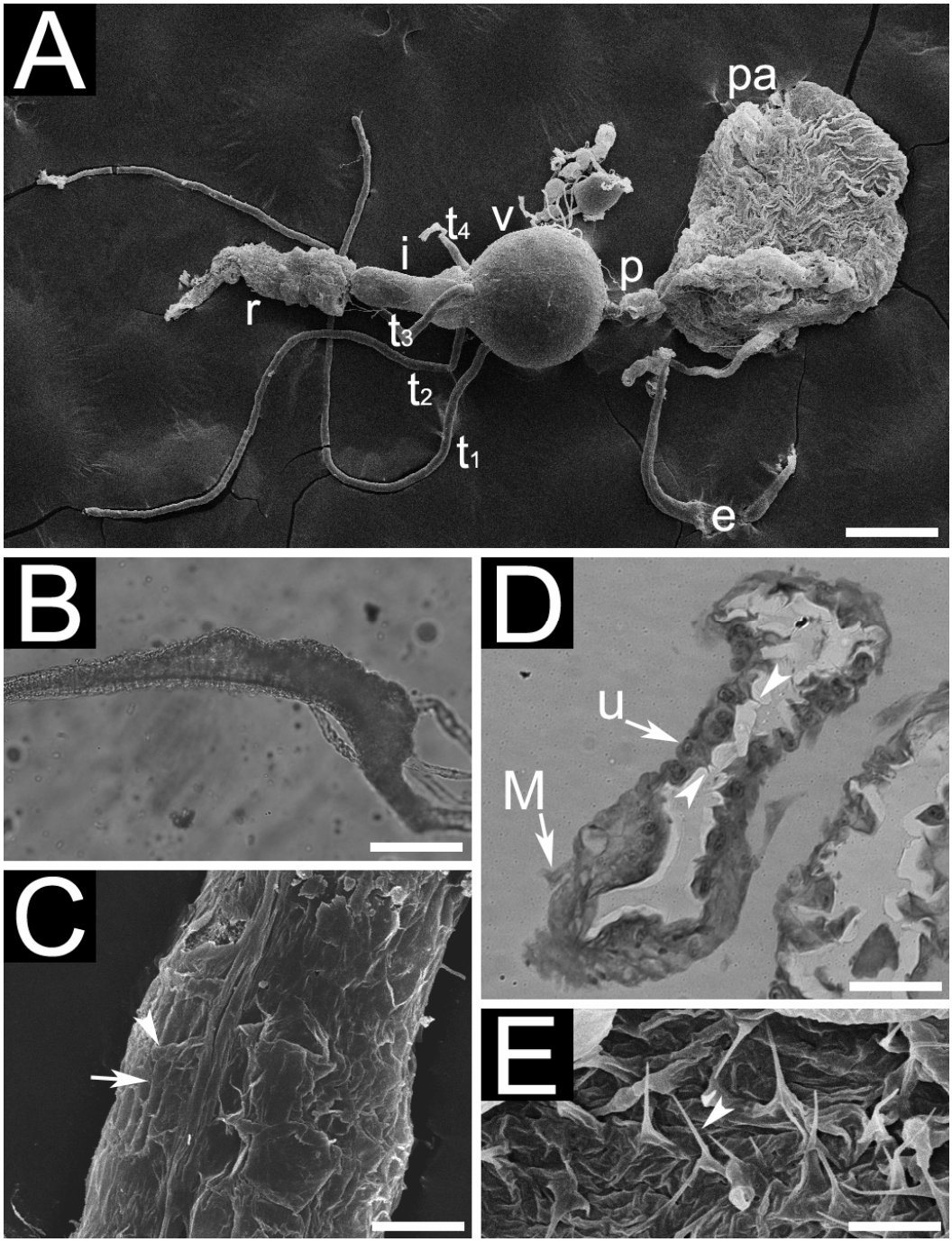


Figura 47. Trato digestório do adulto de *Monomorium floricola*: (A) trato digestório da rainha; (B) dilatação do esôfago da rainha; (C) detalhe do esôfago da rainha, mostrando a musculatura circular (cabeça de seta branca) e longitudinal (seta branca); (D) corte longitudinal do papo do macho; (E) detalhe do interior do papo da operária. Abreviações: epitélio (u), esôfago (e), espinhos (cabeça de seta), íleo (i), musculatura (M), papo (pa), pró-ventrículo (p), reto (r), túbulos de Malpighi (t_n), ventrículo (v). Tamanho das barras: (A) 0,200 mm, (B) 0,075 mm, (C) 0,012 mm, (D) 0,033 mm; (E) 0,010 mm.

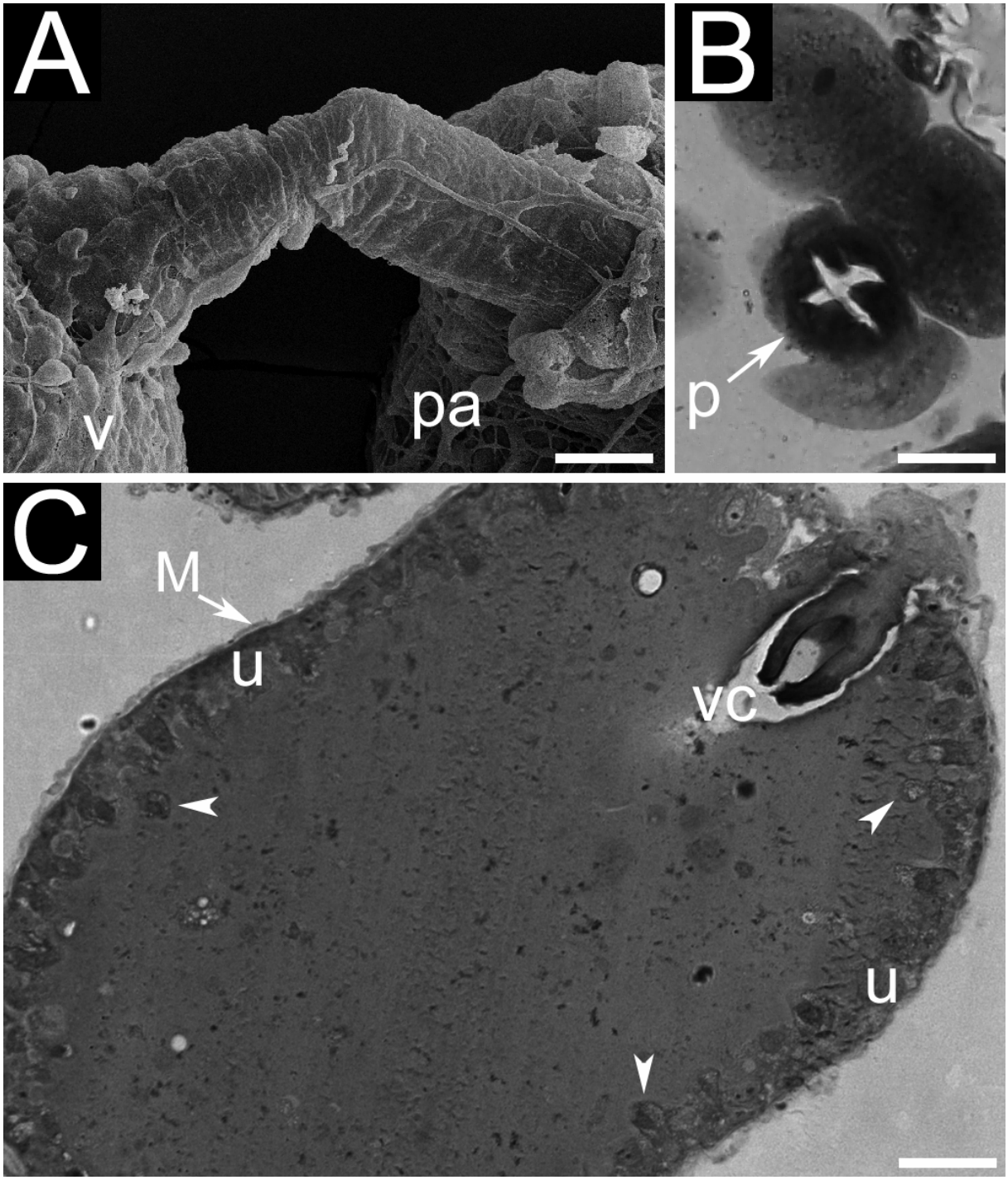


Figura 48. Trato digestório da rainha de *Monomorium floricola*: (A) pró-ventrículo; (B) corte transversal do pró-ventrículo; (C) corte longitudinal do ventrículo. Abreviações: epitélio (u), formação e liberação de borbulhas (cabeça de seta branca), musculatura (M), papo (pa), pró-ventrículo (p), válvula cardíaca (vc), ventrículo (v). Tamanho das barras: (A) 0,029 mm, (B) 0,025 mm, (C) 0,047 mm.

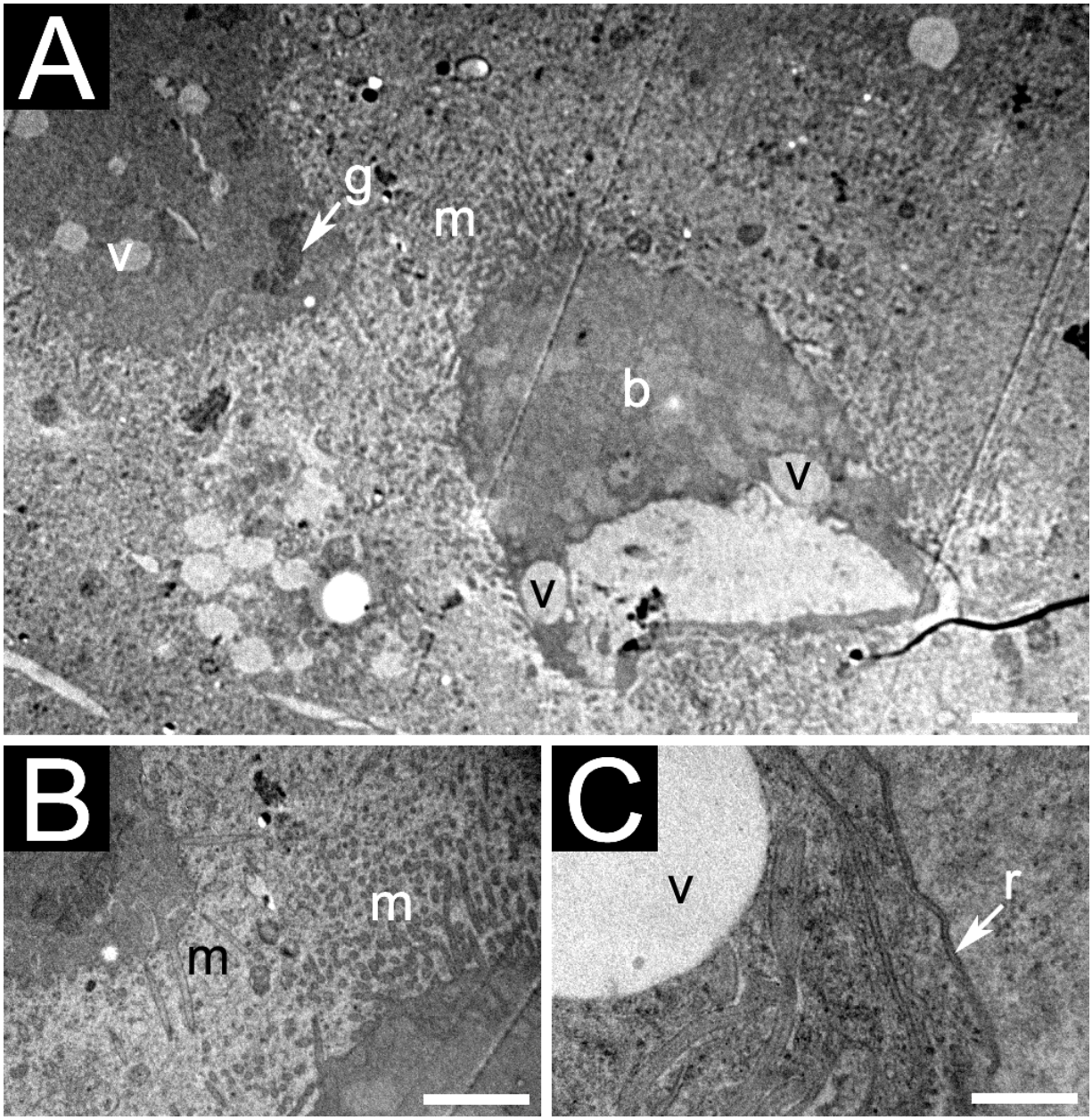


Figura 49. Trato digestório da rainha de *Monomorium floricola*: (A) detalhe do epitélio do ventrículo; (B) e (C) detalhe das borbulhas. Abreviações: borbulha (b), grânulos (g), microvilosidades (m), retículo endoplasmático granular (r), vesículas (v). Tamanho das barras: (A) 0,010 mm, (B) 0,008 mm, (C) 0,002 mm.

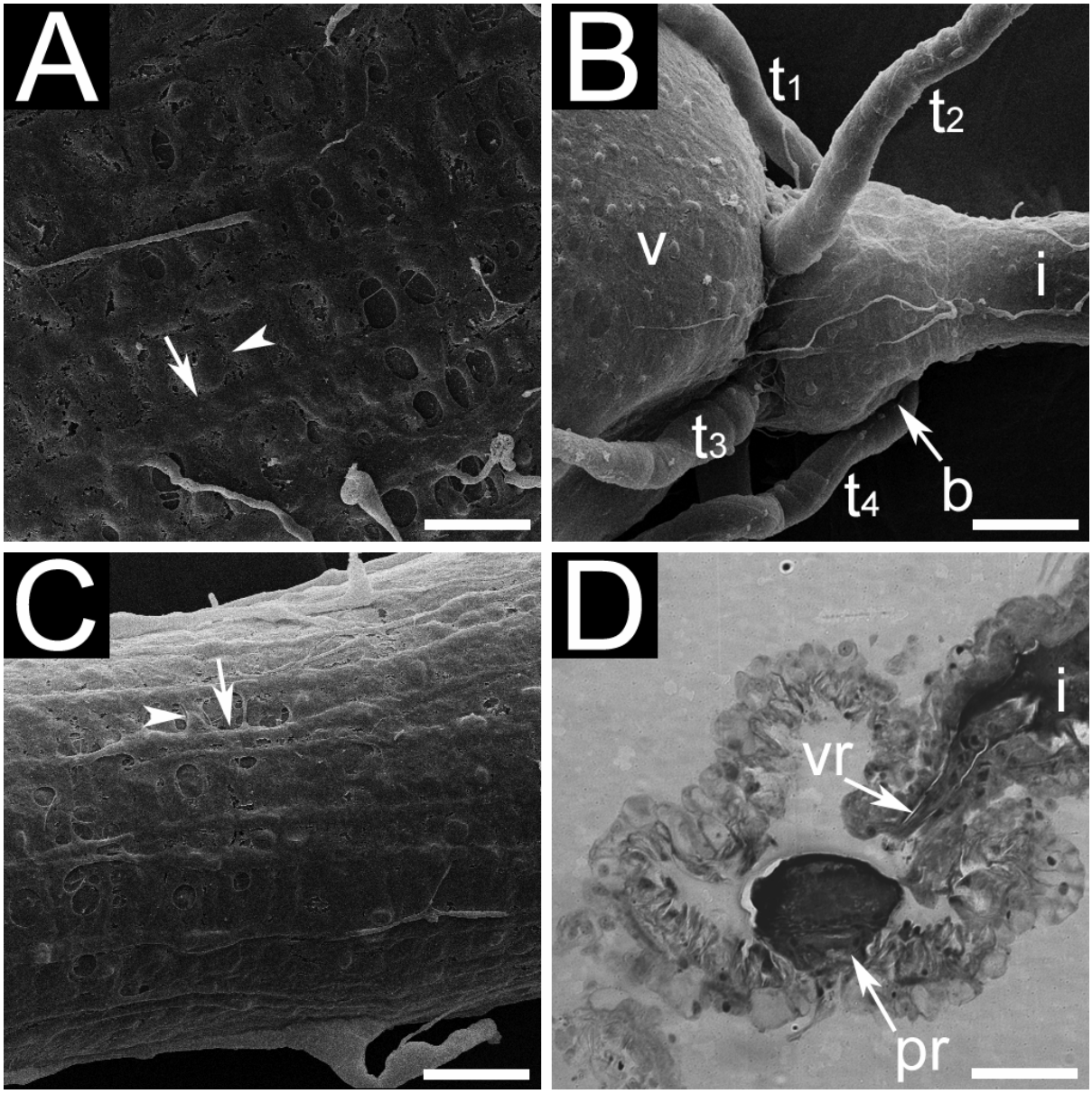


Figura 50. Trato digestório do adulto de *Monomorium floricola*: (A) detalhe superfície do ventrículo da rainha; (B) região da "bexiga" do macho; (C) íleo da rainha; (D) corte longitudinal do reto da rainha. Abreviações: bexiga (b), íleo (i), musculatura circular (cabeça de seta branca) e musculatura longitudinal (seta branca), papila retal (pr), túbulos de Malpighi (t_n), válvula retal (vr), ventrículo (v). Tamanho das barras: (A) 0,020 mm, (B) 0,032 mm, (C) 0,017 mm, (D) 0,050 mm.

mm de diâmetro, N = 3; macho: 0,022 mm de diâmetro, N = 1), que não apresentou o bulbo (Figuras 48A, 48B). A musculatura visceral do intestino anterior era constituída por uma camada interna de fibras longitudinais e uma externa de fibras circulares (Figura 47C). Estas três estruturas se mostraram transparentes quando observadas ao microscópio óptico.

Intestino médio. O ventrículo quando completamente cheio apresentava um formato arredondado. Esta estrutura vista ao microscópio óptico apresentou uma coloração marrom, variando do claro ao escuro. No epitélio, a célula prismática principal foi identificada por meio da formação e liberação de borbulhas (Figura 48C, 49A) e pelo ápice estar recoberto por microvilosidades (Figura 49A, 49B). No ápice da célula prismática foram identificadas muitas mitocôndrias e a presença de retículo endoplasmático granular junto com vesículas (Figura 49C). Externamente ao ventrículo foram encontradas as fibras musculares longitudinais (externa) e circulares (interna) formando uma rede fenestrada (Figura 50A). Não foi identificada a presença do saco peritrófico.

Intestino posterior. Formado pelo íleo e reto. O íleo era um tubo longo (operária: 0,027 - 0,038 mm de diâmetro, N = 3; rainha: 0,063 - 0,089 mm de diâmetro, N = 3; macho: 0,060 mm de diâmetro, N = 1), que ligava o ventrículo ao reto. No íleo foram encontradas externamente fibras musculares longitudinais (externa) e circulares (interna) formando uma rede fenestrada (Figura 50C). Entre o íleo e o ventrículo, no local onde os túbulos de Malpighi convergiam, existia uma expansão chamada de “bexiga” (Figura 50B). Existiam quatro túbulos de Malpighi dispostos em fileira única (Figura 50B). Entretanto, em *M. pharaonis* 10,0 % dos indivíduos apresentavam cinco túbulos de Malpighi, sendo que dois túbulos compartilhavam uma mesma entrada na bexiga. O reto era um saco amplo, com paredes delgadas (Figura 50D). Foram encontradas três papilas retais, que tinham um formato oval, distribuídas na porção proximal do reto.

5.6. Tolerância das operárias a diferentes temperaturas

Na analise das 23 temperaturas testadas, verificou-se que a mortalidade total ocorreu na 1ª hora do experimento a partir de 46,0 ºC. Entretanto, para as

Tabela 21. Percentual de sobrevivência das três espécies de formigas domiciliares nas temperaturas acima de 25,0 ºC.

Tempo (horas)		Temperaturas (ºC)											
		25	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
	MF	100	100	100	100	100	99,0	100	99,5	98,5	4,0	0,0	0,0
1	MP	100	100	100	100	100	99,5	100	100	99,5	100	93,5	0,0
	TB	100	100	100	100	100	100	100	98,5	90,5	0,0	0,0	0,0
	MF	100	100	100	100	100	99,0	100	99,0	94,0	0,0	0,0	0,0
2	MP	100	100	100	100	100	99,5	99,5	100	99,5	96,5	2,0	0,0
	TB	100	100	100	100	99,5	100	100	93,0	75,0	0,0	0,0	0,0
	MF	100	100	99,5	100	100	99,0	100	98,0	56,5	0,0	0,0	0,0
3	MP	100	100	100	100	100	99,5	99,5	99,0	99,0	10,0	0,0	0,0
	TB	100	100	100	100	99,5	99,5	100	90,0	25,0	0,0	0,0	0,0
	MF	100	100	99,5	99,5	100	98,5	100	97,5	3,5	0,0	0,0	0,0
4	MP	100	100	100	99,5	100	99,5	98,5	99,0	87,0	0,0	0,0	0,0
	TB	100	100	100	99,0	99,5	97,5	100	85,5	7,5	0,0	0,0	0,0
	MF	100	100	99,5	99,5	100	98,0	98,5	92,5	0,5	0,0	0,0	0,0
5	MP	100	100	100	99,5	100	99,5	97,5	97,5	42,5	0,0	0,0	0,0
	TB	100	100	99,5	97,5	98,0	97,0	100	67,0	0,5	0,0	0,0	0,0
	MF	100	100	99,5	99,0	100	97,5	97,0	85,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	MP	100	100	100	99,5	100	99,5	94,5	97,0	15,0	0,0	0,0	0,0
	TB	100	100	99,0	97,0	97,5	97,0	99,5	41,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	MF	100	100	99,0	99,0	99,0	96,5	90,0	79,5	0,0	0,0	0,0	0,0
7	MP	100	100	100	99,5	100	99,5	83,0	95,5	2,0	0,0	0,0	0,0
	TB	100	100	99,0	96,5	96,5	95,5	99,5	17,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	MF	100	100	99,0	98,5	97,5	93,5	79,0	55,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	MP	100	100	100	99,5	98,5	98,0	69,0	86,0	1,0	0,0	0,0	0,0
	TB	100	100	98,0	95,0	96,5	94,5	99,0	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0

Nota. Abreviações: *Monomorium floricola* (MF), *Monomorium pharaonis* (MP), *Tetramorium bicarinatum* (TB).

Tabela 22. Percentual de sobrevivência das três espécies de formigas domiciliares nas temperaturas abaixo de 25,0 ºC.

Tempo (horas)		Temperaturas (ºC)											
		25	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0
	MF	100	100	100	100	100	100	99,5	100	100	100	100	100
1	MP	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	TB	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	MF	100	100	100	100	100	100	99,5	99,5	100	100	100	100
2	MP	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	TB	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	MF	100	100	100	99,5	100	100	99,5	99,5	100	99,5	99,0	100
3	MP	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99,5	100
	TB	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	MF	100	100	100	99,5	100	100	99,5	99,0	99,5	98,5	99,0	100
4	MP	100	100	100	100	100	100	100	99,5	100	100	98,5	99,5
	TB	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	MF	100	100	100	99,5	100	100	99,0	98,5	99,0	98,5	98,5	99,5
5	MP	100	100	100	100	100	100	100	99,5	99,5	100	97,5	99,5
	TB	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99,5	100	100
	MF	100	100	100	99,5	100	100	99,0	98,5	98,5	97,0	97,5	99,0
6	MP	100	100	100	100	100	100	100	99,5	99,5	100	97,5	99,0
	TB	100	100	100	100	100	100	100	100	99,0	99,0	100	98,0
	MF	100	100	100	99,5	100	99,5	99,0	98,5	98,5	96,0	97,0	99,0
7	MP	100	100	100	100	100	100	100	99,5	99,5	99,5	95,5	98,0
	TB	100	100	100	100	100	100	100	99,5	98,5	98,5	99,5	97,0
	MF	100	100	100	99,5	100	99,5	98,5	98,5	98,0	95,0	97,0	98,5
8	MP	100	100	100	100	100	100	100	99,5	99,5	99,0	93,0	97,0
	TB	100	100	100	100	100	100	100	99,5	97,5	98,0	98,5	96,0

Nota. Abreviações: *Monomorium floricola* (MF), *Monomorium pharaonis* (MP), *Tetramorium bicarinatum* (TB).

Tabela 23. Valores de TL_{50} obtidos nas três espécies de formigas domiciliares em cada tempo do experimento, para as temperaturas acima de 25,0 ºC.

Tempo (h)[1]	Espécies / Temperatura (ºC)[2]		
	M. floricola (a)	*M. pharaonis* (b)	*T. bicarinatum* (a)
1 a	45,0	48,8	44,6
2 ab	44,8	46,9	44,3
3 bc	44,1	45,2	43,3
4 cd	43,0	44,6	42,8
5 ce	42,8	43,7	42,2
6 ce	42,6	43,1	41,6
7 de	42,3	42,6	41,1
8 e	41,5	42,0	40,9

Nota. [1]Na coluna (tempo), os valores de TL_{50} seguidos pela mesma letra não diferiram estatisticamente entre si pelo teste Tukey, a 5,0 % de probabilidade. [2]Na linha (espécies), os valores de TL_{50} seguidos pela mesma letra (em parênteses) não diferiram estatisticamente entre si pelo teste Tukey, a 5,0 % de probabilidade.

temperaturas abaixo de 20,0 ºC a obtenção da mortalidade total não foi possível em nenhum tempo, pelas limitações de esfriamento do equipamento.

Os resultados obtidos com a mortalidade das operárias podem ser visualizados nas tabelas 21 e 22. Tanto para *M. floricola* ($F = 42,4$; $p < 0,0001$) como *M. pharaonis* ($F = 25,9$; $p < 0,0001$), comparando os resultados obtidos nas temperaturas acima de 30,0 ºC com a temperatura controle (25,0 ºC), a partir de 42,0 ºC a mortalidade das operárias passou a ser significativa. Entretanto, para *T. bicarinatum* ($F = 44,5$; $p < 0,0001$) este valor foi de 40,0 ºC. Para as temperaturas abaixo de 20,0 ºC, a mortalidade das operárias não foi significativa, quando comparado com a temperatura controle.

Os valores de TL_{50} podem ser visualizados na tabela 23. Nesta tabela pode se perceber que para as temperaturas acima de 25,0 ºC, nas três espécies, com o passar do tempo os valores de TL_{50} diminuem ($F = 19,8$; $p < 0,0001$). Isto significa que a taxa de sobrevivência das operárias diminuiu com o aumento do tempo de exposição a estas temperaturas. Além disso, os valores de TL_{50} não apresentaram diferenças significativas entre *M. floricola* e *T. bicarinatum*, mas ambas diferiram de *M. pharaonis* ($F = 20,8$; $p = 0,0002$).

Os dados obtidos com a mortalidade das operárias para as três espécies de formigas domiciliares mostraram que elas apresentaram uma maior tolerância para temperaturas baixas. *Monomorium pharaonis* foi a espécie mais tolerante para temperaturas altas, respectivamente, seguida por *M. floricola* e *T. bicarinatum*, que apresentaram valores muito próximos de tolerância para temperaturas elevadas.

5.7. Fatores que poderiam interferir na fecundidade das rainhas virgens

De um total de 11110 ovos contabilizados, a seguinte distribuição ocorreu entre as configurações populacionais: 2806 ovos (G1), 2816 ovos (G2), 439 ovos (G3), 2556 ovos (G4) e 2493 ovos (G5). Nas configurações populacionais (G6) e (G7) não houve a produção de ovos. Nas configurações (G1), (G2), (G3) e (G4) os primeiros ovos foram depositados pelas rainhas de maneira continua a partir da 4ª semana do inicio do teste, quando as larvas começaram a ser acrescentadas nas colônias (Figura 50). Apenas na configuração (G5) as rainhas começaram a depositar os primeiros ovos de maneira continua a partir da 6ª semana. Entretanto, por motivos desconhecidos, uma rainha desta configuração depositou um ovo na 2ª

semana e voltou apenas a depositar outros ovos a partir da 6ª semana. Com a exceção da configuração (G3), em que três rainhas não depositaram ovos durante as 15 semanas, nas demais quatro configurações todas as rainhas depositaram ovos.

Durante as 15 semanas, algumas rainhas morreram naturalmente ou foram mortas pelas operárias. A mortalidade em cada configuração populacional foi de: 33,3 % (G1), 23,1 % (G2), 37,5 % (G3), 28,6 % (G4) e 23,1 % (G5). Deste total de mortos, apenas 9,5 % tinham iniciado a oviposição. Apenas nestas configurações as rainhas que morreram foram repostas, para manter o mesmo número de repetições.

Na tabela 24 estão representados o número médio de ovos produzidos (com os respectivos valores mínimos e máximos), o percentual de eclosão das larvas e a morfometria dos ovos. Apenas o número médio de ovos produzidos pelas rainhas da configuração (G3) diferiu estatisticamente das demais configurações ($F = 4,18$ e $p = 0,0061$). Os ovos produzidos pelas rainhas não diferiram no comprimento ($F = 1,07$ e $p = 0,37$) e na largura ($F = 1,72$ e $p = 0,14$) entre as configurações populacionais.

Na figura 50 pode ser observada a flutuação na produção dos ovos de cada configuração populacional ao longo das 15 semanas. Interessante notar que durante este período de avaliação, a partir das larvas de último instar que eram constantemente colocadas para manter o número de imaturos nas configurações populacionais, foram obtidas formas reprodutoras (normais e anômalas): duas rainhas, 21 machos e um anômalo (G1); uma rainha, nove machos e oito anômalos (G2); oito machos e um anômalo (G4); oito machos e dois anômalos (G5).

Na configuração populacional onde havia apenas uma rainha, nenhuma conseguiu sobreviver às 15 semanas. O tempo mínimo de vida da rainha nesta situação foi de uma semana e o máximo foi de 11 semanas.

Tabela 24. Resultados obtidos nas configurações populacionais das mini-colônias de *Monomorium floricola* que produziram ovos.

Tipos de mini-colônias	Número de ovos[12]	Percentual de emergência das larvas de 1º ínstar dos ovos[3]	Morfometria dos ovos[24]
G1: 120 operárias, uma rainha, 20 larvas de último ínstar	280,6 ± 66,0a (53-783; N = 10)	10,5 %a (N = 220)	c: 0,30 ± 0,01 (0,28 – 0,32; N = 50)a l: 0,19 ± 0,01 (0,18 – 0,21; N = 50)a
G2: 120 operárias, uma rainha, 10 larvas de último ínstar	281,6 ± 49,3a (65-535; N = 10)	19,1 %a (N = 273)	c: 0,30 ± 0,01 (0,28 – 0,34; N = 50)a l: 0,19 ± 0,01 (0,18 – 0,21; N = 50)a
G3: 120 operárias, uma rainha	43,9 ± 14,7b (0-113; N = 10)	5,8 %b (N = 208)	c: 0,30 ± 0,01 (0,28 – 0,34; N = 50)a l: 0,19 ± 0,01 (0,16 – 0,21; N = 50)a
G4: 60 operárias, uma rainha, 20 larvas de último ínstar	255,6 ± 48,3a (58-499; N = 10)	15,3 %a (N = 223)	c: 0,30 ± 0,02 (0,28 – 0,34; N = 50)a l: 0,19 ± 0,01 (0,18 – 0,21; N = 50)a
G5: 30 operárias, uma rainha, 20 larvas de último ínstar	249,3 ± 53,0a (18-551; N = 10)	17,6 %a (N = 233)	c: 0,30 ± 0,02 (0,28 – 0,34; N = 50)a l: 0,19 ± 0,01 (0,18 – 0,21; N = 50)a

Nota. [1]Os valores foram fornecidos como média ± erro padrão. [2]Nas colunas, as médias seguidas pela letra não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5,0 % de probabilidade. [3]Percentuais seguidos pela mesma letra não diferiram estatisticamente entre si pelo teste do qui-quadrado, a 5,0 % de probabilidade. [4]Os valores foram fornecidos como média ± desvio padrão.

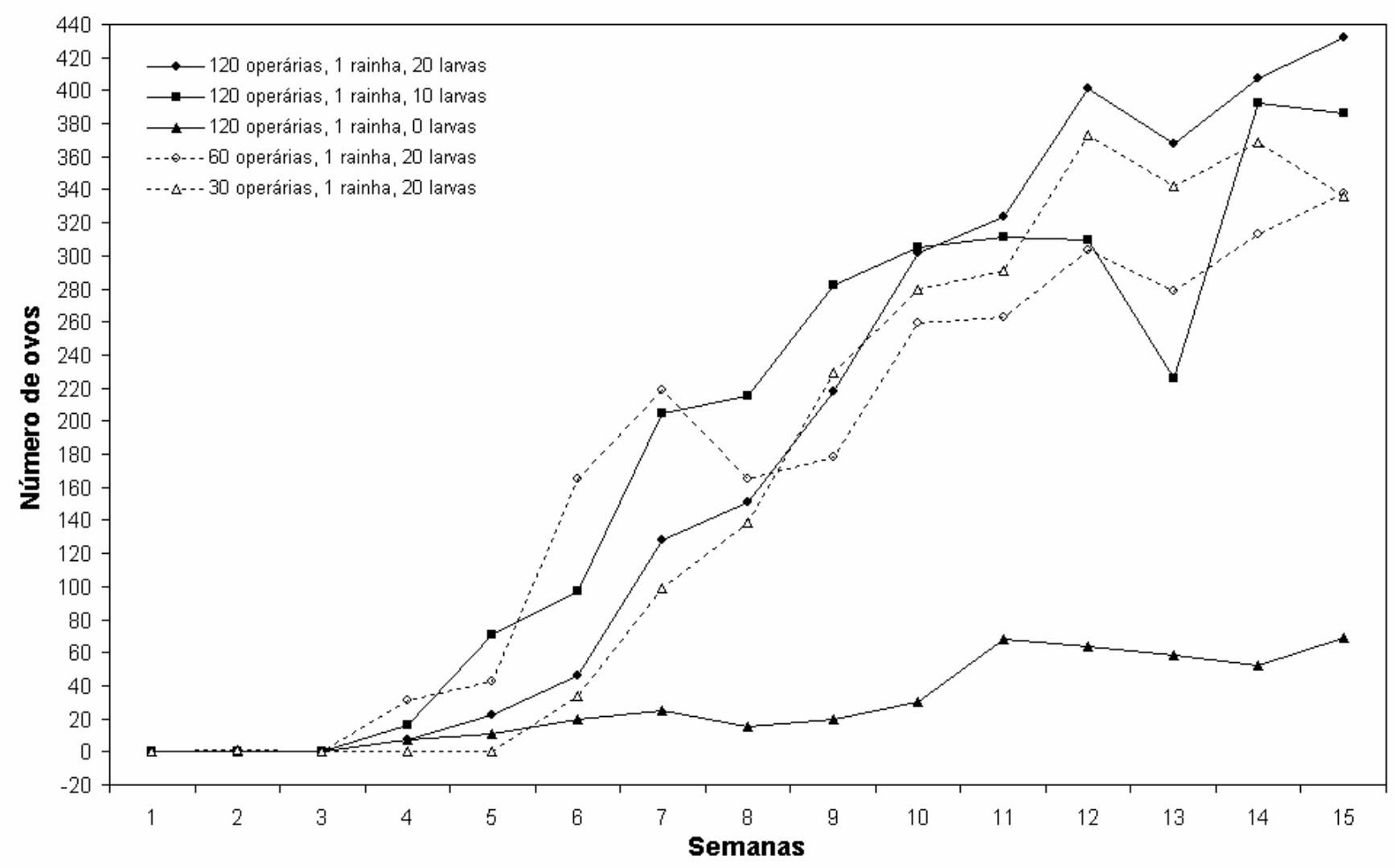


Figura 50. Flutuação da produção dos ovos nas configurações populacionais das mini-colônias de *Monomorium floricola*.

6. DISCUSSÃO

6.1. Comportamento das operárias de *Monomorium floricola* ao encontrarem outras formigas urbanas

A presente análise do comportamento de *M. floricola* ao encontrar as outras espécies, nas diferentes situações estabelecidas, assemelhou-se a uma “guerra de desgaste assimétrico”. Segundo Hammerstein e Parker (1982) existiram diferenças entre os indivíduos envolvidos em uma disputa: o proprietário do recurso, que conhece o valor do recurso; e os intrusos, que conhecem pouco ou nada do valor. Ainda segundo estes autores, o individuo que saiu vitorioso da disputa foi aquele que persistiu por mais tempo, devido aos custos da disputa não terem excedido o valor do recurso. Outras diferenças que poderiam ser acrescentadas neste contexto seriam: a atividade que a operária estava exercendo no momento do confronto; a idade da operária; e o tamanho da operária oponente.

De acordo com Hölldobler (1979) o território seria uma área de uso exclusivo da colônia, defendido contra intrusos; em insetos sociais, as estratégias territoriais seriam bem elaboradas, baseadas na divisão de trabalho e em um complexo sistema de comunicação. Desta maneira, o território em si representa um recurso, e o presente estudo tentou simular diferentes áreas territoriais, que corresponderiam a

diferentes valores: (1) o ninho, com elevada importância territorial para a colônia pela presença da cria e rainhas; (2) a fonte alimentar, também de elevada importância territorial para a colônia, por ser o local onde as operárias obtêm os recursos que sustentarão a colônia, mas provavelmente de importância menor do que a primeira situação, por ser temporário; (3) território amigo, de importância menor quando comparada com as duas situações anteriores; (4) território neutro, sem valor, portanto, sem importância territorial para a colônia; (5) território inimigo, sem importância territorial para a colônia, mas de elevada importância para a sobrevivência da operária de *M. floricola*.

Analisando o encontro com *M. pharaonis*, a maioria das operárias de *M. floricola* foi mais ofensiva no ninho, do que nas outras situações. Isso era esperado, pois como o ninho era um recurso de alto valor, as operárias agiram mais agressivamente, tendo inclusive a iniciativa de entrar em combate com maior frequencia. Entretanto, algumas operárias de *M. floricola* não agiram ofensivamente, e possivelmente, a atividade e a idade da operária estariam influenciando, por ser uma espécie monomórfica. Desta maneira, os cinco comportamentos descritos para as operárias de *M. floricola* que estavam fora da colônia seriam um reflexo da atividade exercida no momento, relacionada à divisão temporal do trabalho: forrageamento, a guarda da entrada do ninho, a guarda do local onde o alimento se encontrava, defesa do ninho ou a retirada do lixo da colônia. Estas atividades eram normalmente efetuadas por operárias velhas, predominantemente encontradas fora da colônia, conforme descrito por Oster e Wilson (1978) com *Pheidole dentata*. Além disso, Cassill et al. (2008) mostraram com *S. invicta*, que a idade da operária afetava seu nível de agressividade, quando se deparava com interações intraespecíficas: operárias com alguns dias de idade fingiam-se de mortas; operárias com algumas semanas de idade fugiam; e operárias com alguns meses de idade lutavam.

No outros dois casos, em que a operária oponente era maior, não houve diferenças nas atitudes entre as situações Z1, Z2 e Z3. Notou-se que contra ambos os oponentes, a atitude ofensiva sem combate foi muito mais freqüente, do que contra *M. pharaonis*; porém, *M. floricola* foi mais ofensiva contra *T. bicarinatum*. Possivelmente, o tamanho da oponente estaria influenciando na maneira como a operária de *M. floricola* se comportou. Quando a oponente era maior, como no caso de *T. bicarinatum*, as operárias de *M. floricola* tendiam a evitar o combate. Ao contrário, quando a oponente era quase do mesmo tamanho, como no caso de *M.*

pharaonis, o combate era mais freqüente. A importância do tamanho das operárias foi verificada por Kabashima et al (2007), nos confrontos entre *S. invicta* e *L. humile*; agrupamentos de operárias maiores de *S. invicta* causaram maior mortalidade de *L. humile*, quando comparados com os agrupamentos mistos e de apenas operárias menores.

Na atitude ofensiva com combate, os combates entre *M. floricola* com as operárias das outras três espécies foram mais freqüentes no território inimigo e menos freqüentes no território neutro. A mortalidade foi maior durante os combates com *T. bicarinatum*, com 57,1 % das operárias de *M. floricola* sendo mortas e nenhuma operária de *T. bicarinatum* morrendo e nem sendo ferida. Este fato também foi observado por Astruc et al. (2001), em que as operárias de *T. bicarinatum* mataram todas as operárias de *Myrmica rubra* Linnaeus e nenhuma operária de *T. bicarinatum* se feriu durante os combates, mostrando que *T. bicarinatum* possui uma alta agressividade interespecífica e boa resistência nos combates.

Na atitude ofensiva sem combate, pela reação de parte das operárias oponentes, *M. floricola* estaria borrifando substâncias irritantes. Este tipo de comportamento pareceu ser característico do gênero *Monomorium*, em que as operárias liberavam substâncias repulsivas quando interagiam com outras espécies, saindo vitoriosas em muitos confrontos (ALDER; SILVERMAN, 2005; GIBBONS; SIMBERLOFF, 2005). Porém, em algumas situações, apesar da operária de *M. floricola* assumir uma postura de borrifar a substância, aparentemente não estava ocorrendo, pois isso poderia ser caracterizado como uma exibição ritualizada. Em *Myrmecocystus mimicus* Wheeler os combates foram raros, com os confrontos sendo caracterizados por serem exibições ritualizadas de combate na defesa de territórios temporários, não havendo a liberação de substâncias irritantes; essa estratégia de defesa de territórios temporários seria bem mais econômica, pois os combates resultavam em grande perda energética para a colônia, pela morte das operárias (HÖLLDOBLER, 1979).

A operária de *M. floricola* deveria provavelmente realizar uma avaliação da situação nas atitudes ofensivas, dependendo das indicações que ela recebeu da oponente e de sua posição na colônia (divisão temporal de trabalho), adotando a melhor estratégia, que poderiam ser econômicas (uma simples exibição ritualizada) ou com elevado gasto energético (o combate, com risco de morte).

A atitude defensiva (imobilidade) exibida pelas operárias de *M. floricola* seria talvez uma forma de fingir-se de morta (tanatose). De acordo com Cassill et al. (2008), fingir-se de morto era uma resposta interespecífica de uma presa, ao ser pressionado por um predador, mostrando-se vantajoso para a sobrevivência. E também, devido à existência de diversos alvos em confrontos, não seria vantajoso para uma operária gastar muito tempo em verificar se cada vítima estaria morta; uma resposta de falta de mobilidade permitiria a operária ignorar inimigos derrotados e atacar aqueles que se encontravam ativos. Ainda segundo estes autores, este comportamento era interessante em ser adotado quando uma operária se encontrava em uma fase da vida em que estivesse vulnerável a injúrias ou atuasse como um lutador ineficaz.

No território neutro não foi observado nenhuma mortalidade, devido à inserção das espécies terem sido feitas de forma simultânea na arena, onde nenhuma delas jamais esteve, e como conseqüência, nenhuma delas teria tido a oportunidade de dominar esse território no curto período do experimento. Le Moli et al. (1983, 1984) estudaram as agressões entre três espécies do gênero *Formica* Linnaeus, usando uma metodologia parecida, porém testando operárias aos pares, também não obtiveram óbitos. Entretanto, Le Moli e Parmigiani (1981) também estudando *Formica*, obtiveram uma mortalidade considerável, tanto em testes com operárias em pares como em grupo (cinco operárias de cada espécie). Ainda, Kabashima et al. (2007) que estudaram a agressividade entre *S. invicta* e *L. humile*, também obtiveram uma mortalidade considerável, com os testes sendo feitos com as operárias em grupo; diferentemente dos outros estudos, as operárias não foram colocadas de forma simultânea.

Os fatores que deveriam estar condicionando a mortalidade ou não nestas situações, deveriam estar relacionados: ao nível de agressividade de uma espécie contra a outra (LE MOLI; PARMIGIANI, 1981; LE MOLI et al. 1983, 1984); e à pequena dimensão da arena, que impediria as operárias de evitarem o contato, e ao tamanho das operárias envolvidas durante o confronto (KABASHIMA et al., 2007).

6.2. Aspectos do forrageamento das operárias de *Monomorium floricola*

6.2.1. Análise da atratividade alimentar

Segundo Fowler et al. (1991) os representantes de *Monomorium* seriam onívoros. Para estes autores, as formigas poderiam obter a sua alimentação das seguintes maneiras: animais mortos (fonte de proteínas); néctar (fonte de carboidratos e aminoácidos) e corpúsculos alimentares (fonte de carboidratos, proteínas e lipídeos) das plantas; "honeydew" de homópteros sugadores de plantas (fonte de carboidratos, aminoácidos, lipídeos, minerais e vitaminas B); sementes (fonte de lipídeos e compostos nitrogenados); e fungos simbiontes (fonte de carboidratos, proteínas, aminoácidos e lipídeos). Além disso, nas espécies que vivem no ambiente urbano, elas poderiam utilizar em sua alimentação os itens industrializados pelos seres humanos (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999).

A preferência de *M. floricola* para as substâncias analisadas poderia estar relacionada tanto aos aspectos quantitativos como qualitativos.

Os dez açúcares mais atrativos foram em sua maioria mais concentrados: um a 10,0 %, um a 25,0 %, cinco a 50,0 %, dois a 75,0 % e um a 100,0 %. Entretanto, açúcares em estado sólido (100,0 %) e geléias tiveram pouca aceitação; o açúcar invertido a 100,0 % era o único açúcar nesta concentração que se encontrava no estado líquido. Além disso, nesta lista dos mais atrativos, os tipos foram: demerara (três concentrações); refinado e invertido (duas concentrações); e o orgânico, mel silvestre e melado de cana (uma concentração). Comparando a preferência por açucares com outras espécies de formigas que vivem no ambiente urbano, Solis et al. (2007b) verificaram que *Paratrechina longicornis* também preferiu açucares concentrados (um a 25,0 %, quatro a 50,0 %, quatro a 75,0 % e um a 100,0 %), porém, *L. humile* preferiu açucares menos concentrados (dois a 10,0 %, quatro a 25,0 % e quatro a 50,0 %). Entretanto, *Camponotus vittatus* preferiu açúcares tanto em baixa como alta concentração (quatro a 10,0 %, um a 50,0 % e cinco a 75,0 %) (SOLIS et al. 2009a). Dentre os açucares mais atrativos, não houve um açúcar em comum para as quatro espécies de formigas urbanas.

Com relação às substâncias lipídicas, *M. floricola* apresentou uma preferência por substâncias sólidas e a substância preferida foi uma gordura saturada (manteiga com sal). Entretanto, Solis et al. (2007b) verificaram que *P. longicornis* preferiu

gorduras liquidas e a substância preferida foi uma gordura insaturada (óleo de semente de uva). Tanto *L. humile* (SOLIS et al. 2007b) como *C. vittatus* (SOLIS et al. 2009a) apresentaram também uma preferência por substâncias sólidas, mas a primeira espécie preferiu banha de porco (gordura saturada) e a segunda preferiu gordura vegetal (gordura insaturada). Dentre as substâncias lipídicas mais atrativas, a margarina sem sal foi a única comum para as quatro espécies de formigas urbanas. Como uma peculiaridade das substâncias lipídicas, verificou-se para estas quatro espécies de formigas urbanas, que havia um maior número de operárias sobre o papel alumínio do que coletando o alimento, o oposto ao que ocorreu com as substâncias açucaradas. Esta provável pouca atratividade se deveria pelas substâncias lipídicas testadas não serem comumente encontradas no ambiente silvestre. Estas espécies não deveriam (ou pouco) utilizá-las no ciclo alimentar da colônia. Provavelmente, estas espécies mantiveram durante a invasão ao meio urbano a sua alimentação, isto é, a necessidade por substâncias lipídicas era suprida através da coleta de insetos, obtidas a partir do corpo gorduroso, e dos lipídios contidos no “honeydew”. Nos insetos, o corpo gorduroso seria um tecido de reserva e o principal local do metabolismo intermediário, sendo constituída em sua maior parte por células chamadas de trofócitos, nos quais seriam armazenados carboidratos, proteínas e lipídeos (CHAPMAN, 1998). Esta baixa atratividade por lipídeos foi verificada também por Cornelius et al. (1996) ao estudarem *Ochetellus glaber* e *P. longicornis* no Hawaii (EUA), e para *Tapinoma indicum* (CHONG; LEE, 2006) na Malásia. Por esta razão, não se recomenda a inserção de lipídeos em iscas para estas quatro espécies de formigas urbanas.

Além destes dois estudos feitos por mim e colaboradores sobre a atratividade alimentar, existem outros estudos: *S. invicta* (VINSON et al. 1967; GLUNN et al. 1981); *M. pharaonis* (WILLIAMS, 1990; ALBUQUERQUE et al., 2002); *Pheidole megacephala* (SANDER et al. 1992); *O. glaber*, *P. megacephala* e *P. longicornis* (CORNELIUS et al. 1996); e *T. melanocephalum* (SILVA et al., 2000). Entretanto, uma comparação entre estes estudos mostrou-se difícil, por não haver uma padranozição nas metodologias, por exemplo, os tipos de substâncias testadas.

Quando as fontes alimentares foram testadas em conjunto, a diferença na atratividade entre as substâncias, poderia estar vinculada não somente às necessidades nutricionais da colônia como afirmado em Fowler et al. (1991). Outros fatores poderiam influir, tais como: consistência, concentração (vide seção 6.2.2) e

viscosidade das substâncias, e o modo como o alimento era manipulado. Estes fatores interfeririam no tempo de manipulação do alimento pelas operárias (HAACK; VINSON, 1990; JOSENS et al., 1998; PAUL; ROCES, 2003). Além disso, as substâncias gordurosas eram ingeridas pelas operárias com maior dificuldade do que as dissolvidas em água, no caso os carboidratos (HAACK; VINSON, 1990). E também, as diferenças no recrutamento entre as substâncias poderiam estar relacionadas às preferências individuais das operárias (HAACK; VINSON, 1990).

Deve ser salientado que as substâncias avaliadas em laboratório como as mais atrativas, quando inseridas em iscas, não necessariamente apresentarão uma atratividade adequada quando forem efetuados experimentos no ambiente urbano. Glunn et al (1981) estudaram a preferência alimentar de *S. invicta* em três tipos de fontes alimentares (carboidratos, proteínas e gorduras). Estes autores sugeriram que outros fatores poderiam influir na preferência alimentar, tais como: o histórico alimentar da colônia, a quantidade e os tipos de imaturos presentes, a composição das castas na colônia, e as condições climáticas. Além disso, Edwards e Abraham (1990) verificaram que as operárias de *M. pharaonis* preferiram alimentos novos quando apresentados juntos com os antigos, que eram oferecidos durante várias semanas. As operárias desta espécie apresentariam uma tendência em alterar sua preferência entre carboidratos e proteínas.

6.2.2. Comportamento de coleta e tempo de permanência na fonte de alimento em diferentes níveis de concentrações de açúcar

De acordo com Fowler et al. (1991) o comportamento das formigas pela procura, reconhecimento e coleta de alimento obedeceria a uma seqüência, típica de cada espécie, que poderia envolver a atuação de quatro estruturas: olhos, antenas, peças bucais e tarsos anteriores. No ato da pré-ingestão do alimento, verificou-se que provavelmente apenas as antenas e as peças bucais estariam envolvidas na identificação do alimento pelas operárias de *M. floricola*. Estas duas estruturas apresentariam receptores que forneceriam informações gustativas (FOWLER et al., 1991). Os olhos de *M. floricola* eram diminutos, apresentando de 10 a 12 omatídeos (SELLENSCHLO, 1991; OGATA; TERAYAMA, 2003), e possivelmente, teriam pouca ou nenhuma atuação. Segundo Fowler et al. (1991), quando as operárias eram

cegas ou quase cegas, está deficiência sensorial poderia ser compensada pela antena.

Paul e Roces (2003) analisaram o modo de coleta de alimento líquido em 11 espécies de formigas - das subfamílias Formicinae, Myrmeciinae, Myrmicinae, Ponerinae – e puderam caracterizá-las em duas técnicas: aquelas que ingerem (sucking) o alimento, levando-o armazenado no papo, e aquelas que lambem (licking) o alimento, levando-o entre as mandíbulas. Dentre estas espécies, as quatro representantes de Myrmicinae adotaram a primeira técnica. E as operárias de *M. floricola* ingeriram o alimento da mesma maneira. De acordo com estes autores, ingerir e acumular o alimento no papo parecia ser típico das espécies das subfamílias Formicinae e Myrmicinae.

Além disso, Paul e Roces (2003) verificaram que: em espécies polimórficas, as operárias maiores ingeriam o alimento mais rapidamente do que as menores; a velocidade de ingestão diminuiu com o aumento da concentração; a existência de uma concentração crítica, que foi de 30,0 %, no qual a viscosidade tornou-se um importante componente na mecânica de ingestão de líquidos, com a ingestão sendo reduzida nos valores acima dessa concentração. As operárias de *M. floricola* eram menores do que as operárias de *P. longicornis*. Nestas duas espécies, com o aumento da concentração ocorria um aumento no tempo da ingestão. Para cada concentração as operárias de *M. floricola* demoraram mais tempo para ingerir - de cinco a oito vezes dependendo da concentração – quando comparado com as operárias de *P. longicornis*. Estes dois fatos validaram as duas primeiras afirmações feitas por estes autores, considerando a diferença de tamanho entre estas duas espécies, já que ambas eram monomórficas. Entretanto, a concentração crítica para *M. floricola* era 25,0 % e *P. longicornis* era 75,0 %, mostrando que isso poderia variar entre as espécies, levando-se em conta que as duas espécies ingeriam e armazenavam o alimento no papo. Os dados de *P. longicornis* foram obtidos de Solis (2006), com a comparação entre as duas espécies sendo possível, pois ambas foram testadas com a mesma metodologia. Em outra espécie, *Camponotus mus* Roger, Josens et al. (1998) verificaram que a concentração crítica era 30,0 %.

As diferenças no tempo de ingestão e da concentração crítica entre *M. floricola* e *P. longicornis* não deveria estar apenas relacionada ao tamanho da operária, mas também ao tipo de trato digestório. O pró-ventrículo e a musculatura do papo eram bem desenvolvidos em *P. longicornis* (SOLIS et al., 2009b), diferente

do que ocorre com *M. floricola* (vide seção 5.5.2.). Como o papo em *M. floricola* apresentava uma musculatura pouco desenvolvida, a trofalaxia em *M. floricola* não deveria ser acentuada, pois como verificado por Caetano (1988), as espécies com a musculatura do papo bem desenvolvida apresentavam uma trofalaxia mais acentuada. Paul e Roces (2003) verificaram estas diferenças quando compararam também um Myrmicinae (*Atta sexdens* Linnaeus) com um Formicinae (*Camponotus rufipes* Fabricius).

Além disso, Haack e Vinson (1990) em um estudo com *M. pharaonis*, em que compararam o comportamento de forrageamento em três tipos de iscas (carboidrato, proteína e óleo), perceberam que as diferenças no recrutamento não poderia ser explicadas apenas pelas diferenças da consistência (sólido e liquido) e viscosidade (baseado em água e baseado em óleo liquido) entre as substâncias, mas também pelo modo como eram manipuladas e por preferências individuais das operárias. Estes autores verificaram que as operárias demoravam mais tempo em coletar, em ordem decrescente em tempo: as proteínas (sólido), óleos (liquido) e carboidratos (liquido). Para esclarecimento, embora não tenha sido determinada a viscosidade no presente estudo, poder-se-ia admitir que a viscosidade de uma solução açucarada aumente exponencialmente com o aumento da concentração da solução açucarada (PAUL; ROCES, 2003).

Foi verificado que um menor número de operárias de *M. floricola* enchia complemente o papo em concentrações acima de 50%. Josens et al (1998) averiguaram com *C. mus* uma situação diferente. As operárias desta espécie nas concentrações abaixo de 15% e acima de 70% voltavam para a colônia com o papo parcialmente cheio, e na concentração de 42,6% as operárias enchiam o papo no valor máximo.

A fonte de alimento utilizada no presente estudo era caracterizada por ser ilimitada. Segundo Hölldobler e Wilson (1990), nesta situação em que o alimento era muito grande para ser removido, parte das operárias coletavam o alimento e a outra parte defendia. Esta divisão de tarefa na fonte de alimento ocorreu também em *M. floricola*. Na figura 7 pode ser verificado a defesa do alimento.

O significado do ato de limpeza da antena correspondeu à remoção de partículas presentes e para cobrir com saliva a superfície do corpo, que atuaria como um mecanismo de proteção contra os microorganismos (WALLIS, 1962).

6.2.3. Análise da preferência do alimento: quantidade, qualidade e distância

Um animal quando está em busca por alimento necessitaria efetuar várias decisões, como por exemplo, onde, quando e qual presa capturar. E estas decisões poderiam ser analisadas em termos de como cada uma delas contribuiria para a aptidão do animal, verificando se o animal estaria se comportamento de maneira mais eficiente (ALCOCK, 2005). Desta maneira, os modelos de otimização utilizados nos estudos com o forrageamento de formigas procurariam analisar: a eficiência na procura por alimento; a relação entre a morfologia, comportamento e o tipo de alimento explorado; os comportamentos adotados durante a exploração do alimento; como observar o comportamento de indivíduos e colônias; e a possibilidade do uso como uma ferramenta para o entendimento da organização de sistemas sociais, comunidades ou populações (FOWLER et al., 1991).

Segundo a teoria de forrageamento ótimo, quando os animais decidiam em procurar por alimento, tendiam a maximizar a taxa liquida de influxo de energia (TAYLOR, 1978), ou seja, itens de maior tamanho eram preferidos pelas operárias de formigas, quando as presas apenas diferiram em termos energéticos, e não em nutrientes (FOWLER et al. 1991). Como exemplo desta teoria, Taylor (1978) baseando-se nos dados obtidos em Taylor (1977) com *Solenopsis geminata* Fabricius e *Pogonomyrmex occidentalis* Cresson, elaborou modelos de comportamento em diferentes tipos de alimento, respectivamente, solução açucarada e sementes.

De acordo com estes modelos propostos por Taylor (1978), o recrutamento de operárias de *S. geminata*: diminui, com o aumento da distância da fonte de alimento da colônia; aumentou, com o aumento do tamanho da fonte de alimento; aumentou, com o aumento da concentração da solução açucarada. Com relação à outra espécie, o recrutamento das operárias: diminui, com o aumento da distância da fonte de alimento da colônia; aumentou, com o aumento do tamanho da fonte de alimento; aumentou, com o aumento da densidade das sementes; aumentou, com o aumento do tamanho das sementes na fonte. Os resultados obtidos por Taylor (1977) condiziam com as predições destes modelos para as duas espécies analisadas, com a exceção do último item proposto para *P. occidentalis*: o tamanho da semente.

Analisando os dados obtidos com *M. floricola*, *M. pharaonis* e *T. bicarinatum* com os pressupostos de Taylor (1978), pode-se verificar que o recrutamento das

operárias aumentou, com o aumento do tamanho da fonte de alimento. Ao estudarem o comportamento de forrageamento de *Messor capitatus* Latreille, Baroni-Urbani e Nielsen (1990) constataram da mesma forma que no experimento com quatro diferentes categorias de sementes, as maiores eram preferidas, com as duas categorias de tamanho intermediário tendo igual preferência.

Deve ser ressaltado que nas três espécies estudadas o aumento da quantidade de alimento não resultou em um aumento concomitante no número de operárias recrutadas (Figura 51). Uma explicação para este fato poderia ser encontrando em Taylor (1978), em que a adição de mais agrupamentos do alimento ocasionou em um aumento no número de operárias recrutadas; porém, o número de operárias em cada agrupamento acrescentado foi reduzido, comparando com a situação se houvesse apenas um agrupamento. Segundo este autor, isto ocorreu na situação quando o número disponível de operárias era limitado, com a adição de mais agrupamentos afetando o recrutamento nos outros agrupamentos previamente existentes. Ainda, se um agrupamento com um conteúdo energético maior for acrescentado, o agrupamento com menor conteúdo perderia as operárias. Porém, o que leva as operárias em continuar coletando o alimento nas fontes menos atrativas? Por que não direcionar todo o recrutamento para a fonte de maior tamanho? Pyke et al. (1977) sugeriram que isto poderia ser uma adaptação para um meio ambiente instável, em que seria mais interessante para um animal coletar o alimento em todas as áreas disponíveis, devido à flutuação entre as áreas na qualidade e quantidade de alimento.

Na figura 51 nota-se que os valores para as larvas do besouro se aproximariam mais da situação de proporcionalidade entre a quantidade de alimento e número de operárias. Analisando as figuras 10 e 11, percebeu-se que um maior número de operárias era requerido para coletar o açúcar invertido, do que a larva de besouro (no caso, *T. molitor*). Como foram utilizados ninhos de tamanho padronizado e os experimentos foram efetuados em um ambiente fechado, havia a disposição um número limitado de operárias. Neste caso um menor número de operárias foi necessário para coletar a hemolinfa da larva, portanto, existindo operárias disponíveis para os outros agrupamentos, possibilitando esta situação de proporcionalidade. Possivelmente, em uma situação de número ilimitado de operárias, a proporcionalidade iria ser atingida nos dois alimentos. Porém, na figura 12, verificou-se uma inversão, em que havia mais operárias coletando a

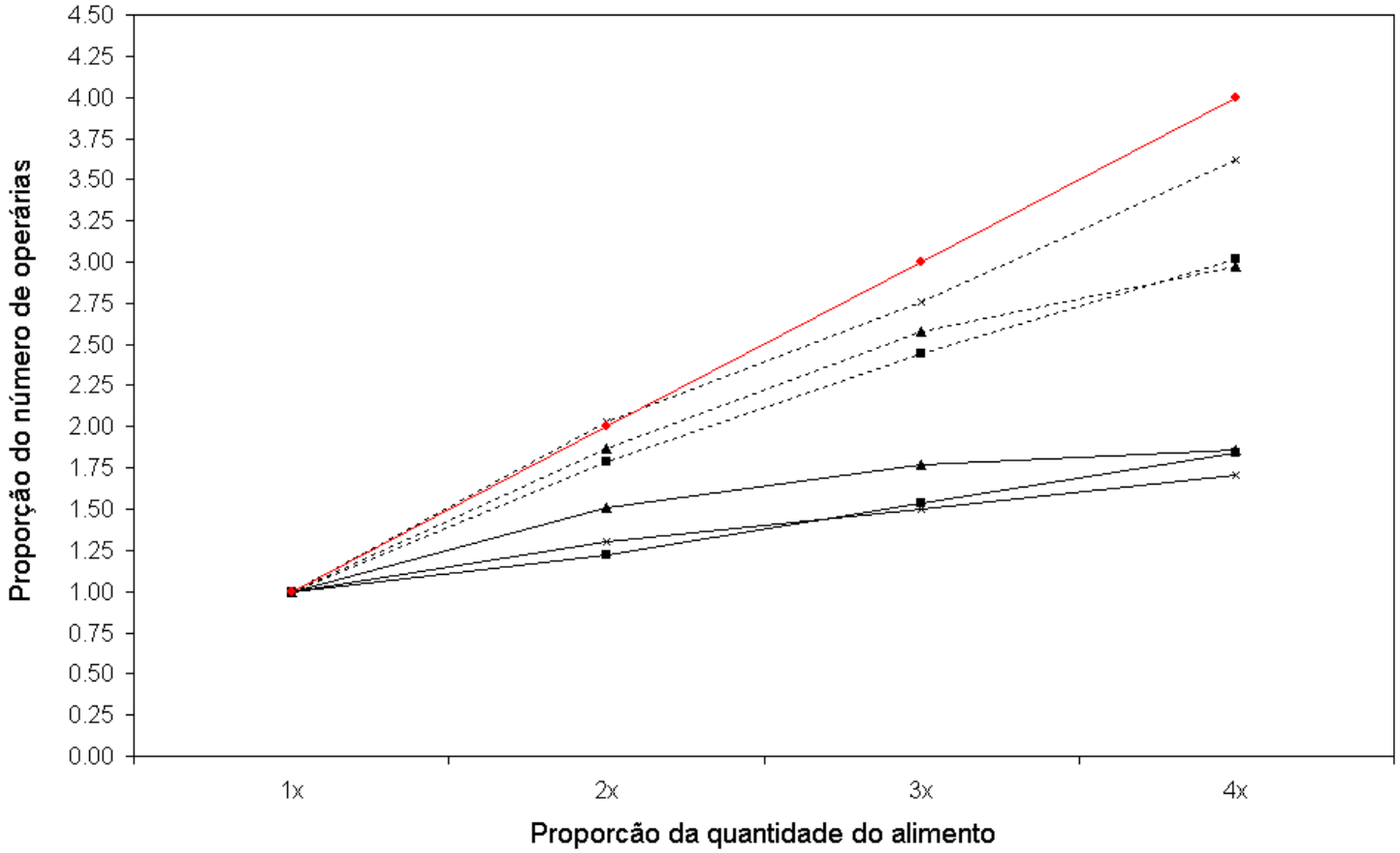


Figura 51. Comparação da preferência pela quantidade de alimento nas três espécies analisadas. Terminologias: a linha vermelha corresponderia se o número de operárias coletando o alimento acompanhasse proporcionalmente o aumento da quantidade do alimento; as linhas inteiras correspondem ao açúcar invertido e as linhas pontilhadas às larvas de besouro; *Monomorium floricola* (■), *Monomorium pharaonis* (▲), *Tetramorium bicarinatum* (×).

hemolinfa da larva de besouro (*Zophobas* sp.) do que o açúcar invertido. Interessante notar que pela figura 51 a situação de maior (besouro) e menor (açúcar) proporcionalidade ocorria com *T. bicarinatum*, portanto, o que foi afirmado aparentemente não faz sentido neste caso. Provavelmente, existiria(m) um ou mais fatores além do número de operárias, que poderia(m) estar interferindo na proporcionalidade, por exemplo, o tipo de alimento.

Taylor (1978) ao analisar o forrageamento entre o açúcar e a semente, relatou que efetuar uma análise com sementes era muito mais complicado do que o açúcar, devido à complexidade nutricional desse alimento, pois cada recurso (carboidrato, proteína ou lipídeo) poderia ser utilizado de uma maneira energeticamente diferente na colônia. A hemolinfa dos insetos seria constituída principalmente por aminoácidos e proteínas, com as larvas podendo ter até 50% de água no volume total (CHAPMAN, 1998; LANDIM, 2008). Analisando os resultados obtidos nas diferentes composições do açúcar invertido e das larvas do coleóptero, verificou-se que o açúcar invertido era mais atrativo para as operárias de *M. floricola*, portanto, apresentando possivelmente maior conteúdo energético. Este fato deveria estar relacionado ao que Fowler et al. (1991) afirmaram: o carboidrato era um recurso direcionado especialmente para as operárias, principalmente para aquelas com alta atividade de forrageamento, com as larvas recebendo em diferentes intensidades, e a sua distribuição podendo ser distinta entre as espécies; as proteínas eram direcionadas para as rainhas e larvas, com as larvas repassando aminoácidos e proteínas solúveis para os adultos; e os lipídeos eram fornecidos em maior quantidade para as larvas. Além disso, Pyke et al. (1977) afirmaram que para o cálculo da taxa liquida de influxo de energia deveriam ser considerados: o tempo de manipulação e de procura, e o valor energético do alimento. Segundo Bonser et al. (1998) mencionam que as operárias de formigas deveriam permanecer mais tempo nas fontes de melhor qualidade energética. As operárias de *M. floricola* demoraram mais tempo coletando no açúcar invertido, do que a hemolinfa das larvas, validando o que foi mencionado por Bonser et al. (1998). De fato, o açúcar invertido apresentou maior conteúdo energético, validando ao afirmado por Taylor (1978). De acordo com o fabricante o açúcar invertido apresentou 2,5 cal/g e Ramos-Elorduy et al. (2002) verificaram que a larva de *T. molitor* apresenta 0,6 cal/g.

Entretanto, a diferença no número de operárias recrutadas poderia estar também relacionada com uma especialização das operárias pelo tipo de alimento.

Haack e Vinson (1990) mencionaram que em *M. pharaonis* poderiam existir operárias especializadas em coletar carboidratos e outras em coletar proteínas. Como *M. floricola* e *M. pharaonis* eram monomórficas, está especialização poderia estar relacionada com uma divisão temporal do trabalho. Como uma outra explicação para esta diferença no recrutamento, Edwards e Abraham (1990) verificaram que as operárias de *M. pharaonis* apresentavam uma preferência alternada entre carboidratos e proteínas, e sugeriram que isso asseguraria uma dieta balanceada, sendo importante para as rainhas e larvas, que apresentariam necessidades alimentares diferenciadas. Além disso, Glunn et al. (1981) afirmaram que a preferência das operárias pelo alimento pode mudar com o histórico de alimentação da colônia, idade da colônia, e a composição das castas e dos estágios imaturos.

No que diz respeito à distância, o número de operárias de *M. floricola* coletando o alimento também decrescia com o aumento distância, sendo que para ambos os alimentos a distância de até 90,0 cm poderia ser considerada a ótima para a coleta do alimento, ocorrendo uma drástica redução no recrutamento a partir dessa distância. Outros autores vêm analisando o efeito da distância. Por exemplo, Devigne e Detrain (1999) verificaram que as operárias de *Lasius niger* Linnaeus preferiram as fontes açucaradas de mesma quantidade colocadas nas proximidades (33,0 cm e 60,0 cm) das colônias, daquelas dispostas mais longe (120,0 cm). Segundo Fowler et al. (1991) as formigas coletariam itens alimentares de maior conteúdo energético, com o aumento da distância.

6.3. Morfologia externa de *Monomorium floricola*

6.3.1. Descrição dos imaturos – larvas e pupas

Algumas características gerais do gênero *Monomorium* foram confirmadas com *M. floricola* (WHEELER; WHEELER, 1955, 1976): formato geral do corpo, mandíbula e labro; número de sensilas na antena e galea; e o número e a relação de tamanho dos espiráculos. Características particulares observadas para *M. floricola* foram: tipos de pêlos na cabeça e no corpo; número e tipos de pêlos na superfície anterior labro; número de sensilas na borda ventral do labro; número de dentes na mandíbula; e o número de sensilas nos palpos maxilar e labial (Tabela 25).

Tabela 25. Comparação de alguns caracteres morfológicos entre as larvas do gênero *Monomorium*.

Caracteres	Espécies				
	Monomorium floricola	*Monomorium pharaonis* [1]	*Monomorium antarcticum* [1]	*Monomorium afrum* [1]	*M. tambourinensis* [1]
Tipos de pêlos no corpo	Seis tipos (0,010-0,034 mm): vide tabela 14.	Cinco tipos (0,009-0,042 mm): simples; simples, denticulados na ponta; bifendidos; trifendidos, tetrafendidos.	Três tipos (0,027-0,130 mm): simples, com gancho em âncora na ponta; simples, denticulados na ponta; bifendidos.	Dois tipos (0,036-0,072 mm): simples; bifendidos.	Dois tipos de pêlos bifendidos (0,030-0,036 mm)
Número de sensilas na antena	3	3	3	3 (raro: 2 e 4)	3
Tipos de pêlos na cabeça	Sete tipos (0,009-0,030 mm): vide tabela 14.	Quatro tipos (0,009-0,054 mm): simples; simples, denticulados na ponta; bifendidos; trifendidos.	Dois tipos (0,027-0,090 mm): simples, denticulados na ponta; bifendidos na ponta.	Quatro tipos (0,036-0,072 mm): simples; simples, denticulados na ponta; bifendidos; trifendidos.	Pêlos de um único tipo bifendido (0,036-0,048 mm)
Labro	Bilobado; 6-7 pêlos simples na superfície anterior; 6 sensilas na borda ventral.	Bilobado; 6-8 pêlos bífidos na superfície anterior; 4 sensilas na borda ventral.	Bilobado; 10-12 sensilas na superfície anterior; 6 sensilas na borda ventral.	Bilobado; 4 pêlos simples e 2-4 sensilas na superfície anterior; 6 sensilas na borda ventral.	Bilobado; 12 sensilas na superfície anterior; 6 sensilas na borda ventral.
Mandíbula	3 dentes	2-3 dentes	2-3 dentes	3 dentes	3 dentes
Número de sensilas no palpo maxilar	2	4	5	4	5
Número de sensilas na galea	2	2	2	2	2
Número de sensilas no palpo labial	1	4	5	4	5

Nota. [1]As informações das espécies foram extraídas de Wheeler e Wheeler (1955, 1960).

Monomorium floricola foi previamente descrita por Wheeler e Wheeler (1955) por meio de uma comparação com *M. pharaonis*, e concluíram, que ambas eram muito parecidas. Estes autores relataram apenas algumas diferenças em *M. floricola*: presença de dois tipos de pêlos no corpo e o número de pêlos na superfície anterior do labro. Analisando a tabela 25, pode-se verificar que a comparação mostrou-se incompleta. Além disso, na época da comparação o número de ínstares larvais não havia sido determinado, sendo difícil saber quais as fases larvais de *M. floricola* que foram utilizadas na comparação. Inferindo-se, talvez o 1º e 3º instares tenham sido descritos. Porém, confrontando os resultados obtidos no presente estudo com a descrição de Wheeler e Wheeler (1955), as medidas de várias estruturas corporais foram fornecidas: dos elementos que constituem as peças bucais, a largura da cápsula cefálica, o diâmetro do espiráculo, comprimento e a largura corporal, e o comprimento corporal através dos espiráculos.

Wheeler e Wheeler (1960) afirmaram que na taxonomia larval, para a classificação em gêneros, três características corporais deveriam ser levadas em consideração: o perfil do corpo, o formato da mandíbula e os tipos de pêlos; baseado nessas características, esses autores fizeram uma chave de identificação para a subfamília Myrmicinae.

O perfil do corpo de *M. floricola* foi do tipo pheidolóide para os três instares larvais. Comparando as medidas de comprimento e largura do corpo da larva de *M. floricola* com as fornecidas por Berndt e Eichler (1987) para *M. pharaonis*, em ambas as espécies, o 1º ínstar apresentou o mesmo tamanho, mas os 2º e 3º ínstares de *M. pharaonis* são ligeiramente maiores (1º ínstar: 0,39 mm de comprimento por 0,18 mm de largura; 2º ínstar: 0,60 mm de comprimento por 0,26 mm de largura; 3º ínstar: 1,27 mm de comprimento por 0,59 mm de largura).

As mandíbulas das larvas de *M. floricola* também apresentaram o formato ectatommóide, sendo uma característica confiável na diferenciação entre os gêneros na subfamília Myrmicinae. Na diferenciação entre os ínstares larvais, o grau de esclerotização da mandíbula possibilitou a diferenciação das larvas de 1º ínstar das outras.

Acrescentando aos dois tipos de pêlos (tipos B e C) descritos por Wheeler e Wheeler (1955), foram encontrados cinco novos tipos em *M. floricola*, que apresentaram tanto uma distribuição diferencial entre os instares como nas regiões corporais das larvas. Por exemplo, no corpo da larva: o tipo A estava presente no 1º

instar; o tipo B estava presente em todos os ínstares; os tipos C, D e E estavam presentes nos 2º e 3º ínstares; e o tipo F estava presente apenas no 3º ínstar. Comparando com *M. pharaonis* (WHEELER; WHEELER, 1955; PETRALIA; VINSON, 1980; BERNDT; EICHLER, 1987), com a exceção dos tipos E, F e G, ambas as espécies tiveram em comum os demais tipos. Em *M. pharaonis*, existiam outros dois tipos de pêlos que estavam ausentes em *M. floricola*, caracterizados por serem: ramificado, profundamente trifendido e as extremidades denticuladas enroladas em direções opostas (WHEELER; WHEELER, 1955); não ramificado com a ponta em forma de gancho (BERNDT; EICHLER, 1987). Em *Monomorium antarcticum* Smith existiam três tipos de pêlos (WHEELER; WHEELER, 1955), sendo que um dos pêlos se pareceu com a do tipo E, localizado também na mesma região do tórax. Ainda, *Monomorium afrum* André apresentou dois tipos de pêlos (WHEELER; WHEELER, 1955), sendo que um deles foi o tipo C.

De acordo com a chave de identificação proposta por Wheeler e Wheeler (1960) para as larvas da subfamília Myrmicinae, os pêlos da cápsula cefálica das larvas maduras de *Monomorium* eram ramificados, excetuando *M. antarcticum*, condizendo como os resultados obtidos para *M. floricola*. Pitts et al. (2005) propuseram estudando o complexo *Solenopsis saevissima* Smith, que os tipos de pêlos na cápsula cefálica poderiam ser considerados como um caráter de separação entre as espécies. Como os gêneros *Monomorium* e *Solenopsis* pertencem à mesma tribo (BOLTON, 1987), com a análise de outras espécies, esta proposta poderia ser da mesma forma validada para o gênero *Monomorium*. Entretanto, Fox et al. (2007) alertaram ao estudarem *P. longicornis*, pelo fato das descrições das larvas em muitas espécies serem baseadas em apenas poucos espécimes, negligenciando a variação intraespecífica, propondo que outras revisões sejam feitas nas espécies já descritas. Para exemplificar, no presente estudo foi detectado uma variação intraespecífica dos pêlos da cápsula cefálica entre as larvas de 1º ínstar.

Comparando o labro de *M. floricola* com as outras espécies, o formato foi bilobado. Entretanto, o número e o tipo de pêlos na superfície anterior, e o número de sensilas na borda ventral variaram (tabela 25). Comparando com a descrição de *M. floricola* feita por Wheeler e Wheeler (1955), o labro apresentou em sua superfície anterior uma variação intraespecífica (presença de quatro a seis pêlos) também detectada no presente estudo. Como dito anteriormente, deve-se atentar às variações intraespecificas.

As sensilas próximas da fiandeira, e as sensilas encontradas na base da mandíbula e na antena, não foram observadas nas larvas de 1º ínstar, mas sua presença não pode ser descarta, pois a sua visualização foi impossibilitada pela sujeira existente sobre as larvas. Além disso, as larvas de 2º e 3º ínstares apresentaram pêlos na maxila e sensilas setáceas no palpo maxilar e galea, enquanto as de 1º ínstar não tinham pêlos na maxila e existiam sensilas basicônicas no palpo maxilar e galea.

Em geral, as larvas de formigas apresentavam 10 pares de espiráculos (dois torácicos e oito abdominais), sendo que na metade dos gêneros, os espiráculos apresentavam um tamanho uniforme e pequeno (WHEELER; WHEELER, 1976). Em *M. floricola* o 1º par de espiráculos era maior do que os demais, que apresentavam o mesmo tamanho; nas outras espécies, como em *M. antarcticum*, *M. pharaonis* e *Monomorium tambourinensis* Forel (WHEELER; WHEELER, 1955, 1960) esse padrão se repetia, podendo ser característico do gênero. Wheeler e Wheeler (1976) afirmaram que talvez este padrão existia, mas que outras espécies deveriam ser analisadas para convalidação.

Como afirmado por Wheeler e Wheeler (1976), todas as formigas possuíam glândulas secretoras de seda, mas nem todas as espécies teceriam o casulo, que seria o caso na subfamília Myrmicinae; *M. floricola* segue esse padrão.

6.3.2. Descrição dos adultos – reprodutores

O macho de *M. floricola* foi previamente descrito pelos seguintes autores: Smith (1876), Sellenschlo (1994) e Campos et al. (2011); enquanto isso, a rainha foi descrita por: Smith (1876), Forel (1893), Wheeler (1905), Stitz (1932), Sellenschlo (1991) e Campos et al. (2011). As descrições variaram em níveis de detalhamento, sendo as que ofereceram maiores informações morfológicas foram: macho (SELLENSCHLO, 1994) e rainha (CAMPOS et al., 2011). Entretanto, medidas corporais eram escassas, limitando-se em certos casos a apenas o comprimento total de um espécime. Os textos mais antigos se dedicaram exclusivamente em descrever a coloração e o formato das diferentes partes do corpo dos espécimes, para compensar a ausência de figuras. Figuras foram oferecidas pelos seguintes autores: macho (SELLENSCHLO, 1994; CAMPOS et al., 2011) e rainha (WHEELER,

1905; STITZ, 1932; SELLENSCHLO, 1991; CAMPOS et al., 2011). Apenas as figuras de Sellenschlo (1991, 1994) e Campos et al. (2011) apresentaram escalas.

Na cabeça, convalidando ao encontrado por Sellenschlo (1991, 1994) e Campos et al. (2011), tanto a rainha como os machos apresentaram três ocelos na cabeça, os olhos compostos do macho eram maiores do que os da rainha, e a rainha apresentava 12 e o macho 13 segmentos na antena.

Com relação aos pêlos, a descrição do macho por Sellenschlo (1994) foi a única que mencionou a existência de pêlos na cabeça, sendo que o restante do corpo era liso. Este fato contrariou ao encontrado no presente estudo: os pêlos recobriram todo o corpo. Além disso, de uma maneira indireta, observando-se as figuras da descrição da rainha feita por Sellenschlo (1991), soube-se da existência dos pêlos. Nas descrições de Wheeler (1905), Stitz (1932) e Campos et al. (2011) as figuras das rainhas foram desenhadas sem os pêlos.

As asas do macho foram parcialmente descritas por Sellenschlo (1994), em que era mostrado o padrão de disposição das nervuras e células, o mesmo do presente estudo. Porém, Sellenschlo (1994) não mencionou a existência dos pêlos e não foi fornecida nenhuma medida, que precisou ser obtida indiretamente pela escala da figura.

Em várias espécies de *Monomorium* as rainhas são ápteras (BOLTON, 1987) e na maioria das descrições feitas com a rainha de *M. floricola* afirmaram a ausência de asas (FOREL, 1893; WHEELER, 1905; STITZ, 1932; SELLENSCHLO, 1991; CAMPOS et al., 2011). Além disso, consultando o banco de dados fotográfico AntWeb, as rainhas de *M. floricola* fotografadas – espécimes provenientes das ilhas Comores, Galápagos, Maurício, Reunião, Seicheles – também não possuíam asas. Isto também foi confirmado no presente estudo. Entretanto, Forel (1893) relatou a existência de rainhas aladas em suas coletas na ilha de São Vicente (Caribe). Sellenschlo (1991) também afirmou ter encontrado rainhas com asas; mas, não mostrou esse fato em suas figuras. Wheeler (1905) sugeriu que a existência de rainhas com asas estaria correlacionada com as condições climáticas, ou seja, a produção dessas rainhas ocorreria no inverno. Mas existe a possibilidade destes pesquisadores terem confundido as rainhas aladas com espécimes ginandromórficos!

No ambiente urbano brasileiro, *M. floricola* seria a única espécie de formiga domiciliar em que aparentemente a rainha não desenvolve as asas. Passera (1994)

mencionou que uma das características que permitiu a adaptação destas espécies ao ambiente urbano seria a ausência de vôo nupcial, com a cópula ocorrendo no interior do ninho e o surgimento de novas colônias ocorrendo pela sociotomia. Desta maneira, o não desenvolvimento das asas (e das estruturas associadas ao vôo) nas rainhas de *M. floricola* seria um caso extremo de adaptação, que poderia contribuir para uma importante economia de energia na colônia, que poderia ter sido desviada para a produção de novas rainhas, já que nas formigas domiciliares segundo Passera (1994), as rainhas apresentam um tempo de vida curto, de apenas algumas semanas ou meses, e as colônias apresentariam uma grande capacidade de produção de novas rainhas. Existe a possibilidade de que as pressões exercidas nas últimas décadas pelo uso inadequado e indiscriminado de metodologias de controle, teriam favorecido as rainhas de *M. floricola* em perderem a sua capacidade de desenvolvimento das asas, durante o processo de adaptação ao meio urbano.

6.4. Fatores responsáveis pela formação das formas anormais

Czechowski et al. (2008) mencionaram que as anomalias morfológicas que ocorriam durante o desenvolvimento poderiam ser ocasionadas por manifestações genéticas (ligadas ao sexo) e não genéticas (injúrias mecânicas, intoxicação, parasitas, e outros fatores químicos e físicos que atuam durante o desenvolvimento). Dentre estas anomalias, de acordo com uma revisão com artrópodes feita por Narita et al. (2010), os defeitos no desenvolvimento poderiam gerar indivíduos que apresentariam características tanto masculinas como femininas, que em condições naturais poderiam acontecer em baixa freqüência. Segundo estes autores, estas anomalias poderiam ser classificadas em dois tipos: “ginandromorfos” ou mosaico genético, em que os indivíduos apresentariam partes tanto geneticamente masculinas como femininas; e intersexos, com os indivíduos tendo um único genótipo (masculino ou feminino), mas apresentando partes do corpo com um fenótipo sexual em oposição ao genético. Além disso, estes autores mencionaram que as causas do ginandromorfismo em artrópodes poderiam ser dos seguintes tipos: perda ou dano do cromossomo sexual, ovos binucleados ou simbiontes. Com relação ao intersexos, as causas seriam: aberrações cromossômicas, mutações de perda da função, cruzamentos entre diferentes linhagens ou fatores epigenéticos (ambiente, hormônios sexuais ou simbiontes). Entretanto, como foi efetuada apenas

uma análise do fenótipo dos indivíduos, não foi possível determinar se os indivíduos no presente estudo eram de fato do mosaico genético ou intersexos. Mas para a caracterização morfológica destas anomalias, optou-se pela classificação proposta por Berndt e Eichler (1987).

Em formigas, Scupola (1994) mencionou que o ginandromorfismo ocorre em 87 espécies. Em *M. floricola*, o ginandromorfismo foi relatado pela primeira vez por Crawley (1920). Segundo Czechowski et al. (2008), aparentemente os representantes da subfamília Myrmicinae eram particularmente suscetíveis em apresentar indivíduos com estas anomalias. Entretanto, o único estudo que procurou verificar as causas do ginandromorfismo nas formigas foi efetuado por Berndt e Kremer (1982) com *M. pharaonis*, em que uma rápida exposição (de 15 a 150 min) em alta temperatura induzia a formação dessa anomalia. O percentual de anômalos (ergatandromorfos) na população analisada por estes autores variou entre 0,1 e 13,3 %, entre 60 a 80 min de exposição, considerados os melhores tempos de exposição para a indução do aparecimento dos anômalos. Estes autores sugeriram que resultados similares seriam obtidos com outras espécies de formigas se a metodologia fosse repetida. Entretanto o aparecimento de anomalias podia ocorrer em *M. floricola* na ausência de exposição a condições de alta temperatura, como nas condições de laboratório utilizadas no presente estudo (temperatura: 23,0 - 27,0 ºC). Este fato também foi relatado por Yoshizawa et al. (2009) com *Cardiocondyla kagutsuchi* Terayama e Campos et al. (2011) com *M. floricola*.

Para tentar entender esta discrepância nas observações, repetiu-se o experimento de Berndt e Kremer (1982) com *M. floricola*, com algumas adaptações na metodologia: uma menor quantidade de tempos de exposição, pois tempos maiores se mostraram desnecessários e letais para as colônias (aparentemente *M. pharaonis* pareceu ser mais resistentes à exposição a altas temperaturas do que *M. floricola*; vide tabela 23); e a presença de um controle (sem exposição à alta temperatura), não mencionado no estudo de Berndt e Kremer (1982). Os resultados mostraram que a exposição ou não ao choque térmico induzia a formação de anomalias.

A ausência de um controle no estudo de Berndt e Kremer (1982) poderia ter gerado uma falha na interpretação dos resultados? Para se descobrir se houve esta falha, um controle similar a *M. floricola* foi efetuado com *M. pharaonis*, obtendo-se 0,18 % de indivíduos anômalos na população amostrada, um valor dentro ao

encontrado por estes autores. Assim, pôde se verificar que Berndt e Kremer (1982) falharam na metodologia. Interessante notar que as colônias destes autores foram obtidas de localidades diferentes e tinham tempos diferentes de permanência em laboratório: Berlim com 11 anos, Kolin com cinco anos e Varsóvia com quatro anos. As colônias obtidas em Berlim apresentaram um percentual de formação de anômalos que variou entre 0,1 e 13,3 %, nos tempos de exposição considerados como ótimos, enquanto que nas colônias de Kolin e Varsóvia o percentual variou entre 0,1 e 1,0 %. Seria o tempo de permanência em laboratório, isto é, endocruzamentos, o fator que poderia gerar as anomalias? Talvez, pois as colônias de *M. floricola* e *M. pharaonis* utilizadas no presente estudo estavam, respectivamente, há 11 e cinco anos sendo mantidos em laboratório.

Para *M. floricola* a retirada das rainhas das colônias após dois dias de terem sofrido a exposição à alta temperatura poderia ser o “fator” que desencadeou o aparecimento dos anômalos. Eow et al. (2004) verificaram que tanto em *M. floricola* como *M. pharaonis*, nas colônias em que as rainhas foram retiradas houve a produção de novas formas reprodutoras (fêmeas e machos) a partir da cria existente. Hölldobler e Wilson (1990) relataram que as rainhas que estavam produzindo ovos inibiam as operárias por meio de ferormônios, impedindo que elas produzissem ovos ou gerassem novas rainhas nas colônias. E provavelmente, os anômalos surgiram como conseqüência da produção das novas formas reprodutoras nas colônias na ausência de rainhas, devido a fatores genéticos ou simbiontes, conforme discutido em Narita et al. (2010). De acordo com Yoshizawa et al. (2009) a produção de anomalias possivelmente não gerasse custos significativos para as colônias.

Devido a estes resultados negativos com o choque térmico em responder como os anômalos são produzidos, procurou-se analisar uma possível atuação de simbiontes, como sugerido por Narita et al. (2010). De acordo com Clark (2007) a *Wolbachia* é uma bactéria intracelular encontrada no interior do citoplasma de inúmeros artrópodes, sendo geralmente de herança materna, e que desenvolveu algumas estratégias para assegurar a sua transmissão: feminilização de machos; produção de indivíduos diplóides paternogenéticos; eliminação de machos; e a impossibilidade de machos infectados em fertizar os ovos de fêmeas infectadas ou não, por meio da incompatibilidade citoplasmática. No que diz respeito à feminilização de machos, um outro tipo de bactéria pertencente ao grupo CFB

(*Cytophaga-Flexibacter-Bacteroid*) também foi relatada por Weeks et al. (2001) em causar este efeito em ácaros.

Ambas as bactérias não foram encontradas nas amostras utilizadas no presente estudo. Yoshizawa et al. (2009) estudando estas anomalias em *C. kagutsuchi* também verificaram que as amostras não estavam infectadas com *Wolbachia* ou qualquer outro microorganismo procarionte. Entretanto, Wenseleers et al. (1998) constataram em um levantamento no sudeste asiático uma elevada taxa de infecção por *Wolbachia* (grupos A e B) nas espécies de formigas analisadas e sugeriram que existia uma relação dessa infecção como o modo de fundação das colônias. Neste levantamento, verificou-se que em 50,0 % das espécies que apresentavam o modo de fundação dependente (fissão e sociotomia) estavam infectadas com *Wolbachia*, enquanto que em 13,0 % das espécies que apresentavam o modo de fundação independente tinham a mesma condição. Além disso, estes autores constataram a presença de *Wolbachia* em uma das duas espécies encontradas do gênero *Monomorium*, sendo que essa espécie era a única que apresentava uma dupla infecção (grupos A e B), justamente a única que tinha o grupo B; ambas as espécies apresentavam o modo independente de fundação de colônias. Não se descarta a hipótese de que outras populações de *M. floricola* possam estar infectadas com *Wolbachia*, já que a presente população se encontrava confinada em laboratório e isolada de outras populações há 11 anos.

Como os estudos nesta área são recentes e ainda há muitas lacunas a serem preenchidas, se outras bactérias simbiontes poderiam estar causando estas anomalias, colônias de *M. floricola* foram expostas por um longo período (durante 70 dias) a elevadas temperaturas e antibióticos. Estes dois fatores seriam reconhecidos em afetar a atividade de bactérias simbiontes (BOURTZIS; MILLER, 2003). Entretanto, apesar das colônias terem sido submetidas a estes fatores, a produção de formas anômalas não cessou.

Nas colônias não expostas a estes dois fatores, após 70 dias, houve um aumento de 976,7 % no número de rainhas, fato não esperado no presente estudo. Possivelmente, a manipulação das colônias durante o experimento devia ter ocasionado o aumento, devido ao estresse gerado nas colônias. Passera (1994) mencionou que as formigas domiciliares mantidas em cativeiro são nervosas, e que qualquer distúrbio faz com que as operárias peguem os imaturos e tentem fugir, o que explicaria a tendência dessas espécies estarem em constante movimentação no

ambiente urbano. Talvez esta tendência elevada para a migração, somada com a reprodução via fragmentação das colônias, que faz com que novas rainhas sejam produzidas, teriam sido as conseqüências da manipulação das colônias em laboratório, gerando o aumento do número de rainhas. Percebeu-se que quando as colônias foram expostas a elevadas temperaturas durante um longo período e antibióticos, menos rainhas foram produzidas, mostrando que tiveram um efeito nocivo para as colônias.

A proporção sexual foi alterada quando as colônias foram expostas a elevadas temperaturas por 70 dias. A proporção sexual normalmente encontrada em *Monomorium* podia variar entre um macho para uma fêmea até um macho para cinco fêmeas (PEACOCK, 1951; BERNDT; EICHLER, 1987; BHATKAR, 1992; KATO, 2003), com os valores do controle e à exposição ao antibiótico estando dentro do intervalo. A exposição das formigas a elevada temperatura seria um fator reconhecido em causar estresse, podendo afetar o desenvolvimento das colônias, apesar de algumas espécies terem adaptações fisiológicas e comportamentais que permitiriam a sobrevivência (LINKSVAYER; JANSSEN, 2008).

O uso do antibiótico podia ter afetado bactérias simbiontes ainda não descritos para esta espécie de formiga, que poderiam trazer benefícios, justificando a queda na produção das formas reprodutoras. Por exemplo, Zientz et al. (2006) verificaram que *Blochmannia floridanus*, uma bactéria endosimbionte de *Camponotus floridanus* Buckley, teria um papel fundamental no desenvolvimento da colônia, podendo afetar a qualidade do alimento oferecido pelas operárias para as larvas. Além disso, Caetano et al. (2009) verificaram a presença de bactérias simbiontes no ventrículo de *Odontomachus bauri* Emery e sugeriram que teriam uma participação importante na digestão do alimento. Contudo, Pearson e Raybould (1998) constataram que o uso de antibióticos em colônias de *M. rubra* teve um efeito de aumentar o número de rainhas nas colônias, por afetarem bactérias existentes no trato digestório, que poderiam ter um papel importante no sistema de determinação de castas nessa espécie.

Durante as avaliações para a contabilização das formas anômalas, foram observados 37 acasalamentos, efetuados exclusivamente por formas normais. Entretanto foi também observado um acasalamento entre um macho e um ginandromorfo (Figura 52). Esta situação também foi relatada por Yoshizawa et al. (2009) com *C. kagutsuchi*, com alguns destes acasalamentos gerando descendentes



Figura 52. Acasalamento entre os reprodutores de *Monomorium floricola*: (A) macho com rainha; (B) macho com ginandromorfo. Tamanho das barras: 0,630 mm.

normais, operárias e rainhas; porém, a capacidade reprodutiva dos anômalos era baixa. Além disso, estes autores sugeriram que a maneira como o anômalo iria se comportar durante o acasalamento era mais influenciada pela cabeça (cérebro) do que pelo gáster (órgãos reprodutivos). No único acasalamento relatado entre um macho e um ginandromorfo de *M. floricola*, o anômalo apresentava cabeça de rainha e se comportava como uma fêmea, convalidando o afirmado por Yoshizawa et al. (2009).

6.5. Morfologia interna de *Monomorium floricola*: Descrição do trato digestório das larvas e adultos

A presença de fileiras de espinhos na faringe (hipofaringe) das larvas de formigas vem sendo verificada (JESUS et al., 2010; SOLIS et al., 2010a; NONDILLO et al., 2011), apesar de sua presença não ter sido relatada por Petralia e Vinson (1980). Wheeler e Wheeler (1976) verificaram que em 70,0 % das espécies descritas por eles, haviam espinhos em grande ou pequena quantidade na hipofaringe, podendo estar arranjados em fileiras ou de maneira isolada, estando provavelmente envolvidos na trituração do alimento. Apenas no corte longitudinal da larva de *M. floricola* foi possível identificar os espinhos na faringe e a sua presença possa também estar relacionada a um mecanismo de filtração do alimento.

Chapman (1998) afirmou que nos insetos o papo quando vazio apresentava dobras na parede, portanto extensível, permitindo o aumento em seu volume, funcionado como um órgão de armazenamento do alimento. Segundo este autor em muitos insetos, como nos gafanhotos, a superfície do papo apresentava projeções cuticulares, como dentes e espinhos, sugerindo que estariam relacionadas na movimentação do alimento em direção ao intestino médio. Nos himenópteros, como abelhas e formigas, o papo funcionaria com um órgão de armazenamento e de transporte do alimento para o ninho, e que por meio da trofalaxia, distribuído para os demais membros da colônia; porém, não houve menção da presença de projeções cuticulares (CAETANO, 1984, 1988, 1990; CAETANO et al., 2002; LANDIM, 2008). Entretanto, a presença destas projeções cuticulares foi verificada em outros órgãos nas abelhas e formigas. No pró-ventrículo de abelhas e formigas existem espinhos, que promovem uma filtração do alimento para o ventrículo (CAETANO, 1984; LANDIM, 2008; SOLIS et al., 2009b). No íleo de algumas espécies de formigas

poderiam existir espinhos, que auxiliariam na movimentação do bolo alimentar (CAETANO et al., 2002). Em vista disto, nas duas espécies de *Monomorium* analisadas, possivelmente os espinhos poderiam atuar na movimentação e filtração do alimento no papo.

O papo era proporcionalmente maior nas operárias quando comparado com as rainhas e os machos (CAETANO, 1984; LANDIM, 2008), com este tamanho estando relacionado às atividades que as operárias exerceriam na colônia: coleta, transporte e distribuição do alimento na colônia (HOLLDOBLER; WILSON, 1990). Contudo, esta relação de tamanho não foi encontrada, quando o tamanho do papo foi comparado com o tamanho total do trato digestório: *M. floricola* (operária: 19,0 %; rainha: 20,0 %; macho: 12,0 %) e *M. pharaonis* (operária: 15,0 %; rainha: 16,0 %; macho: 14,0 %). Nas duas espécies os papos das fêmeas foram proporcionalmente de tamanho equivalente, enquanto que apenas o papo do macho de *M. pharaonis* era de tamanho equivalente das fêmeas. Durante os experimentos que lidaram com alimentos, percebeu-se que algumas rainhas podiam ser encontradas nas trilhas de forrageamento, inclusive coletando o alimento em algumas situações. A participação de rainhas juntamente com as operárias no forrageamento parecia não ser uma anomalia comportamental gerada em laboratório, pois Forel (1893) relatou em suas coletas a presença de rainhas de *M. floricola* nas trilhas de forrageamento. Além disso, em ambas as espécies as rainhas apresentaram uma dilatação no esôfago, formando um “papo torácico”, já relatado em *Monomorium*; possivelmente, a dilatação servisse para auxiliar o papo em sua função, que se encontraria comprimido no gáster pelo desenvolvimento dos ovaríolos (CAETANO, 1990). Com isso, a rainha e o macho em *Monomorium* não teriam apenas como função de efetuar atividades reprodutivas, mas poderiam inclusive coletar e armazenar alimento no papo. Exemplo desta possibilidade foi citado por Hölldobler e Wilson (1990), em que machos de *Camponotus* trocavam alimento com os demais membros da colônia.

Verificou-se que a membrana peritrófica era facilmente visualizada nas larvas e apresentando duas origens: epitélio do pró-ventrículo e pelas células de transição do pró-ventrículo com ventrículo. Além destas duas origens, Landim (2008) afirmou existir um terceiro local de formação, o ápice das células epiteliais do intestino médio. Apesar de não ter sido verificada esta terceira origem no presente estudo, ela não poderia ser descartada. Nos adultos, a presença da membrana peritrófica não

foi confirmada. Mas a sua presença não poderia ser descartada, pois a sua visualização seria difícil, podendo ser comum entre as formigas (CAETANO, 1990).

No ventrículo das larvas de abelhas, Landim (2008) descreveu a existência de quatro tipos celulares: principal (formato prismático e que apresentava função digestiva), regenerativa, filiforme (responsável pela síntese de uma parte da membrana peritrófica, estando localizada na transição entre o intestino anterior e médio) e endócrina. No presente estudo apenas as células principal e filiforme foram encontradas, mas não descartando a existência dos outros tipos. Além disso, Landim (2008) afirmou que existiam também quatro tipos de células no ventrículo de abelhas adultas: células prismáticas (ao redor da válvula cardíaca e a principal) e células basais (regenerativa e endócrina). Porém, Caetano et al. (2002) mencionou a existência de apenas dois tipos no ventrículo de formigas adultas: digestiva e generativa. No presente estudo apenas a célula prismática principal foi encontrada, que segundo Landim (2008) tem função digestiva e de absorção dos produtos da digestão, e constitui a maior parte do epitélio; a existência dos outros tipos também não pode ser descartada.

Caetano (1984, 1988) afirmou que o número de túbulos de Malpighi em formigas adultas variou entre as espécies e nos indivíduos da mesma espécie, isto é, entre as castas. Caetano (1988) encontrou também uma relação entre o tamanho do indivíduo adulto e no número de túbulos, com os indivíduos menores tendo menos túbulos. Segundo Landim (2008) o número de túbulos em abelhas era diferente entre as larvas e adultos da mesma espécie. Comparando estas informações com os resultados obtidos para as duas espécies de *Monomorium*, e entre as diferentes castas e idades, estas afirmações não se mostraram válidas, pois o número foi constante nas duas espécies, castas e idades. Interessante notar que Petralia e Vinson (1980) informaram que em larvas de formigas e abelhas apresentavam quatro túbulos de Malpighi. Entretanto, Landim (2008) afirmou que quatro túbulos seria o número mais freqüente entre as abelhas, podendo variar entre quatro e 12 túbulos. Em vista destas informações mais recentes para abelhas, o número de túbulos poderia também variar entre as larvas de formigas. Mas os nossos resultados validaram a literatura sobre a constância do número de túbulos em larvas de formigas.

Landim (2008) mencionou que em algumas abelhas do gênero *Melipona* existiu uma relação entre o tamanho do individuo adulto (operária) e o comprimento

dos túbulos de Malpighi: indivíduos maiores tinham túbulos mais longos. Esta relação poderia ser também aplicada nas duas espécies de *Monomorium*, onde os túbulos de Malpighi dos adultos de *M. pharaonis* foram maiores do que *M. floricola*. Além disso, Caetano (1984) mencionou que o número de túbulos era sempre um múltiplo de dois, e o número de seis túbulos sendo considerado uma característica plesiomórfica. Este fato condiz ao encontrado para *M. floricola*, mas não totalmente para *M. pharaonis*, na qual foram encontrados cinco túbulos em 10,0 % dos casos para machos e operárias. Pode ser que este número impar seria devido a uma anomalia do desenvolvimento. Entretanto, as fêmeas da abelha *Nannotrigona testaceicornis* Lepeletier possuíam 25 túbulos, apesar das outras espécies terem também um número par de túbulos (LANDIM, 2008).

Segundo Caetano (1988) o número de papilas retais em adultos de formigas era constante nas subfamílias, com Myrmicinae sendo caracterizada em apresentar três, número encontrado no presente estudo para as duas espécies de *Monomorium*. Nas larvas de formigas, Petralia e Vinson (1980) afirmaram que existiam três papilas, como também verificado. Entretanto, como apurado por Solis et al. (2009b) com *P. longicornis*, exceções poderiam existir e este número poderia variar em *Monomorium*.

6.6. Tolerância das operárias a diferentes temperaturas

Quando as operárias das três espécies de formigas domiciliares foram submetidas às temperaturas acima de 25,0 ºC, as operárias de *M. pharaonis* apresentaram uma maior tolerância quando comparado com *M. floricola* e *T. bicarinatum*. Nas temperaturas abaixo de 25,0 ºC não foi possível detectar o limite de tolerância. Hebling-Beraldo (1978) verificou com duas espécies nativas, que a TL_{50} após seis horas de exposição para *A. sexdens* era de 2,8 ºC e 36,3 ºC, e para *Atta laevigata* Smith era de 1,5 ºC e 37,5 ºC. Comparando estes limites de tolerância para as duas espécies nativas com as obtidas nas três espécies não nativas, as espécies invasoras apresentaram uma maior tolerância do que as espécies nativas. Um outro exemplo de espécie nativa do Brasil, mas invasora em outros paises, a formiga lava-pé *S. invicta* apresentou uma tolerância menor (TL_{50} de 43,5 ºC, após uma hora de exposição) em um estudo feito na China por Xu et al. (2009), quando comparado com as outras três espécies. As formigas domiciliares apresentam uma

distribuição mundial e sendo típicas de ambientes desequilibrados (PASSERA, 1994), e devido a isso, provavelmente possuiriam adaptações fisiológicas que permitiriam sobreviver em ambientes estressantes, onde espécies nativas não conseguiriam normalmente sobreviver.

Entretanto, Linksvayer e Janssen (2008) mencionaram que as espécies oportunistas eram mais tolerantes a ambientes perturbados e estressantes, mas não conseguiriam competir com as espécies de formigas consideradas como especialistas em temperaturas extremas. Neste caso, pode ser citado Walters e Mackay (2004), que compararam a tolerância para temperaturas altas entre uma espécie invasora (*L. humile*) com duas espécies nativas da Austrália (*Iridomyrmex rufoniger* Lowne e *Rhytidoponera convexa* Mayr). Estes autores verificaram que na temperatura de 50,0 ºC houve uma mortalidade de 100,0 % das operárias de *L. humile* após uma hora de exposição, enquanto que as outras duas espécies foram mais tolerantes: *R. convexa* teve uma mortalidade de 100,0 % após duas horas de exposição e *I. rufoniger* apresentou apenas uma mortalidade de 50,0 % após três horas de exposição (último tempo testado). Em um estudo similar, Holway et al. (2002) compararam *L. humile* com seis espécies nativas da Califórnia e também verificaram que *L. humile* era menos tolerante para temperatura elevadas (mortalidade total ocorreu a 46,0 ºC), após uma hora de exposição, quando comparadas com as espécies nativas (mortalidade total ocorreu acima de 52,0 ºC). Porém, Walters e Mackay (2004) sugeriram cautela na interpretação de seus resultados, pois eles afirmaram que as formigas poderiam modificar o seu comportamento em resposta às mudanças do ambiente, para evitar as situações extremas, e que a temperatura não deveria ser observada de maneira isolada dos outros fatores abióticos.

Cerda et al. (1998) estudaram a tolerância térmica em uma comunidade de formigas da Espanha, onde foram analisadas 13 espécies. Uma de suas conclusões revelou uma relação com o tamanho das operárias, em que nas espécies com operárias maiores apresentavam uma maior TL_{50}. Entretanto, esta relação não foi encontrada com a comparação da tolerância térmica nas três espécies de formigas domiciliares. As operárias de *T. bicarinatum* foram as menos tolerantes, mas tinham o maior tamanho entre as três espécies analisadas (vide seção 6.2.).

Francke et al. (1985) discutiram que nas formigas a tolerância para com diferentes temperaturas poderia ser influenciada pela idade das operárias, e as

condições de umidade, histórico térmico e ao regime alimentar que as colônias foram submetidas. Como as três espécies foram criadas sob as mesmas condições em laboratório e procurou-se utilizar operárias que estavam realizando atividades fora das colônias, consideradas as mais velhas da colônia, possivelmente as diferenças encontradas entre as espécies estariam estritamente vinculadas às suas respectivas tolerâncias de temperatura.

6.7. Fatores que poderiam interferir na fecundidade das rainhas virgens

A produção de ovos variou entre as configurações populacionais, revelando a necessária presença das operárias e a importância das larvas. Comparando as configurações que apresentavam o mesmo número de operárias, mas com uma redução crescente no número de larvas (G1, G2 e G3; a quantidade pareceu não ter sido importante) percebeu-se que a produção dos ovos diminuiu em aproximadamente sete vezes na ausência das larvas. Borgesen e Jensen (1995) estudando *M. pharaonis* também verificaram este fato, com as rainhas com apenas operárias (não repletas) produzindo 25,0 % ou menos do número de ovos, quando comparado com as rainhas que tiveram a disposição as larvas. Segundo estes autores, as operárias repletas em *M. pharaonis* seriam importantes, pois na ausência das larvas, as rainhas conseguiam manter por pouco tempo uma produção adequada de ovos, até a reserva alimentar armazenada no papo desaparecer nas repletas. Com isso, as larvas produziriam algo para as rainhas, que influenciaria na produção dos ovos. Por exemplo, as larvas de *M. pharaonis* (BORGESEN, 1989) e *S. invicta* (CASSILL; VINSON, 2007) secretaram líquidos que influenciavam na fecundidade das rainhas. No estudo de Borgesen (1989) verificou-se que estas secreções seriam provenientes principalmente das glândulas labiais, e também do ânus e ventrículo. Entretanto, Cassill e Vinson (2007) verificaram que estas secreções seriam apenas provenientes do ânus; mas, segundo esses autores, este assunto ainda não está completamente esclarecido.

O baixo percentual de eclosão das larvas dos ovos produzidos pelas rainhas de *M. floricola*, poderia ser explicado ao que foi mencionado por Hölldobler e Wilson (1990), a respeito da existência de dois tipos de ovos: os reprodutivos, que originariam todos os indivíduos da colônia; os tróficos, que serviriam como recurso alimentar para as rainhas, larvas e operárias. Por exemplo, as rainhas virgens de

Pheidole pallidula Nylander colocaram estes dois tipos de ovos, com os ovos tróficos sendo maiores em tamanho (PASSERA, 1978). Kato (2003) mediu 159 ovos provenientes de colônias com rainhas possivelmente acasaladas e verificou que a largura variou entre 0,15 mm e 0,18 mm, com o comprimento variando entre 0,26 mm e 0,34 mm. Estas medidas foram parecidas com as encontradas no presente estudo. Possivelmente, as rainhas virgens de *M. floricola* coloquem apenas ovos com um único tamanho e sejam em sua maioria tróficos.

A produção das formas reprodutoras (normais e anômalas) pareceu ser influenciada pela razão entre o número de operárias e larvas nas configurações populacionais analisadas. Nas razões maiores, 12 operárias para cada larva (G2) e seis operárias para cada larva (G1) houve a produção de rainhas e de uma maior quantidade de formas reprodutoras. Nas razões menores, três operárias para cada larva (G4) e 1,5 operárias para cada larva (G5) não houve a produção de rainhas e houve uma menor produção de machos e anômalos. Arcila et al. (2002) também verificaram este fato em colônias de *P. fulva* sem rainhas e sugeriram que a produção de rainhas era uma atividade de enorme investimento para as operárias, quando comparado com a produção de outras operárias.

Além disso, a produção de machos em todas as configurações populacionais com larvas estava relacionada ao fato das operárias saberem que a rainha presente não estava acasalada. Segundo Hölldobler e Wilson (1990) as rainhas acasaladas que estavam produzindo ovos inibiam as operárias por meio de ferormônios, impedindo que elas produzissem ovos ou gerassem novas rainhas nas colônias. Por este motivo, quando Eow et al. (2004) retiraram as rainhas de *M. floricola* e *M. pharaonis* das colônias, houve a produção de novas formas reprodutoras a partir da cria existente. Mesmo que uma rainha virgem estivesse presente, ela seria incapaz de impedir a produção de formas reprodutoras, como verificado por Edwards (1987) com *M. pharaonis*. E ainda segundo este autor, a habilidade da rainha de inibir a produção de outras formas reprodutoras estaria relacionada à sua fertilidade. Segundo Beekman (2004), os ovos das rainhas acasaladas eram recobertos por hidrocarbonetos cuticulares dessas rainhas, que seriam um sinal para a presença delas na colônia. Ainda segundo esta autora, os ovos colocados por operárias apresentavam hidrocarbonetos cuticulares de operárias, que eram diferentes, possibilitando que os seus ovos fossem destruídos na presença das rainhas, impedindo a produção de machos. Provavelmente, os ovos provenientes de rainhas

virgens sejam diferentes de ambos os casos, fazendo com que as operárias reconheçam que a rainha se encontrava virgem, permitindo a produção de machos para se acasalarem com ela.

Durantes as 15 semanas analisadas, algumas rainhas virgens foram mortas pelas operárias ou morreram naturalmente. Operárias matando algumas rainhas virgens, que estavam originalmente em ninhos sem rainhas, também foram relatadas em outras espécies, como em *L. humile* (PASSERA; ARON, 1993) e *S. invicta* (FLETCHER; BLUM, 1983). Passera e Aron (1993) verificaram que nas semanas que se seguiram após a perda das asas, as rainhas virgens de *L. humile* eram frequentemente observadas fora do ninho, com esse comportamento sendo associado ao aumento da agressividade pelas operárias. Algumas rainhas virgens de *M. floricola* também foram vistas fora do ninho, tentando evitá-lo.

As operárias de *M. floricola* não foram capazes de colocar ovos durante o período analisado, sugerindo que apenas as rainhas seriam capazes de colocá-los. A produção de ovos pelas operárias seria possível entre as formigas, com os ovos originando na maioria dos casos os machos, sendo que em Myrmicinae, a produção de ovos pelas operárias foi confirmada em 14 gêneros, não sendo mencionado o gênero *Monomorium* (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Oster e Wilson (1978) sugeriram que as operárias do gênero *Monomorium* (não mencionando as espécies e referências) não apresentavam ovários, com a produção dos machos sendo efetuada pelas rainhas. Além disso, estes autores afirmaram que o pequeno tamanho das operárias em *Monomorium*, teria um custo, que seria a perda dos ovários. De fato, ao dissecar o gáster das operárias de *M. floricola* os ovários estavam ausentes. Borgesen (1989) também verificou isto em *M. pharaonis*. Entretanto, operárias de outras espécies de *Monomorium* deveriam ser dissecadas para confirmar se isto seria a regra no gênero. Segundo Bolton (1987), as operárias do gênero podem ser pequenas (até 1,5 mm) ou apresentar um tamanho moderado (aproximadamente 8,0 mm).

As rainhas virgens e isoladas de *M. floricola* não foram capazes de colocar ovos e morreram antes do término do prazo do experimento. A não produção de ovos também foi relatada por Borgesen e Jensen (1995), quando as rainhas de *M. pharaonis* foram privadas das larvas e operárias. Entretanto, Peacock et al. (1955) afirmaram que as rainhas fecundadas e solitárias de *M. pharaonis* eram capazes de colocar ovos. Porém, como as operárias estavam ausentes, as larvas não

emergiram dos ovos, devido ao fato das rainhas serem incapazes de cuidar dos ovos. Estes autores acreditavam que as rainhas comiam os seus ovos. Possivelmente, este fato se deva por estas duas espécies serem formigas domiciliares. Neste grupo seria característico que a fundação de novas colônias seja feita pelo processo de sociotomia (PASSERA, 1994). E neste modo de fundação, que poderia envolver uma ou mais rainhas, as operárias acompanham a(s) rainha(s) para a nova colônia (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Desta maneira, em *M. pharaonis* as operárias seriam indispensáveis no estabelecimento de uma nova colônia (PEACOCK et al., 1955), bem como nas outras espécies deste grupo.

7. CONCLUSÃO

1. O comportamento das operárias, que realizavam atividades externas à colônia, foi analisado em *M. floricola* em cinco situações territoriais, ao encontrarem as outras três espécies de formigas urbanas, fornecendo importantes informações a respeito do repertório comportamental nessa espécie. Verificou-se que as operárias *M. floricola* apresentaram cinco tipos de comportamentos, que variaram em freqüência dependendo da espécie oponente e território.

2. A preferência das operárias de *M. floricola* por substâncias açucaradas foi marcante, com as operárias gastando um tempo maior na coleta de açucares mais concentrados, e as colônias preferiram alimentos em maior quantidade e mais próximas do ninho.

3. As larvas de *M. floricola* foram descritas de uma maneira mais abrangente, apoiada na determinação do número de ínstares larvais. Características gerais do gênero *Monomorium* foram confirmadas e observadas algumas características típicas da espécie, como: tipos de pêlos na cabeça e no corpo; número e tipos de pêlos na superfície anterior labro; número de sensilas na borda ventral do labro; número de dentes na mandíbula; e o número de sensilas nos palpos maxilar e labial.

Os adultos reprodutores foram descritos de maneira aprofundada, cujos caracteres serviram como base para a descrição das formas anômalas.

4. O choque térmico e as bactérias endosimbiontes (*Wolbachia* ou CFB) não foram considerados como causadores das anomalias encontradas em *M. floricola*.

5. O trato digestório foi descrito e comparado entre duas espécies do gênero *Monomorium* sob microscopia óptica e eletrônica de varredura. Verificou-se que o gênero apresentou certas particularidades, como os espinhos no papo dos adultos, e um número não variável de túbulos de Malpighi e papilas retais entre as castas, idades e espécies. A análise sob microscopia eletrônica de transmissão forneceu poucos dados, por problemas ocorridos durante a preparação do material.

6. As operárias de *M. pharaonis* se mostraram mais tolerantes à alta temperatura do que as de *M. floricola* e *T. bicarinatum*. Com relação às temperaturas mais baixas, não foi possível obter os valores de tolerância pelas limitações do equipamento.

7. Tanto as operárias como as larvas influenciaram na postura de ovos de rainhas virgens de *M. floricola*. Os agrupamentos com rainhas que apresentavam tanto as larvas como as operárias produziram mais ovos, enquanto que nos agrupamentos com apenas operárias ou rainhas não produziram ovos.

Monomorium floricola é uma espécie de formiga cosmopolita, que causa incômodos em residências e podendo atuar como vetor mecânico de microorganismos patogênicos em ambientes hospitalares. Apesar desta importância, existem poucos estudos com esta espécie. Espera-se que o conhecimento produzido no presente estudo possa ser utilizado para aperfeiçoar as metodologias de manejo, evitando-se os impactos negativos tanto na saúde humana bem como ao meio ambiente, e também, servir como incentivo para novas investigações com esta espécie de formiga domiciliar.

8. REFERÊNCIAS

AGOSTI, D.; JOHNSON, N. F. **Antbase.** 2008. Disponível em: <http://antbase.org>. Acesso em: 14 fev. 2011.

ALBUQUERQUE, D. M.; MOLINA, R. M.; BUENO, O. C; CINTRA, P. Atratividade de substâncias gordurosas e açucaradas para *Monomorium pharaonis* (Hymenoptera: Formicidae). In: Congresso Nacional sobre Pragas e Vetores em Ambiente Urbano, 1., 2002, São Paulo. **O Biológico**. São Paulo: Instituto Biológico de São Paulo, 2002. p. 116.

ALCOCK, J. **Animal behavior: an evolutionary approach**. Sunderland: Sinauer Associates, 2005. 564p.

ALDER, P.; SILVERMAN, J. Effects of interspecific competition between two urban ant species, *Linepithema humile* and *Monomorium minimum*, on toxic bait performance. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 98, p. 493-501, 2005.

ALVARES, L. E.; BUENO, O. C.; FOWLER, H. G. Larval instars and immature development of a Brazilian population of pharaoh's ant, *Monomorium pharaonis* (L.) (Hym., Formicidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 116, p. 90-93, 1993.

ANTONIALLI JUNIOR, W. F.; GIANNOTTI, E. Immature stages of workers of *Ectatomma edentatum* Roger, 1863 (Hymenoptera: Formicidae). **Revista Brasileira de Zoociências**, Juiz de Fora, v. 2, n. 2, p. 105-113, 2000.

ARCILA, A. M.; GÓMEZ, L. A.; ULLOA-CHACON, P. Immature development and colony growth of crazy ant *Paratrechina fulva* under laboratory conditions (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, Chico, v. 39, p. 307-321, 2002.

ARCILA, A. M.; ULLOA-CHACON, P.; GÓMEZ, L. A. Factors that influence individual fecundity of queens and queen production in crazy ant *Paratrechina fulva* (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, Chico, v. 39, p. 323-334, 2002.

ASTRUC, C.; MALOSSE, C.; ERRARD, C. Lack of intraspecific aggression in the ant *Tetramorium bicarinatum*: a chemical hypothesis. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 27, p. 1229-1248, 2001.

ATHIAS-HENRIOT, C. Recherches sur les larves de quelques fourmis d'Algérie. **Bulletin Biologique de la France et de la Belgique**, Paris, v. 81, p. 247-272, 1947.

BAER, B. The copulation biology of ants (Hymenoptera: Formicidae). **Myrmecological News**, Vienna, v. 14, p. 55-68, 2011.

BARROS, R. A. M. **Ocorrência, comportamento e vetoração de fungos por formigas no hospital da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais.** 2006. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, Zoologia) – Instituto de Ciências Biológicas e Geociências, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.

BARATTE, S.; COBB, M.; DEUTSCH, J.; PEETERS, C. Morphological variations in the pre-imaginal development of the ponerine ant *Diacamma ceylonense*. **Acta Zoologica**, Stockholm, v. 86, p. 25-31, 2005.

BARONI-URBANI, C.; NIELSEN, M. G. Energetics and foraging behaviour of the European seed harvesting ant *Messor capitatus*. II. Do ants optimize their harvesting? **Physiological Entomology**, Oxford, v. 15, p. 449-461, 1990.

BEATSON, S. H. Pharoah's ants as pathogen vectors in hospitals. **The Lancet**, London, v. 299, p. 425-427, 1972.

BEEKMAN, M. Is her majesty at home? **Trends in Ecology & Evolution**, Amsterdam, v.19, p. 505-506, 2004.

BENOIS, A. Évolution du couvain et cycle annuel de *Camponotus vagus* Scop (=*pubescens* Fabr.) (Hymenoptera, Formicidae) dans la région d'Antibes. **Annales de Zoologie Écologie Animale**, Paris, v. 4, p. 325-351, 1972.

BERNDT, K. P.; EICHLER, W. Die Pharaoameise*, Monomorium pharaonis* (L.) (Hym., Myrmicidae). **Mitteilungen aus den Zoologischen Museum in Berlin**, Berlin, v. 63, p. 3-186, 1987.

BERNDT, K. P.; KREMER, G. Heat shock-induced gynandromorphism in the pharaoh's ant, *Monomorium pharaonis* (L.). **Experientia**, Basel, v. 38, p. 798-799, 1982.

BERNDT, K. P.; KREMER, G. Die Larvenmorphologie der Pharaoameise *Monomorium pharaonis* (L.) (Hymenoptera, Formicidae). **Zoologischer Anzeiger**, Jena, v. 216, p. 305-320, 1986.

BHATKAR, A. P. Mating success in *Monomorium minimum* (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, Manhattan, v. 65, p. 244-250, 1992.

BICHO, C. L.; BRANCÃO, M. L. C.; PIRES, S. M. Mirmecofauna (Hymenoptera: Formicidae) em hospitais e postos de saúde no Município de Bagé, RS. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 74, p. 373-377, 2007.

BOLTON, B. A. review of the *Solenopsis* genus-group and revision of Afrotropical *Monomorium* Mayr (Hymenoptera: Formicidae). **Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology**, London, v. 54, p. 263-452, 1987.

BOLTON, B. **Identification guide to the ant genera of the world**. Cambridge: Harvard University Press, 1994. 222 p.

BOLTON, B.; ALPERT, G.; WARD, P. S.; NASKRECKI, P. **Bolton Catalogue of Ants of the World: 1758-2005**. Cambridge: Harvard University Press, 2006. 1 CD.

BONSER, R.; WRIGHT, P. J.; BAMENT, S.; CHUKWU, U. O. Optimal patch use by foraging workers of *Lasius fuliginosus*, *L. niger* and *Myrmica ruginodis*. **Ecological Entomology**, London, v. 23, p. 15-21, 1998.

BORGESEN, L. W. A new aspect of the role of larvae in the pharaoh's ant society (*Monomorium pharaonis* (L.) Formicidae, Myrmicinae): producer of fecundity-increasing substances to the queen. **Insectes Sociaux**, Paris, v. 36, p. 313-327, 1989.

BORGESEN, L. W. Nutritional function of replete workers in the pharaoh's ant, *Monomorium pharaonis* (L.). **Insectes Sociaux**, Paris, v. 47, p. 141-146, 2000.

BORGESEN, L. W.; JENSEN P. V. Influence of larvae and workers on egg production of queens of the pharaoh's ant, *Monomorium pharaonis* (L.). **Insectes Sociaux**, Paris, v. 42, p. 103-112, 1995.

BOURTZIS, K.; MILLER, T. A. **Insect Symbiosis**. Boca Raton: CRC Press, 2003. 353 p.

BRANDÃO, C. R. F. Família Formicidae. In: BRANDÃO, C. R. F.; CANCELLO, E. M. (Eds.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Síntese do conhecimento ao final do século XX - Invertebrados Terrestres**. São Paulo: FAPESP, 1999. Cap. 21, p. 213-223.

BRUDER, K. W.; GUPTA, A. P. Biology of pavement ant, *Tetramorium caespitum* (Hymenoptera: Formicidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 65, p. 358-367, 1972.

BUENO, O. C.; CAMPOS-FARINHA, A. E. C. As formigas domésticas. In: MARICONI, F. A. M. (Ed.). **Insetos e outros invasores de residências**. Piracicaba: FEALQ, 1999. Cap. 6, p. 135-180.

BUENO, O. C.; ROSSINI, S. A. Número de instares larvais em *Camponotus rufipes* (Fabricius, 1775) (Hymenoptera, Formicidae). In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 38., 1986, Belo Horizonte, **Ciência & Cultura**. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 1986. p. 1009-1010.

CAETANO, F. H. Morfologia comparada do trato digestivo de formigas da subfamília Myrmicinae (Hymenoptera: Formicidae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v. 35, n. 23, p. 257-305, 1984.

CAETANO, F. H. Anatomia, histologia e histoquímica do sistema digestivo e excretor de operárias de formigas (Hymenoptera: Formicidae). **Naturalia**, São Paulo, v. 13, p. 129-174, 1988.

CAETANO, F. H. Morphology of the digestive tract and associated excretory organs of ants. In: MEER, R. K. V.; JAFFE, K.; CEDENO, A. (Ed.). **Applied Myrmecology – A world perspective.** San Francisco: Westview Press, 1990. Cap. 11, p. 119-129.

CAETANO, F. H.; BUTION, M. L.; ZARA, F.J. First report of endocytobionts in the digestive tract of ponerine ants. **Micron**, New York, v. 40, n. 2, p. 194-197, 2009.

CAETANO, F. H.; JAFFE, K.; ZARA, F.J. **Formigas: biologia e anatomia**. Araras: Gráfica e Editora Topázio, 2002. 131 p.

CAMPOS, A. E. C.; KATO, L. M.; ZARZUELA, M. F. M. Occurrence of different gynandromorphs and ergatandromorphs in laboratory colonies of the urban ant, *Monomorium floricola*. **Journal of Insect Science**, Madison, v. 11, n. 17, p. 1-10, 2011.

CAMPOS, M. C. G. **Comportamentos de competição entre formigas urbanas frente a uma fonte de alimento.** 2004. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, Zoologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro.

CAMPOS-FARINHA, A. E. C.; BUENO, O. C.; CAMPOS, M. C. G.; KATO, L. M. As formigas urbanas no Brasil: Retrospecto. **O Biológico**, São Paulo, v. 64, n. 2, p. 129-133, 2002.

CASEVITZ-WEULERSSE, J. Les larves de *Crematogaster* (*Acrocoelia*) *scutellaris* (Olivier) (Hym. Formicidae). **Bulletin de la Société Entomologique de France**, Paris, v. 88, p. 258-267, 1983.

CASSILL, D. L.; VINSON, S. B. Effects of larval secretions on queen fecundity in the fire ant. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 100, p. 327-332, 2007.

CASSILL, D. L.; VO, K.; BECKER, B. Young fire ant workers feign death and survive aggressive neighbors. **Naturwissenschaften**, Berlin, v. 95, p. 617-624, 2008.

CERDÁ, X.; RETANA, J.; CROS, S. Critical thermal limits in Mediterranean ant species: trade-off between mortality risk and foraging performance. **Functional Ecology**, Oxford, v. 12, p. 45-55, 1998.

CHAPMAN, R. F. **The Insects: Structure and Function.** 4. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. 770 p.

CHONG, K. F.; LEE, C. Y. Food preferences and foraging activity of field populations of a pest ant, *Tapinoma indicum* (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, Chico, v. 48, n. 3, p. 875-883, 2006.

CINTRA, P. **Formigas em ambientes hospitalares: associação com bactérias (patogênicas e endosimbiontes) e modelo de controle.** 2006. 100 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, Zoologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro.

CLARK, M. E. Wolbachia Symbiosis in Arthropods. In: HOERAUF, A.; RAO, R. U. (Ed.). **Wolbachia: A Bug's Life in another Bug.** Basel: Karger, 2007. Cap. 7, p. 90-123.

CLAUSEN, R. Untersuchungen über den männlichen Copulationsapparat der Ameisen, speziell der Formicinae. **Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft**, Zürich, v. 17, p. 233-246, 1938.

COLOMBEL, P. Étude biométrique du couvain et des adultes d' *Odontomachus haematodes* (Hym. Form. Poneridae). **Annales de la Faculté des Sciences, Universite Fédérale du Cameroun**, Yaounde, v. 6, p. 53-71, 1971.

CORNELIUS, M. L.; GRACE, J. K.; YATES, J.R. Acceptability of different sugars and oils to three tropical ant species (Hymen., Formicidae). **Anzeiger für Schädlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz**, Berlin, v. 69, p. 41-43, 1996.

CRAWLEY, W. C. A gynandromorph of *Monomorium floricola*, Jerd. **Entomologist's Record and Journal of Variation**, West Wickham, v. 32, p. 217-218, 1920.

CZECHOWSKI, W.; RADCHENKO, A.; SLIPINSKI, P. An unusual worker morph of *Myrmica rugulosa* Nyl. (Hymenoptera: Formicidae). **North-Western Journal of Zoology**, Oradea, v. 4, n. 1, p. 42-49, 2008.

DARTIGUES, D.; PASSERA, L. Polymorphisme larvaire et chronologie de l'apparition des castes femelles chez *Camponotus aethiops* Latreille (Hymenoptera, Formicidae). **Bulletin de la Société Zoologique de France**, Paris, v. 104, p. 197-207, 1979.

DELABIE, J. H. C.; NASCIMENTO, I. C.; PACHECO, P.; CASIMIRO, A. B. Community structure of house-infesting ants (Hymenoptera: Formicidae) in southern Bahia, Brazil. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 78, n. 2, p. 264-270, 1995.

DELAGE-DARCHEN, B. Le polymorphisme larvaire chez les fourmis *Nematocrema* d'Afrique. **Insectes Sociaux**, Paris, v. 19, p. 259-277, 1972.

DELAGE-DARCHEN, B. Les stades larvaires de *Crematogaster* (*Sphaerocrema*) *striatula* Fourmi forestière d'Afrique (Hym. Formicidae). **Annales de la Société Entomologique de France**, Paris, v. 14, p. 293-299, 1978.

DEVIGNE, C.; DETRAIN, C. Effet de la distance sur le recrutement alimentaire chez la fourmi *Lasius niger*. **Actes des Colloques Insectes Sociaux**, Paris, v. 12, p. 79-85, 1999.

EDWARDS, J. P. The biology, economic importance, and control of the pharaoh's ant, *Monomorium pharaonis* (L.). In: Vinson, S. B. (Ed.). **Economic impact and control of social insects**. New York: Praeger Publishers, 1986. Cap. 0, p. 257-271.

EDWARDS, J. P. Caste regulation in the pharaoh's ant *Monomorium pharaonis*: the influence of queens on the production of new sexual forms. **Physiological Entomology**, Oxford, v. 12, p. 31-39, 1987.

EDWARDS, J. P.; ABRAHAM, L. Changes in food selection by workers of the pharaoh's ant, *Monomorium pharaonis*. **Medical and Veterinary Entomology**, Oxford, v. 4, p. 205-211, 1990.

EDWARDS, J. P. Caste regulation in the pharaoh's ant *Monomorium pharaonis*: recognition and cannibalism of sexual brood by workers. **Physiological Entomology**, Oxford, v. 16, p. 263-271, 1991.

EOW, A. G. H.; CHONG, A. S. C.; LEE, C. Y. Colonial growth dynamics of tropical urban pest ants, *Monomorium pharaonis*, *M. floricola* and *M. destructor* (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, Chico, v. 44, n. 2, p. 365-377, 2004.

EOW, A. G. H.; CHONG, A. S. C.; LEE, C. Y. Effects of nutritional starvation and satiation on feeding responses of tropical pest ants, *Monomorium* spp. (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, Chico, v. 45, n. 1, p. 15-29, 2005.

EOW, A. G. H.; LEE, C. Y. Comparative nutritional preferences of tropical pest ants, *Monomorium pharaonis*, *Monomorium floricola* and *Monomorium destructor* (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, Chico, v. 49, n. 3, p. 165-186, 2007.

FERNÁNDEZ, F.; SHARKEY, M. J. **Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical**. Bogotá: Sociedad Colombiana de Entomologia y Universidad Nacional de Colombia, 2006. 893p.

FERREIRA, F. P.; SOARES, S. A.; ANTONIALLI JUNIOR, W. F. Communities of ants (Hymenoptera: Formicidae) in two hospitals of Ponta Porã, MS, Brazil. **Sociobiology**, Chico, v. 51, p. 783-794, 2008.

FLANDERS, S. E. The bisexuality of uniparental Hymenoptera, a function of the environment. **The American Naturalist**, Chicago, v. 79, p. 122-141, 1945.

FLETCHER, D. J. C.; BLUM M. S. The inhibitory pheromone of queen fire ants: effects of disinhibition on dealation and oviposition by virgin queens. **Journal of Comparative Physiology A. Sensory Neural and Behavioral Physiology**, XXXX, v. 153, p. 467-475, 1983.

FOREL, A. Formicides de l'Antille St. Vincent, récoltées par Mons. H. H. Smith. **Transactions of the Entomological Society of London**, London, v. 1893, p. 333-418, 1893.

FOWLER, H. G.; ALVES, L. E.; BUENO, O. C. Reproductive strategies of the exotic Pharaoh's ant, *Monomorium pharaonis* (L.) (Hymenoptera: Formicidae) in Brazil. **Invertebrate Reproduction & Development**, Rehovot, v. 23, p. 235-238, 1993a.

FOWLER, H. G.; BUENO, O. C.; SADATSUNE, T.; MONTELLI, A. C. Ants as potencial vectors of pathogens in hospitals in the state of Sao Paulo, Brazil. **Insect Science and Its Application**, Elmsford, v. 14, n. 3, p. 367-370, 1993b.

FOWLER, H. G.; FORTI, L. C.; BRANDÃO, C. R. F.; DELABIE, J. C.; VASCONCELOS, H. L. Ecologia nutricional de formigas. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas.** São Paulo: Manole, 1991. Cap. 5, p. 131-223.

FOX, E. G. P.; SOLIS, D. R.; JESUS, C. M.; BUENO, O. C.; YABUKI, A. T.; ROSSI, M. L. On the immature stages of the crazy ant *Paratrechina longicornis* (Latreille 1802) (Hymenoptera: Formicidae). **Zootaxa**, Auckland, v. 1503, p. 1-11, 2007.

FRANCKE, O. F.; POTTS, L. R.; COKENDOLPHER, J. C. Heat tolerances of four species of fire ants (Hymenoptera: Formicidae: *Solenopsis*). **Southwestern Naturalist**, Lubbock, v. 30, p. 59-68, 1985.

GAMANILOV, P. N.; KIPYATKOV, V. E. Seasonal cycle of development and annual brood production in the ant, *Myrmica scabrinodis* Nyl. (Hymenoptera, Formicidae), in the environs of St. Petersburg. **Vestnik Zoologii**, Kyiv, v. 34, p. 55-64, 2000.

GIBBONS, L.; SIMBERLOFF, D. Interaction of hybrid imported fire ants (*Solenopsis invicta* x *S. richteri*) with native ants at baits in Southeastern Tennessee. **Southeastern Naturalist**, Steuben, v. 4, p. 303-320, 2005.

GLUNN, F. J.; HOWARD, D. F.; TSCHINKEL, W. R. Food preference in colonies of the fire ant *Solenopsis invicta*. **Insectes Sociaux**, Paris, v. 28, p. 217-222, 1981.

HAACK, K. D.; VINSON, S. B. Foraging of Pharaoh ants *Monomorium pharaonis* (L.) (Hymenoptera: Formicidae) in the laboratory. In: MEER, R. K. V.; JAFFE, K.; CEDENO, A. (Ed.). **Applied Myrmecology – A world perspective**. San Francisco: Westview Press, 1990. Cap. 41, p. 452-460.

HAACK, K. D.; VINSON, S. B.; OLSON, J. K. Food distribution and storage in colonies of *Monomorium pharaonis* (L.) (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Entomological Science**, Tifton, v. 30, p. 70-81, 1995.

HAMMERSTEIN, P.; PARKER, G. A. The asymmetric war of attrition. **Journal of Theoretical Biology**, London, v. 96, p. 647-682, 1982.

HEBLING BERALDO, M. J. A. Tolerância às variações de temperatura, em operárias de saúvas. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 38, p. 195-199, 1978.

HÖLLDOBLER, B. Territoriality in ants. **Proceedings of the American Philosophical Society**, Philadelphia, v. 123, p. 211-218, 1979.

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

HOLWAY, D. A.; SUAREZ, A. V.; CASE, T. J. Role of abiotic factors in governing susceptibility to invasion: A test with Argentine ants. **Ecology**, Tempe, v. 83, p. 1610-1619, 2002.

ICHINOSE, K. Annual life cycle of *Paratrechina flavipes* (Hymenoptera, Formicidae) in the Tomakomai Experiment Forest, southern Hokkaido. **Kontyu**, Tokyo, v. 54, p. 9-20, 1987.

ITOW, T.; TASUGI, A.; SAITO, C. The number of larval instars in the queenless ant, *Pristomyrmex pungens*. **Bulletin of the Faculty of Education Shizuoka University Natural Sciences Series**, Shizuoka, v. 37, p. 13-19, 1986.

JACOB, L. **Seleção de ingredientes ativos para o controle de formigas urbanas.** 2002. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, Zoologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro.

JESUS, C. M. **Utilização de alimentos contendo substâncias lipídicas e açucaradas por formigas urbanas.** 2006. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, Zoologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro.

JESUS, C. M; BUENO, O. C. Ghost-ant: Postembryonic development of the worker caste of *Tapinoma melanocephalum* (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, Chico, v. 50, p. 583-597, 2007.

JESUS, C. M.; FOX, E. G. P.; SOLIS, D. R.; YABUKI, A.; ROSSI, M. L.; BUENO, O. C. Description of the larvae of *Tapinoma melanocephalum* (Hymenoptera: Formicidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 93, n. 2, p. 243-247, 2010.

JOSENS, R. B.; FARINA, W. M.; ROCES, F. Nectar feeding by the ant *Camponotus mus*: intake rate and crop filling as a function of sucrose concentration. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 44, p. 579-585, 1998.

KABASHIMA, J. N.; GREENBERG, L.; RUST, M. K.; PAINE, T. D. Aggressive interactions between *Solenopsis invicta* and *Linepithema humile* (Hymenoptera: Formicidae) under laboratory conditions. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 100, p. 148-154, 2007.

KAMURA, K. M.; MORINI, M. S. C.; FIGUEIREDO, C. J.; BUENO, O. C.; CAMPOS-FARINHA, A. E. C. Ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in an urban ecosystem near the Atlantic rainforest. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 67, p. 631-637, 2007.

KATO, L. M. ***Monomorium floricola*** **(Hymenoptera: formicidae): ínstares larvais, razão sexual de reprodutores e aspectos que influenciam seu**

desenvolvimento. 2003. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, Zoologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro.

KLOFT, W. J.; BUSCHINGER, A.; HUPPERICH, K. Larvale anlage von Flügelimaginalscheiben bei Normal- und Pygmäen-Arbeiterinnen der Wegameise *Lasius niger* (Hymenoptera: Formicidae). **Entomologia Generalis**, Stuttgart, v. 19, p. 9-13, 1994.

KLOTZ, J.; HANSEN, L.; POSPISCHIL, R.; RUST, M. **Urban ants of North America and Europe: Identification, biology, and Management**. Ithaca: Cornell University Press, 2008. 196 p.

KORIBA, O. Colony founding of a female of *Brachyponera chinensis* (Emery) in the observation cage (Hymenoptera, Formicidae). **Kontyu**, Tokyo, v. 31, p. 285-289, 1963.

LACAU, L. S. R. **Bioecologia comparada de duas espécies de *Cyphomyrmex* Mayr (Formicidae: Myrmicinae).** 2006. 295 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, Zoologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquista Filho", Rio Claro.

LACAU, L. S. R.; VILLEMANT, C.; BUENO, O. C.; DELABIE, J. H. C.; LACAU, S. Morphology of the eggs and larvae of *Cyphomyrmex transversus* Emery (Formicidae: Myrmicinae: Attini) and a note on the relationship with its symbiotic fungus. **Zootaxa**, Auckland, v. 1923, p. 37-54, 2008.

LANDIM, C. C. **Abelhas: Morfologia e função de sistemas**. São Paulo: Editora UNESP, 2009. 408 p.

LEE, C. Y.; LEE, L. C. Field and laboratory evaluation of a boron-based containerized dual bait formulation against the Pharaoh ant, *Monomorium pharaonis* (L.) (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, Chico, v. 40, p. 655-665, 2002.

LEE, C. Y.; LEE, L. C.; NA, J. P. S.; LOKE, P. Y.; LIM, K. T.; TEO, E. H. H. Evaluation of methoprene granular baits against foraging Pharaoh ant, *Monomorium pharaonis* (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, Chico, v. 41, p. 717-723, 2003.

LE MOLI, F.; MORI, A.; PARMIGIANI, S. Interspecific aggression between *Formica rufa* L. and *Formica cunicularia* Latr. (Hymenoptera Formicidae). **Atti della Società**

Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civile di Storia Naturale, Milano**,** v. 124, p. 29-37, 1983.

LE MOLI, F.; MORI, A.; PARMIGIANI, S. Studies on interspecific aggression among red wood ant species. *Formica rufa* L. vs *Formica lugubris* Zett. (Hymenoptera Formicidae). **Monitore Zoologico Italiano**, Firenze, v. 18, p. 41-51, 1984.

LE MOLI, F.; PARMIGIANI S. Laboratory and Field Observations of Attack by the Red Wood Ant *Formica lugubris* Zett. on *Formica cunicularia* Latr. (Hymenoptera: Formicidae). **Aggressive Behavior**, New York, v. 7, p. 341-350, 1981.

LIM, S. P.; CHONG, K. K. K.; CHONG, A. S. C.; LEE, C. Y. Dietary influence on larval storage proteins of the Pharaoh's ant, *Monomorium pharaonis* (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, Chico, v. 46, n. 3, p. 505-514, 2005.

LIM, S. P.; LEE, C. Y. Brood arrangement and food distribution among larvae under different colony conditions in the Pharaoh's ant, *Monomorium pharaonis* (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, Chico, v. 46, n. 3, p. 491-503, 2005a.

LIM, S. P.; LEE, C. Y. Effects of juvenile hormone analogs on new reproductives and colony growth of Pharaoh ant (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 98, n. 6, p. 2169-2175, 2005b.

LINKSVAYER, T. A.; JANSSEN, M. A. Traits underlying the capacity of ant colonies to adapt to disturbance and stress regimes. **Systems Research and Behavioral Science**, Chichester, v. 26, p. 315-329, 2009.

LOKE, P. Y.; LEE, C. Y. Effects of colony compositions and food type on foraging behavior of *Monomorium orientale* (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, Chico, v. 46, n. 3, p. 595-602, 2005.

LOKE, P. Y.; LEE, C. Y. Effects of colony composition and food type on nutrient distribution in colonies of *Monomorium orientale* (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Economic Entomology,** Lanham, v. 99, n. 1, p. 129-133, 2006a.

LOKE, P. Y.; LEE, C. Y. Influence of colony caste composition, food nutritional content and satiation on the food preference of a tropical pest ant, *Monomorium orientale* (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, Chico, v. 47, n. 1, p. 5-18, 2006b.

MASUKO, K. The instars of the ant *Amblyopone silvestrii* (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, Chico, v. 17, p. 221-244, 1990.

MASON, W. R. M.; HUBER, J. T.; FERNÁNDEZ, F. El orden Hymenoptera. In: FERNÁNDEZ, F.; SHARKEY, M. J. (Ed.). **Introducción a los Hymenoptera de la región Neotropical.** Bogotá: Editora Guadalupe, 2006. Cap. 1, p. 1-6.

MASUKO, K. The instars of the ant *Amblyopone silvestrii* (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, Chico, v. 17, p. 221-244, 1990.

MEIER, 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.** San Francisco: Wetsview Press, 1994. Cap. 4, p. 44-62.

MOREIRA, D. D. O.; MORAIS, V.; VIEIRA-DA-MOTTA, O.; CAMPOS-FARINHA, A. E. C.; TONHASCA, A. Ants as carriers of antibiotic-resistant bacteria in hospitals. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, p. 999-1006, 2005.

NARITA, S.; PEREIRA, R. A. S.; KJELLBERG, F.; KAGEYAMA, D. Gynandromorphs and intersexes: potential to understand the mechanism of sex determination in arthropods. **Terrestrial Arthropod Reviews**, Leiden, v. 3, p. 63-96, 2010.

NONDILLO, A.; SOLIS, D. R.; FOX, E. G. P.; ROSSI, M. L.; BOTTON, M.; BUENO, O. C. Description of the Immatures of Workers of the Ant *Linepithema micans* Forel (Hymenoptera: Formicidae). **Microscopy Research and Technique**, New York, v. 74, 2011. No Prelo.

OGATA, K.; TERAYAMA, M. **Japanese Ant Image Database: *Monomorium***. 2003. Disponível em: <http://ant.edb.miyakyo-u.ac.jp/E/Taxo/F411--.html>. Acesso em: 29 ago. 2010.

OLIVEIRA, M. F.; CAMPOS-FARINHA, A. E. C. Formigas urbanas do município de Maringá, PR, e suas implicações. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 72, p. 33-39, 2005.

O'NEAL, J.; MARKIN, G. P. The larval instars of the imported fire ant, *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, Manhattan, v. 48, p. 141-151, 1975.

ONO, S. Effect of juvenile hormone on the caste determination in the *ant Pheidole fervida* Smith (Hymenoptera: Formicidae). **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 17, p. 1-7, 1982.

ONOYAMA, K. Immature stage of the harvester ant *Messor aciculatus* (Hymenoptera, Formicidae). **Kontyu**, Tokyo, v. 50, p. 324-329, 1982.

OSTER, G. F.; WILSON, E. O. **Caste and ecology in the social insects**. Princeton: Princeton University Press, 1978. 352 p.

PASSERA, L. Les stades larvaires de la caste ouvrière chez la fourmi *Plagiolepis pygmaea* Latr. (Hyménoptère, Formicidae). **Bulletin de la Société Zoologique de France**, Paris, v. 93, p. 357-365, 1968.

PASSERA, L. Differenciation des soldats chez la fourmi *Pheidole pallidula* Nyl. (Formicidae, Myrmicinae). **Insectes Sociaux**, Paris, v. 21, p. 71-86, 1974.

PASSERA, L. Une nouvelle categorie d'oeufs alimentaires: les oeufs alimentaires emis par les reines vierges de *Pheidole pallidula* (Nyl.) (Formicide, Myrmicinae). **Insectes Sociaux**, Paris, v. 25, p. 117-126, 1978.

PASSERA, L. Characteristic of tramp species. In: WILLIAMS, D. F. (Ed.). **Exotic ants: Biology, impact and control of introduced species.** San Francisco: Wetsview Press, 1994. Cap. 3, p. 23-43.

PASSERA, L.; ARON, S. Factors controlling dealation and egg laying in virgin queens of the Argentine ant *Linepithema humile* (Mayr) (=*Iridomyrmex humilis*). **Psyche**, Cambridge, v. 100, p. 51-63, 1993.

PAUL, J.; ROCES, F. Fluid intake rates in ants correlate with feeding habit. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 49, p. 347-357, 2003.

PEACOCK, A. D. Studies in Pharaoh's ant, *Monomorium pharaonis* (L.). 4. Egg-production. **Entomologists' Monthly Magazine**, Oxford, v. 86, p. 294-298, 1950.

PEACOCK, A. D. Studies in Pharaoh's ant, *Monomorium pharaonis* (L.). (5). Pupal and adult sex ratios. **Entomologists' Monthly Magazine**, Oxford, v. 87, p. 185-191, 1951.

PEACOCK, A. D.; BAXTER, A. T. Studies in Pharaoh's ant, *Monomorium pharaonis* (L.), 3. Life history. **Entomologists' Monthly Magazine**, Oxford, v. 86, p. 171-178, 1950.

PEACOCK, A. D.; SUDD, J. H.; BAXTER, A. T. Studies in Pharaoh's ant, *Monomorium pharaonis* (L.). 11. Colony foundation. **Entomologists' Monthly Magazine**, Oxford, v. 91, p. 125-129, 1955.

PEARSON, B.; RAYBOULD A. F. The effects of antibiotics on the development of larvae and the possible role of bacterial load in caste determination and diapause in *Myrmica rubra* (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, Chico, v. 31, p. 77-90, 1998.

PETERSEN-BRAUN, M. Untersuchungen zur sozialen Organisation der Pharaoameise *Monomorium pharaonis* (L.) (Hymenoptera, Formicidae). I. Der Brutzyklus und seine Steuerung durch populationseigene Faktoren. **Insectes Sociaux**, Paris, v. 22, p. 269-291, 1975.

PETERSEN-BRAUN, M. Untersuchungen zur sozialen Organisation der Pharaoameise *Monomorium pharaonis* L. (Hymenoptera, Formicidae). II. Die Kastendeterminierung. **Insectes Sociaux**, Paris, v. 24, p. 303-318, 1977.

PETERSEN-BRAUN, M.; BUSCHINGER, A. Entstehung und Funktion eines thorakalen Kropfes bei Formiciden-Königinnen. **Insectes Sociaux**, Paris, v. 22, p. 51-66, 1975.

PETRALIA, R. S.; VINSON, S. B. Developmental morphology of larvae and eggs of the imported fire ant, *Solenopsis invicta*. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 72, p. 472-484, 1978.

PETRALIA, R. S.; VINSON, S. B. Internal anatomy of the fourth instar larva of the imported fire ant, *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae). **International Journal of Insect Morphology and Embryology**, Oxford, v. 9, p. 89-106, 1980.

PITTS, J. P.; MCHUGH, J. V.; ROSS, K. G. Cladistic analysis of the fire ants of the *Solenopsis saevissima* species-group (Hymenoptera: Formicidae). **Zoologica Scripta**, Stockholm, v. 34, p. 493-505, 2005.

PYKE, G. H.; PULLIAM, H. R.; CHARNOV, E. L. Optimal foraging: a selective review of theory and tests. **The Quarterly Review of Biology**, New York, v. 52, n. 2, p. 137-154, 1977.

RABELING, C.; BROWN, J. M.; VERHAAGH, M. Newly discovered sister lineage sheds light on early ant evolution. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 105, p. 14913-14917, 2008.

RAMOS-ELORDUY, J.; GONZÁLEZ, E. A.; HERNÁNDEZ, A. R.; PINO, J. M. Use of Tenebrio molitor (Coleoptera: Tenebrionidae) to recycle organic wastes and as feed for Broiler Chickens. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 95, n. 1, p. 214-220, 2002.

RAVARY, F.; JAISSON, P. The reproductive cycle of thelytokous colonies of *Cerapachys biroi* Forel (Formicidae, Cerapachyinae). **Insectes Sociaux**, Paris, v. 49, p. 114-119, 2002.

RIBEIRO, F. M. **Avaliação da dispersão e do impacto de *Linepithema humile* (Hymenoptera: Formicidae) sobre a comunidade de formigas em área antrópica no município de Limeira-SP.** 2005. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, Zoologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro.

ROGER, J. Die neu aufgeführten Gattungen und Arten meines Formiciden-Verzeichnisses nebst Ergänzung einiger früher gegebenen Beschreibungen**.** **Berliner Entomologische Zeitschrift**, Berlin, v. 7, p. 131-214, 1863.

SAMESHIMA, S.; MIURA, T.; MATSUMOTO, T. Wing disc development during caste differentiation in the ant *Pheidole megacephala* (Hymenoptera: Formicidae). **Evolution & Development**, Malden, v. 6, p. 336-341, 2004.

SCUPOLA, A. Un caso di ginandromorfismo in *Myrmica* Latr. (Hymenoptera Formicidae). **Bollettino della Società Entomologica Italiana**, Genova, v. 125, n. 3, p. 252-254, 1994.

SELLENSCHLO, U. Braunrote Blütenameise, *Monomorium floricola* (Jerdon, 1851) (Hym., Myrmicidae) erstmalig nach Deutschland eingeschleppt. **Anzeiger für Schädlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz**, Berlin, v. 64, p. 111-115, 1991.

SELLENSCHLO, U. Erfahrungen mit der Hälterung der braunroten Blütenameise *Monomorium floricola* (Jerdon, 1851) (Hym., Myrmicidae) und Beschreibung der Männchen. **Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie**, Darmstadt, v. 9, p. 343-345, 1994.

SHATTUCK, S.; BARNETT, N. **Ants Down Under: *Monomorium***. 2010. Disponível em: <http://anic.ento.csiro.au/ants/biota_details.aspx?BiotaID=38662>. Acesso em: 29 ago. 2010.

SILVA, E. D.; BICUDO, J. E. A.; BUENO, O. C.; CAMPOS-FARINHA, A. E. C. Preferência alimentar de *Monomorium pharaonis* e *Tapinoma melanocephalum* (Hymenoptera: Formicidae) por diferentes iscas atrativas, não tóxicas, em condições de laboratório. In: Reunião Anual do Instituto Biológico, 13., 2000, São Paulo. **Arquivos do Instituto Biológico**. São Paulo: Instituto Biológico, 2000. p. 137.

SILVA, E. J. E.; LOECK, A. E. Ocorrência de formigas domiciliares (Hymenoptera: Formicidae) em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 5, n. 3, p. 220-224, 1999.

SILVA, T. F.; SOLIS, D. R.; MORETTI, T. C.; SILVA, A. C.; HABIB, M. E. E. M. House-infesting ants (Hymenoptera: Formicidae) in a municipality of Southeastern Brazil. **Sociobiology**, Chico, v. 54, p. 153-159, 2009.

SMITH, F. Preliminary notice of new species of Hymenoptera, Diptera, and Forficulidae collected in the island of Rodriguez by the naturalists accompanying the Transit-of-Venus expedition. **Annals and Magazine of Natural History**, London, v. 4, n. 17, p. 447-451, 1876.

SOANS, A. B.; SOANS, J. S. Observations on the mating behaviour in the ant *Monomorium gracillimum* Smith (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of the Bombay Natural History Society**, Bombay, v. 67, p. 350-351, 1970.

SOARES, N. S.; ALMEIDA, L. O.; GONÇALVES, C. A.; MARCOLINO, M. T.; BONETTI, A. M. Levantamento da diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na região urbana de Uberlândia, MG. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, p. 324-328, 2006.

SOLIS, D. R. **Biologia da formiga invasora *Paratrechina longicornis* Latreille (Hymenoptera, Formicidae).** 2006. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, Zoologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro.

SOLIS, D. R.; BUENO, O. C.; MORETTI, T. C. Immature development in the tramp species ant *Paratrechina longicornis* Latreille (Hymenoptera, Formicidae). **Sociobiology**, Chico, v. 50, n. 2, p. 499-511, 2007a.

SOLIS, D. R.; BUENO, O. C.; MORETTI, T. C. Attractiveness of Different Sweet and Fatty Substances to Three Neotropical Tramp Ant Species (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, Chico, v. 51, n. 1, p. 49-63, 2007b.

SOLIS, D. R.; BUENO, O. C.; MORETTI, T. C. Preferência alimentar da formiga urbana *Camponotus vittatus* Forel (Hymenoptera: Formicidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, p. 745-749, 2009a.

SOLIS, D. R.; CAETANO, F. H.; YABUKI, A. T.; MORETTI, T. C.; BUENO, O. C. Ultramorphology of the digestive tract of *Paratrechina longicornis* (Latreille, 1802) (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, Chico, v. 53, n. 1, p. 51-59, 2009b.

SOLIS, D. R.; FOX, E. G. P.; ROSSI, M. L.; BUENO, O. C. Description of the immatures of workers of the weaver ant, *Camponotus textor* (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, Chico, v. 54, n. 2, p. 541-560, 2009c.

SOLIS, D. R.; FOX, E. G. P.; ROSSI, M. L.; BUENO, O. C. Description of the immatures of *Linepithema humile* Mayr (Hymenoptera: Formicidae). **Biological Research**, Santiago de Chile, v. 43, p. 19-30, 2010a.

SOLIS, D. R.; FOX, E. G. P.; ROSSI, M. L.; MORETTI, T. C.; BUENO, O. C. Description of the immatures of workers of the ant *Camponotus vittatus* (Hymenoptera: Formicidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 93, n. 2, p. 265-276, 2010b.

SOLIS, D. R.; NAKANO, M. A.; FOX, E. G. P.; ROSSI, M. L.; FEITOSA, R. M.; BUENO, O. C.; MORINI, M. S. C. Description of the immatures of *Myrmelachista catharinae* (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Insect Science**, Madison, v. 11, n. 24, p. 1-9, 2011.

STITZ, H. The Norwegian zoological expedition to the Galapagos Islands 1925, conducted by Alf Wollebaek. V. Formicidae. **Nytt Magasin for Naturvidenskapene**, Oslo, v. 71, p. 367-372, 1932.

STOUTHAMER, R.; MAK, F. Influence of antibiotics on the offspring production of the *Wolbachia*-infected parthenogenetic parasitoid *Encarsia formosa*. **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v. 80, p. 41-45, 2002.

TAYLOR, F. Foraging behavior of ants: Experiments with two species of Myrmicine ants. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, New York, v. 2, p. 147-167, 1977.

TAYLOR, F. Foraging behavior of ants: Theoretical considerations. **Journal of Theoretical Biology**, London, v. 71, p. 541-565, 1978.

TOHMÉ, H.; TOHMÉ, G. Description des castes d' *Acantholepis frauenfeldi*, Mayr et des differents stades larvaires (Hymenoptera, Formicoidea: Formicinae). **Bulletin de la Société Entomologique d'Egypte**, Le Caire, v. 59, p. 131-142, 1975.

TOHMÉ, H.; TOHMÉ, G. Contribution à l'étude systématique et biologique de *Acantholepis syriaca* André (Hymenoptera, Formicidae, Formicinae). **Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle Section A Zoologie, Biologia et Écologie Animales**, Paris, v. 4, p. 517-524, 1980.

TOHMÉ, H.; TOHMÉ, G. Contribution à l'étude systématique et biologique de *Bothriomyrmex syrius* (Forel), Formicoidea, Dolichoderinae [Hym.]. **Bulletin de la Société Entomologique de France**, Paris, v. 86, p. 97-103, 1981.

TORREGROSSA, J. P.; FEBVAY, G.; KERMARREC, A. Larval instars of the worker caste in the attine ant, *Acromyrmex octospinosus* (Hymenoptera: Formicidae). **Colemania**, Bangalore, v. 1, p. 141-147, 1982.

ULLOA-CHACON, P.; CHERIX, D. Quelques aspects de la biologie de *Wasmannia auropunctata* (Roger) (Hymenoptera, Formicidae). **Actes des Colloques Insectes Sociaux**, Paris, v. 4, p. 177-184, 1988.

VALENTINI, S. Sur l'adaptations des larves de Formicoidea. **Annales des Sciences Naturelles, Zoologie**, Paris, v. 13, p. 249-276, 1951.

VIEIRA, A. S.; ANTONIALLI JUNIOR, W. F.; FERNANDES, W. D.; TOFOLO, V. C.; GIANNOTTI, E. Description of the immature and adult stages of *Ectatomma vizotti* (Formicidae: Ectatomminae). **Sociobiology**, Chico, v. 53, p. 27-38, 2009.

VINSON, S. B.; THOMPSON, J. L.; GREEN, H. B. Phagostimulants for the imported fire ant, *Solenopsis saevissima* var. *richteri*. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 13, p. 1729-1736, 1967.

WALLIS, D. I. Behaviour patterns of the ant, *Formica fusca*. **Animal Behaviour**, London, v. 10, p. 105-111, 1962.

WALTERS, A. C.; MACKAY D. A. Comparisons of upper thermal tolerances between the invasive Argentine ant (Hymenoptera: Formicidae) and two native Australian ant

species. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 97, p. 971-975, 2004.

WEEKS, A. R.; MAREC, F.; BREEUWER, J. A. J. A mite species that consists entirely of haploid females. **Science**, Washington, v. 292, p. 2479-2482, 2001.

WENSELEERS, T.; ITO, F.; VAN BORM, S.; HUYBRECHTS, R.; VOLCKAERT, F.; BILLEN, J. Widespread occurrence of the micro-organism *Wolbachia* in ants. **Proceedings of the Royal Society of London (Series B, Biological sciences)**, London, v. 265, p. 1447-1452, 1998.

WHEELER, D. E.; NIJHOUT, H. F. Imaginal wing discs in larvae of the soldier caste of *Pheidole bicarinata vinelandica* Forel (Hymenoptera: Formicidae**). International Journal of Insect Morphology and Embryology**, Oxford, v. 10, p. 131-139, 1981.

WHEELER, G. C.; WHEELER, J. The ant larvae of the subfamily Formicinae. Part II. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 46, p. 175-217, 1953a.

WHEELER, G. C.; WHEELER, J. The ant larvae of the Myrmicine tribe Pheidologetini. **Psyche**, Cambridge, v. 60, p. 129-147, 1953b.

WHEELER, G. C.; WHEELER, J. The ant larvae of the myrmicine tribe Pheidolini (Hymenoptera, Formicidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, Washington, v. 55, p. 49-84, 1953c.

WHEELER, G. C.; WHEELER, J. The ant larvae of the Myrmicine tribe Solenopsidini. **American Midland Naturalist**, Notre Dame, v. 54, p. 119-141, 1955.

WHEELER, G. C.; WHEELER, J. The ant larvae of the subfamily Myrmicinae. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 53, p. 98-110, 1960.

WHEELER, G. C.; WHEELER, J. Ant larvae: review and synthesis. **Memoirs of the Entomological Society of Washington**, Washington, v. 7, p. 1-108, 1976.

WHEELER, G. C.; WHEELER, J. The larva of *Dinoponera* (Hymenoptera: Formicidae: Ponerinae). **Psyche**, Cambridge, v. 92, p. 387-391, 1985.

WHEELER, G. C.; WHEELER, J. Supplementary studies on ant larvae: Formicinae (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of the New York Entomological Society**, Lawrence, v. 94, p. 331-341, 1986a.

WHEELER, G. C.; WHEELER, J. Ten-year supplement to Ant larvae: Review and synthesis. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, Washington, v. 88, p. 684-702, 1986b.

WHEELER, G. C.; WHEELER, J. Young larvae of *Eciton* (Hymenoptera: Formicidae: Dorylinae). **Psyche**, Cambridge, v. 93, p. 341-349, 1986c.

WHEELER, G. C.; WHEELER, J. Young larvae of *Veromessor pergandei* (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). **Psyche**, Cambridge, v. 94, p. 303-307. 1987.

WHEELER, G. C.; WHEELER, J. Larvae of the formicine ant genus *Polyrhachis*. **Transactions of the American Entomological Society**, Philadelphia, v. 116, p. 753-767, 1990a.

WHEELER, G. C.; WHEELER, J. Notes on ant larvae. **Transactions of the American Entomological Society**, Philadelphia, v. 115, p. 457-473, 1990b.

WHEELER, G. C.; WHEELER, J. Instars of three ant species. **Psyche**, Cambridge, v. 98, p. 89-99, 1991.

WHEELER, W. M. The ants of the Bahamas, with a list of the known West Indian species. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, New York, v. 21, p. 79-135, 1905.

WHEELER, W. M. A study of some ant larvae, with a consideration of the origin and meaning of the social habit among insects. **Proceedings of the American Philosophical Society**, Philadelphia, v. 57, p. 293-343, 1918.

WILLIAMS, D.F. Effects of fenoxycarb baits on laboratory colonies of the Pharaoh's ant, *Monomorium pharaonis*. In: MEER, R.K.V.; JAFFE, K.; CEDENO, A. (Ed.). **Applied Myrmecology – A world perspective.** San Francisco: Westview Press, 1990. Cap. 63, p. 676-683.

WILSON, E. O.; HÖLLDOBLER, B. Sex differences in cooperative silk-spinning by weaver ant larvae. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 77, p. 2343-2347, 1980.

XU, Y. J.; LU, Y. Y.; PAN, Z. P.; ZENG, L.; LIANG, G. Heat tolerance of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) in mainland China. **Sociobiology**, Chico, v. 54, n. 1, p. 115-126, 2009.

YOSHIZAWA, J.; MIMORI, K.; YAMAUCHI, K.; TSUCHIDA, K. Sex mosaics in a male dimorphic ant *Cardiocondyla kagutsuchi*. **Naturwissenschaften**, Berlin, v. 96, p. 49-55, 2009.

ZARA, F. J.; CAETANO, F. H. Number of larval instars of the ant *Pachycondyla* (=*Neoponera*) *villosa* (Formicidae: Ponerinae) determined by the rule of Dyar. **Sociobiology**, Chico, v. 37, n. 3b, p. 679-686, 2001.

ZARZUELA, M. F. M. **Controle químico de *Monomorium floricola* (Hymenoptera: Formicidae) por meio de produtos microencapsulados.** 2005. 49 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, Zoologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro.

ZARZUELA, M. F. M. **Isolamento de entomopatógenos em colônias de formigas invasoras e sua aplicação para o controle.** 2010. 114 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, Zoologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro.

ZARZUELA, M. F. M.; RIBEIRO, M. C. C.; CAMPOS-FARINHA, A. E. C. Distribuição de formigas urbanas em um hospital da região sudeste do Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 69, n. 1, p. 85-87, 2002.

ZCHORI-FEIN, E.; GOTTLIEB, Y.; KELLY, S. E.; BROWN, J. K.; WILSON, J. M.; KARR, T. L.; HUNTER, M. S. A newly discovered bacterium associated with parthenogenesis and a change in host selection behavior in parasitoid wasps. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 98, n. 22, p. 12555-12560, 2001.

ZHOU, W.; ROUSSET, F.; O’NEIL, S. Phylogeny and PCR-based classification of *Wolbachia* strains using wsp gene sequences. **Proceedings of the Royal Society of London (Series B, Biological sciences)**, London, v. 265, p. 509-515, 1998.

ZIENTZ, E.; BEYAERT, I.; GROSS, R.; FELDHAAR, H. Relevance of the Endosymbiosis of *Blochmannia floridanus* and carpenter ants at different stages of the life cycle of the host. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 72, p. 6027-6033, 2006.