



**BIANCA DE PAULA VALÉRIO**

**ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DE ÁCAROS PREDADORES E/OU  
FORÉTICOS ASSOCIADOS À MOSCAS EM AVIÁRIOS E  
TOXICIDADE DE INSETICIDAS A ESSES ORGANISMOS**

**LAVRAS-MG  
2022**

**BIANCA DE PAULA VALÉRIO**

**ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DE ÁCAROS PREDADORES E/OU  
FORÉTICOS ASSOCIADOS À MOSCAS EM AVIÁRIOS E  
TOXICIDADE DE INSETICIDAS A ESSES ORGANISMOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, área de concentração Entomologia, para obtenção do título de Mestre.

Prof. Dra. Livia Maria Silva Ataíde

Orientador

Prof. Dr. Khalid Haddi

Coorientador

Dr. Leopoldo Ferreira de Oliveira Bernardi

Coorientador

**LAVRAS-MG  
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Valério, Bianca de Paula.

Abundância e riqueza de ácaros predadores e/ou foréticos associados à moscas em aviários e toxicidade de inseticidas a esses organismos / Bianca de Paula Valério. - 2022.

59 p.: il.

Orientador(a): Livia Maria Silva Ataíde.

Coorientador(a): Khalid Haddi, Leopoldo Ferreira de Oliveira Bernardi.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2022.

Bibliografia.

1. Mosca doméstica. 2. Manejo Integrado de Pragas. 3. Ácaros. I. Ataíde, Livia Maria Silva. II. Haddi, Khalid. III. Bernardi, Leopoldo Ferreira de Oliveira. IV. Título.

**BIANCA DE PAULA VALÉRIO**

**ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DE ÁCAROS PREDADORES E/OU FORÉTICOS  
ASSOCIADOS À MOSCAS EM AVIÁRIOS E TOXICIDADE DE INSETICIDAS A  
ESSES ORGANISMOS**

**ABUNDANCE AND RICHNESS OF PREDATORS AND/OR FORETIC MITES  
ASSOCIATED WITH FLIES IN AVIARY AND TOXICITY OF INSECTICIDES TO  
THESE ORGANISMS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, área de concentração Entomologia, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 08 de fevereiro de 2022

Prof. Dra. Lívia Maria Silva Ataíde      UFLA  
Prof. Dr. Stephan Malfitano Carvalho      UFLA  
Prof. Dra. Letícia Henrique de Azevedo      UNESP

Prof. Dra. Lívia Maria Silva Ataíde  
Orientador

Prof. Dr. Khalid Haddi  
Coorientador

Dr. Leopoldo Ferreira de Oliveira Bernardi  
Coorientador

**LAVRAS-MG  
2022**

Aos meus pais, Vilmar e Tina.

Ao meu noivo Elias.

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por todo amor e esforço para que eu pudesse escolher ser quem eu quisesse.

Ao meu noivo Elias, por me apoiar, me consolar quando o desânimo batia e me auxiliar seja nas caronas para realizar meus experimentos, quanto para me socorrer com minhas dificuldades no computador.

À minha orientadora Livia por toda ajuda, conhecimento e parceria.

Aos meus coorientadores Leopoldo e Khalid pelos conselhos e apoio.

Ao professor Geraldo pelo conhecimento e auxílio.

Ao professor Stephan por todo auxílio, para que eu pudesse dar continuidade aos trabalhos iniciados pelo professor César “*in memoriam*”.

Às minhas parceiras de laboratório Rocio e Ariane, por dividir as responsabilidades de laboratório neste mestrado e pelas conversas.

À Universidade Federal de Lavras, e em especialmente ao Departamento de Entomologia e ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia, pela oportunidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), pela concessão da bolsa de Mestrado.

Aos professores do Departamento de Entomologia por todo conhecimento.

Às técnicas de laboratório Léia e Elaine por todo apoio e assistência.

À Granja São Jorge e ao Sr. Galeno por permitirem que realizasse experimentos em seu estabelecimento e em sua casa respectivamente.

Aos meus amigos do Departamento de Entomologia, pelas conversas animadas e pelos desabafos, vocês fizeram um mestrado realizado em plena pandemia ser um pouco mais leve.

Aos meus amigos fora da universidade por todo apoio.

Aos meus filhos de quatro patas Antônio, Nairóbi e Logan “*in memória*”, por toda proteção, companhia e pelo amor mais puro que eu poderia receber nessa vida.

Aos filmes e séries assistidos que, não me deixaram enlouquecer.

À todas as pessoas aqui não mencionadas mais que, de alguma forma me ajudaram nesse processo do mestrado.

Obrigada!

“A ciência nunca resolve um problema sem criar pelo menos outros dez”.  
(George Bernard Shaw)

## RESUMO

A *Musca domestica* Linnaeus, 1758, mais conhecida como mosca doméstica é a espécie de mosca de maior importância sanitária, possuindo distribuição geográfica mundial. Esta causa inúmeros problemas desde lugares como centros urbanos, como em ambientes destinados a agricultura e pecuária. Em aviários, a *M. domestica* se destaca como inseto praga uma vez que, utiliza como substrato ideal para o seu desenvolvimento as fezes das aves. Dentre os meios de controle utilizados em aviários os principais são, o controle cultural com a remoção de dejetos e limpeza do local, o controle biológico com a manutenção e inserção de organismos que atuam reduzindo a população da mosca e o controle químico com a utilização de compostos químicos sendo este o mais tradicional. Contudo, para que ocorra um controle efetivo da mosca, se fazem necessários estudos sobre o manejo integrado da praga onde os métodos de controle já realizados, consigam ser utilizados da melhor forma. Pois sabe-se que a utilização de forma errônea do controle químico, por exemplo, que é o mais utilizado além de causar resistência no inseto praga, causa efeitos deletérios sobre os inimigos naturais. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi compreender os efeitos da exposição de compostos químicos frequentemente utilizados em aviários no controle da mosca doméstica e em potenciais inimigos naturais desta, os ácaros predadores e/ou foréticos. Os experimentos foram realizados em campo e no Laboratório de Entomologia Molecular e Ecotoxicologia e no Laboratório de Ecotoxicologia e Manejo Integrado de Pragas, ambos do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (DEN-UFLA). Os experimentos do capítulo um, ocorreram nas localidades de dois aviários, um com histórico de aplicações de inseticidas (localizado no município de Nepomuceno, MG) e o segundo aviário sem histórico de aplicações (localizado no município de Lavras, MG). O objetivo desse estudo foi avaliar a riqueza e abundância de ácaros predadores e/ou foréticos nesses dois aviários, i.e, com e sem histórico de aplicações de inseticidas. Verificamos que a abundância relativa de *M. domestica* e de ácaros predadores e/ou foréticos foi significativamente menor no aviário com histórico de inseticidas além de que, a riqueza de ácaros predadores e/ou foréticos também foi fortemente afetada. As populações de moscas utilizadas no capítulo dois, vieram das duas localidades citadas acima e foi também incluída uma terceira localidade que não possui histórico de aplicações de inseticidas (localizada no Campus UFLA, Lavras), como população controle. Nesse estudo foi avaliado se os inseticidas utilizados no controle de *M. domestica* em aviários, interferem negativamente na população de uma espécie de ácaro predador da família Macrochelidae, *Macrocheles merdarius* que é uma espécie promissora no controle desse inseto praga. Observamos que a maioria dos inseticidas testados não só interferiram negativamente na população do inimigo natural mas, agiram de formas bem diferentes nas três populações distintas de *M. domestica* testadas. Recomenda-se que, inseticidas seletivos sejam utilizados no controle da *M. domestica* e que testes sejam feitos para compreender como a população do inseto praga reage a estes compostos químicos e sejam utilizados em sinergia com as populações de inimigos naturais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mosca doméstica, manejo integrado de pragas, ácaros, controle biológico, controle químico.

## ABSTRACT

The *Musca domestica* Linnaeus, 1758, better known as housefly, is the fly species of greatest sanitary importance, with worldwide geographic distribution and being an endophilic species. This causes numerous problems from places such as urban centers, as in environments destined for agriculture and livestock. In aviaries, *M. domestica* stands out as a pest insect since it uses bird feces as an ideal substrate for its development. Among the means of control that occur in aviaries, the main ones are cultural control with removal of waste and cleaning of the place, biological control with maintenance and insertion of organisms that act to reduce the population of the fly and chemical control with the use of chemical compounds. This being the most traditional. However, for an effective control of the fly to occur, studies on the integrated management of the pest are necessary where the control methods already carried out can be used in the best way. This is because it is already known that the wrong use, for example, of chemical control, which is the most used, in addition to causing resistance in the insect pest, causes deleterious effects on natural enemies. Thus, the objective of this work was to understand the effects of exposure to chemical compounds frequently used in aviaries to control houseflies and their potential natural enemies, predatory mites and/or symbionts. The experiments of chapter one took place in the locations of two aviaries, one with a history of insecticide applications (located in the city of Nepomuceno, MG) and the second aviary without a history of applications (located in the city of Lavras, MG). The populations of flies used in chapter two came from the two locations mentioned in chapter one and a third location that has no history of insecticide applications (located on Campus UFLA, Lavras), the mite species used in chapter two was collected in the aviary without history of insecticide applications (located in the city of Lavras, MG). The experiments of the second chapter were carried out at the Laboratory of Molecular Entomology and Ecotoxicology and at the Laboratory of Ecotoxicology and Integrated Pest Management, both at the Department of Entomology at the Federal University of Lavras (DEN-UFLA). In the study to evaluate the richness and abundance of predatory mites and/or symbionts in two different aviaries with and without a history of insecticide applications, it was found that the relative abundance of *M. domestica* and predatory mites and/or symbionts is negatively affected when it occurs insecticide applications in addition to that, the richness of predatory mites and/or symbionts is also strongly affected. In the study to evaluate whether the insecticides used to control *M. domestica* in aviaries, interfere negatively in the population of a predatory mite species of the Macrochelidae family that is a potential controller of the insect pest, it was found that most of the insecticides tested not only interfered negatively in the population of the natural enemy, but they acted in very different ways in the three different populations of *M. domestica* tested. It is recommended at the end of this study that selective insecticides be used to control *M. domestica* but that, as long as tests are carried out to understand how the population of the insect pest in which we are dealing reacts to these chemical compounds and that they are also insecticides that cause the least possible damage and are used in synergy with populations of natural enemies.

**KEYWORDS:** Housefly, integrated pest management, mites, biological control, chemical control.

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

<b>Tabela 1:</b> Moscas encontradas nos aviários com e sem histórico de inseticidas e os ácaros aderidos à estas .....	26
--	----

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

<b>Figura 01:</b> Imagem ilustrativa de quatro armadilhas pan-traps.....	24
--	----

### CAPÍTULO 2

<b>Figura 01:</b> Efeitos letais dos inseticidas Agita, Colosso e Deltamax sob o desenvolvimento de <i>M. domestica</i> População UFLA .....	44
<b>Figura 02:</b> Efeitos letais dos inseticidas Agita, Colosso e Deltamax sob o desenvolvimento de <i>M. domestica</i> População GSJ .....	44
<b>Figura 03:</b> Efeitos letais dos inseticidas Agita, Colosso e Deltamax sob o desenvolvimento de <i>M. domestica</i> População SA.....	45
<b>Figura 04:</b> Efeitos letais dos inseticidas Agita, Colosso e Deltamax sob <i>Macrocheles merdarius</i> .....	46
<b>Figura 05 a:</b> Efeitos dos inseticidas Agita, Colosso e Deltamax sob pupas de <i>M. domestica</i> População UFLA.....	47
<b>Figura 05 b:</b> Efeitos dos inseticidas Agita, Colosso e Deltamax sob o peso de pupas (g) de <i>M. domestica</i> População UFLA.....	47
<b>Figura 06 a:</b> Efeitos dos inseticidas Agita, Colosso e Deltamax sob pupas de <i>M. domestica</i> População GSJ.....	48
<b>Figura 06 b:</b> Efeitos dos inseticidas Agita, Colosso e Deltamax sob o peso de pupas (g) de <i>M. domestica</i> População GSJ .....	48
<b>Figura 07 a:</b> Efeitos dos inseticidas Agita, Colosso e Deltamax sob pupas de <i>M. domestica</i> População SA .....	49
<b>Figura 07 b:</b> Efeitos dos inseticidas Agita, Colosso e Deltamax sob o peso de pupas (g) de <i>M. domestica</i> População SA .....	49

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>13</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>16</b>
	<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>19</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
2.1	Locais das coletas .....	23
2.2	Amostragens e identificação de moscas e ácaros .....	23
2.3	Análises estatísticas .....	24
<b>3</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>25</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>27</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>30</b>
	<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>35</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>37</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>39</b>
2.1	Localização de coletas e experimentos .....	39
2.2	Criação <i>Musca domestica</i> .....	39
2.3	Criação <i>Macrocheles merdarius</i> .....	40
2.4	Experimentos .....	41
2.5	Análises estatísticas .....	42
<b>3</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>50</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>54</b>
	<b>CONCLUSÃO GERAL.....</b>	<b>59</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A *Musca domestica* Linnaeus, 1758, é uma espécie de mosca de grande interesse sanitário, devido ao fato de ser uma espécie sinantrópica e endofílica, com alto poder reprodutivo e alta capacidade de desenvolvimento nos mais diferentes tipos de substratos (NEVES et al., 2001). Além de ser uma espécie que causa incômodos nos mais variados ambientes, como naqueles onde existe grande circulação de pessoas (hospitais, mercados de alimentos, centros de alimentação e restaurantes) (AWACHE & FAROUK, 2016; KHAMESIPOUR et al., 2018), além de ambientes pecuários (fazendas de criação de gados e aves) (AWACHE & FAROUK, 2016; KHAMESIPOUR et al., 2018).

Em locais de criação animal, ocorrem enormes proliferações de populações de moscas, como exemplo, em aviários de postura comercial pois, o acúmulo de esterco devido à elevada densidade populacional das aves, serve de substrato ideal para o desenvolvimento e proliferação das moscas, principalmente a mosca doméstica, que é um dos principais vetores de doenças para os seres humanos mas, também para aves (GEDEN & HOGSETTE, 2001). Além das inúmeras doenças, outros problemas causados por grandes populações dessa mosca em aviários são representados pelo incômodo causado aos animais e trabalhadores, além da dispersão destas para áreas adjacentes. A presença excessiva de *M. domestica* em aviários, frequentemente causa diminuição na qualidade dos ovos e deixa manchas nos equipamentos utilizados (PAIVA, 2000). É importante também salientar que todos esses problemas ocasionados pelas moscas em aviários podem impedir a certificação de sanidade da empresa por órgãos fiscalizadores, como pode ser visto na Instrução Normativa Brasileira de nº 56, de 4 de dezembro de 2007 e no Circular nº 004 de 01 de outubro de 2009.

Por todas essas razões, é necessário que haja uma busca constante por métodos de controle eficientes de moscas. Dentre os métodos mais utilizados, pode-se citar o controle cultural com a eliminação dos locais de reprodução e desenvolvimento da mosca, por meio do manejo correto do lixo e de dejetos (REY, 2001). O controle químico, que consiste na aplicação de compostos químicos, sendo um dos pilares do manejo de dípteros em granjas (MARCHIORI et al., 2001), possuindo uma variedade de produtos que podem funcionar de diferentes formas, como no sistema nervoso do inseto (piretróide, organofosforado, neonicotinoide e carbamato); sistema endócrino (reguladores de crescimento) e que podem ter diferentes modos de aplicação, como em forma tópica, armadilhas, iscas e fumigação (MALIK et al., 2007). E por fim, o controle biológico, que consiste na introdução e/ou manutenção de inimigos naturais que atuam como agentes controladores de uma determinada

praga. Por exemplo, o controle biológico de moscas pode ser feito estimulando a manutenção e o desenvolvimento de uma população heterogênea de predadores, entomopatógenos e parasitas no esterco de aves (AXTELL, 1986). Já foi observado que, as larvas de segundo e terceiro ínstar de *Hydrotaea capensis* (Wiedemann, 1818) (Diptera: Muscidae) são predadores vorazes de larvas de *M. domestica*, podendo se alimentar de até 17 larvas de moscas por dia (TSANKOVA & LUVCHIEV, 1993). As granjas de aves abrigam várias espécies de parasitoides de dípteros da ordem Hymenoptera, que também podem ser utilizados como controladores biológicos (AXTELL, 1999). MARCHIORI et al., (2002) em seu trabalho viu que a espécie *Hemencyrtus herbertii* Ashmead, 1900 (Hymenoptera: Encyrtidae) foi capaz de parasitar 38,4% de pupas de mosca domésticas. Outro organismo com potencial de controle de dípteros imaturos são os pseudoescorpiões, que frequentemente são encontrados em granjas nas fezes das galinhas (PINTO et al., 2005).

Contudo, dentre os inúmeros potenciais controladores de mosca, este trabalho terá enfoque nos ácaros. Os ácaros pertencem ao filo Arthropoda, subfilo Chelicerata, classe Arachnida e ordem Mesostigmata e compreendem o segundo maior grupo de artrópodes, depois dos insetos (WALTER & PROCTOR, 1999). Muitos ácaros, principalmente os da família Macrochelidae, possuem em sua dieta ovos e larvas de moscas que vivem em excrementos ou em carcaças de animais em decomposição, incluindo em fezes de aves de postura comercial (GERSON et al., 2003; BRAIG & PEROTTI, 2009; LINDQUIST et al., 2009). PEREIRA & CASTRO (1945) foram os primeiros a relatar ácaros da família Macrochelidae se alimentando de ovos e dos primeiros estágios de desenvolvimento de larvas de mosca doméstica e GEDEN et al., (1990), destaca que a espécie *Macrocheles muscaedomesticae* Scopoli, 1772 é um dos mais importantes predadores de imaturos de moscas em esterco de aves de postura. Alguns estudos com ênfase em controle biológico da mosca doméstica por esses ácaros predadores foram realizados porém, pouco se sabe sobre a biologia e o potencial como agentes de controle da grande maioria das espécies de macrochelídeos. Salienta-se que, as espécies já identificadas podem ser úteis como agentes de controle biológico de organismos que passam toda ou parte de suas vidas em substratos, como no caso das moscas que passam parte de suas vidas em matéria orgânica (AZEVEDO et al., 2015).

Como dito anteriormente, o controle químico é um dos pilares do manejo de moscas domésticas porém, o uso de inseticidas de forma não estratégica acaba gerando mais problemas pois, a maioria dos produtos químicos aplicados para a redução das moscas, podem causar também a destruição de outros artrópodes benéficos que atuam como inimigos naturais

das suas formas jovens (BRUNO, 1991), incluindo a redução dos ácaros predadores (AXTELL, 1986; AXTELL & ARENDS 1990; MATTOS, 1992). Sendo assim, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de compreender o efeito de compostos químicos utilizados no controle de *M. domestica* em ácaros predadores e/ou foréticos que possuem potencial no controle dessa espécie praga. Foram testadas as seguintes hipóteses: (i) em um aviário onde existe histórico de exposição à inseticidas para o controle de *M. domestica*, ocorre uma menor abundância e diversidade de ácaros predadores e/ou foréticos quando comparado à um aviário que não possui histórico de exposição à inseticidas; (ii) dentre os grupos de inseticidas mais comumente utilizados no controle de *M. domestica* é possível selecionar o(s) que podem atuar de forma sinérgica com o controle biológico, i.e. que causem menos efeitos negativos em ácaros predadores com potencial de controle de moscas domésticas. Com isso, no presente estudo, almejou-se criar um programa de manejo integrado de moscas domésticas em aviários mais eficiente, reduzindo as populações do inseto praga e mantendo as populações de inimigos naturais destas, os ácaros predadores.

## REFERÊNCIAS

- AWACHE, I., & FAROUK, A. A. (2016). Bacteria and fungi associated with houseflies collected from cafeteria and food Centres in Sokoto. *FUW Trends in Science & Technology Journal*, 1(1): 123-125.
- AXTELL, R. C. (1986). Fly management in poultry production cultural, biological and chemical. *Poultry Science*, 65(4): 657–667.
- AXTELL, R. C., & ARENDS, J. J. (1990). Ecology and management of arthropod pests of poultry. *Annual Review of Entomology* 35: 101-126. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.35.010190.000533>
- AXTELL, R. C. (1999). Poultry integrated pest management: status and future. *Integrated Pest Management Review*, 4: 53-73.
- AZEVEDO, L. H., EMBERSON, R. M., ESTECA, F. C. N., MORAES, G. J. (2015). Macrochelid mites (Mesostigmata: Macrochelidae) as biological control agentes. In: CARRILO, D.; MORAES, G. J.; PEÑA, J. Prospects for biological of plant feeding mites and other harmful organisms. *Cham: Springer International Publishing*, Switzerland. 103-132p.
- BRAIG, H. R., & PEROTTI, M. A. (2009). Carcasses and mites. *Experimental and Applied Acarology*. 49: 45-84 <https://doi.org/10.1007/s10493-009-9287-6>
- BRUNO, T. V. (1991). Dípteros sinantrópicos e seus inimigos naturais que se criam em esterco de aves poedeiras, em granjas do estado de São Paulo. São Paulo.
- BURALLI, G. M., & GUIMARÃES, J. H. (1985). Controle de *Musca domestica* Linnaeus (Diptera, muscidae) em área de manejo de vinhaca (macatuba, São Paulo, Brasil). *Revista Brasileira de Zoologia*, 3(1), 1-6.
- GEDEN, C., STINNER, R. E., KRAMER, D. A., AXTELL, R. C. (1990). MACMOD: a simulation model for *Macrocheles muscaedomesticae* (Acarina: Macrochelidae) population dynamics and rates of predation on immature houseflies (Diptera: Muscidae). *Environmental Entomology*, 19: 578-586.
- GEDEN, C., & HOGSETTE, J. (2001). Research and extension need for integrated pest management for arthropods of veterinary importance. Proceedings of a Workshop in Lincoln, Nebraska, April 12-14, 1994.
- GERSON, U., SMILEY, R. L., OCHOA, R. (2003). Mites (Acari) for Pest Control. *Blackwell Science Ltd.*, London, 539p.
- GRACZYK, T. K., KNIGHT, R., GILMAN, R. H., CRANFIELD, M. R. (2001). The role of non-biting flies in the epidemiology of human infectious diseases. *Microbes Infect*, 3(3): 231-235. [https://doi.org/10.1016/s1286-4579\(01\)01371-5](https://doi.org/10.1016/s1286-4579(01)01371-5)
- KHAMESIPOUR, F., LANKARANI, K. B., HONARVAR, B., KWNTI, T. E. (2018). A systematic review of human pathogens carried by the housefly (*Musca domestica* L.). *BMC*

Public Health, 18, 1049. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5934-3>

LINDQUIST, E. E., KRANTZ, G. W., WALTER, D. E. (2009). Order Mesostigmata. In: G.W. Krantz and D.E. Walter (Eds.), A manual of acarology. Lubbock: Texas Tech Univ Press 3:124- 232.

MALIK, A., SINGH, N., SATYA, S. (2007). House fly (*Musca domestica*): a review of control strategies for a challenging pest. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 42(4): 453-69. <https://doi.org/10.1080/03601230701316481>

MARCHIORI C. H., CASTRO, M. E. V., PAIVA, T. C. G., PAIVA, T. C. G. (2000a) Dípteros muscóides de importância médica e veterinária e seus parasitóides em Goiás. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 52: 350-353. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352000000400010>

MARCHIORI C. H., PEREIRA, L. A., FILHO, O. M. S. (2002). Finding of Hemencyrtus herbertii (Hymenoptera: Encyrtidae) parasite breeding in *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) in Brazil, *Revista de Saúde Pública*, 36(2): 248-249.

MATTOS, J. N., & TREAT, A. E. (1992). Macroquelídeos associados a fezes acumuladas em granjas de aves poedeiras do município de montemor, estado de São Paulo: levantamento, taxonomia e estudos populacionais (Acari, Gamasida: Macrochelidae). Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual de Campinas.

NEVES, D. P., MELO, A. L., GENARO, O., LINARDI, P. M. (2001). Parasitologia Humana. Editora Atheneu. 10ªed.

PAIVA, D. P. (2000). Cascudinho: Biologia. Simpósio Brasileiro de Avicultura. Chapecó: N. Print, 133-139p.

PEREIRA, C., & CASTRO, M. P. (1945). Contribuição para o conhecimento da espécie tipo de “*Macrocheles Latr*”. (“Acarina”): “*M. muscaedomesticae* (Scopoli, 1772)” *Emend. Arquivos do Instituto Biológico*. 16: 153–186.

PINTO, D. M., RIBEIRO, P. B., P. SILVEIRA, J. R., BERNARDI, E. (2005). Population flotation of *Whitius piger* (Pseudoscorpionida) in poultry farm in Pelotas, RS, Brazil. *Archives of Veterinary Science*, 10(2): 115-118. <http://dx.doi.org/10.5380/avs.v10i2.4426>

REY, L. (2001). Bases da parasitologia Médica. 3ªed. Rio de Janeiro, Guanabara-Koogan.

SANTOS, A. M. M. (2005). Monitoramento e controle de moscas de importância para a saúde pública em municípios do interior de estado de São Paulo. Anais XII Reunião Itinerante de Fitossanidade de Instituto Biológico Pragas Agroindustriais. Ribeirão Preto, SP.

SASAKI, T., KOBAYSHI, M., AGUI, N. (2000). Epidemiological Potential of Excretion and Regurgitation by *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) in the Dissemination of *Escherichia coli* O157: H7 to Food, *Journal of Medical Entomology*, 37(6,1): 945–949 <https://doi.org/10.1603/0022-2585-37.6.945>

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. (2016). Biblioteca Universitária. Manual de

normalização e estrutura de trabalhos acadêmicos : TCCs, monografias, dissertações e teses / Elaborado pela Comissão instituída pela Portaria No 132, de 10 de fevereiro de 2014 da Reitoria da Universidade Federal de Lavras. 2. ed. rev., atual. e ampl. – Lavras : UFLA, 100 p. : il.

TSANKOVA, R., & LUVCHIEV, V. (1993). Laboratory investigations on the larval zoophagy of *Ophyra capensis*: an antagonist of *Musca domestica*. *Applied Parasitology*, 34(3): 221-228.

WALTER, D. E., & PROCTOR, H. C. (1999). Mites: Ecology, Evolution and Behaviour (CABI Publishing).

## **CAPÍTULO 1**

### **ÁCAROS FORÉTICOS ASSOCIADOS ÀS MOSCAS COLETADAS EM AVÁRIOS DE POSTURA COM E SEM HISTÓRICO DE APLICAÇÃO DE INSETICIDAS**

## RESUMO

Moscas domésticas, são frequentemente encontradas em aviários pois, utilizam como substrato para o seu desenvolvimento fezes das aves, além disso, sua alta capacidade reprodutiva promove uma rápida disseminação no ambiente de suas populações. Além das fases imaturas da mosca, são encontrados nestas fezes, outros organismos que podem atuar no controle destas, como ácaros predadores. Estes ácaros são, portanto, organismos benéficos ao sistema de produção, e devem ser mantidos no aviário para auxiliar na eficiência do manejo integrado das moscas. Considerando que o método de controle de moscas mais utilizado em aviários é o químico, é importante investigar se estes podem estar interferindo negativamente na riqueza e abundância das populações dos ácaros presente no local. O objetivo deste trabalho foi, avaliar a riqueza e abundância de ácaros foréticos associados às moscas coletadas em dois aviários, um com histórico de aplicação de inseticidas e o outro sem histórico de aplicação. Foram instaladas armadilhas (*pan-traps*) em cada um dos aviários e após três coletas consecutivas ao longo do tempo, as moscas adultas e os ácaros aderidos à estas foram identificados. A abundância relativa de moscas e ácaros no aviário sem histórico de aplicação (6,7 moscas e 2,6 ácaros por armadilha) foi significativamente maior do que no aviário com histórico de aplicação de inseticida (1,7 moscas e 0,1 ácaros por armadilha), e a razão do número de ácaros por mosca também foi maior no aviário sem histórico (0,25) do que no aviário com histórico (0,1). Além disso, no aviário sem histórico foram coletadas as famílias de ácaros: Urodinychidae (1 sp.), Macrochelidae (1 sp.), Erythraeidae (1 sp.), Oribatida (1 sp.), Eupodidae (1 sp.), Sejidae (1 sp.) e Parasitidae (1 sp.); enquanto que no aviário com histórico apenas representantes de Trombidiidae (1 sp.) foram coletados, ou seja, a riqueza de ácaros foi menor no aviário com histórico. Esses resultados sugerem que, a utilização de inseticidas, alteram a abundância e a riqueza de ácaros foréticos e/ou predadores em aviários. Recomenda-se o uso de inseticidas que atuem no controle das moscas, desde que sejam seletivos às populações de inimigos naturais, integrando de forma sinérgica o controle químico e biológico no manejo de moscas em aviários.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Musca domestica*; controle biológico; aviários; ácaros foréticos; *pan-traps*.

## 1 INTRODUÇÃO

Na indústria de produção de ovos, altas densidades de *Musca domestica* Linnaeus, 1758 podem causar efeitos negativos e consideráveis, como por exemplo, incômodo às aves, resultando em perdas na produção de ovos (ACHARYA et al., 2015). Em certas situações, a mosca pode ser ainda responsável pela transmissão de doenças para as galinhas e demais organismos presentes em áreas próximas, como febre tifóide, cólera, disenteria bacilar, tuberculose, antraz e diarreia infantil (ACHARYA et al., 2015; SASAKI et al., 2000; FOTEDAR et al., 1992), o que acarreta incômodo e perigo não só às aves, mas também, aos seres humanos que frequentam o ambiente. Além disso, as moscas domésticas tem hábito sinantrópico (NEVES, 2005), possui reprodução rápida (ABBAS et al., 2013) e por serem capazes de voar de 5 a 10 quilômetros de distância (NAZNI et al. 2005), acabam por infestarem casas, comércios e outras criações de animais próximas, podendo ocasionar uma série de danos ambientais, econômicos, e de saúde pública quando atingem grandes populações (ACHARYA et al., 2015; ROMÁN et al., 2004).

Os danos associados ao aumento exacerbado da abundância de moscas que frequentemente ocorrem nos sistemas modernos de produção de ovos, estão geralmente relacionados ao manejo inadequado das fezes desses animais. A grande densidade de aves alojadas em um espaço restrito pode levar ao acúmulo de fezes no piso do aviário, resultando em um substrato que é considerado excelente para a postura de ovos e desenvolvimento de larvas das moscas (LOPES et al., 2008). De acordo com NORTE & BELL (1990), uma galinha poedeira pesando cerca de 1,8 kg produz uma média de 113 g de fezes úmidas por dia, o suficiente para suportar pelo menos 100 larvas de moscas domésticas que se desenvolvem rapidamente em adultos. É importante salientar que outras espécies de moscas também utilizam as fezes das galinhas como substrato para seu desenvolvimento. Assim, as espécies *Muscina stabulans* Fallen, 1817, *Hydrotaea leucostoma* (Wiedemann, 1817) and *Stomoxys calcitrans* Linnaeus, 1758 (Diptera: Muscidae), *Fannia canicularis* Linnaeus, 1761, and *F. femoralis* (Stein, 1898) (Diptera: Faniidae), *Chrysomya putoria* (Wiedemann, 1830) e *C. megacephala* (Fabricius, 1794) (Diptera: Calliphoridae) e *Hermetia illucens* Linnaeus, 1758 (Diptera: Stratiomyidae) também podem ser encontradas, porém em menores números (GEDEN & HOGSETTE, 2001). Estas outras espécies de moscas, também podem causar problemas sanitários e econômicos, no entanto a *M. domestica* é sem dúvidas, a espécie mais abundante e a praga de maior importância.

As fezes de galinha, constituem um habitat para várias espécies de invertebrados, sendo que as fases imaturas de *M. domestica* e de outros dípteros constituem apenas uma pequena fração desta comunidade. Artrópodes como insetos da ordem Dermaptera (PRADO & GIANIZELLA, 1991), Coleoptera (BRUNO et al., 1993; PRADO & GIANIZELLA, 1991) e ácaros (LINDQUIST et al., 2009) podem se desenvolver ou completar todo seu ciclo de vida neste recurso. Dentre estes organismos, alguns atuam como controladores de larvas e adultos de moscas, sendo considerados benéficos (AAGESEN, 1988). Dentre os artrópodes benéficos, podemos citar os ácaros, um grupo abundante e com grande riqueza, que tem como destaque espécies predadoras da família Macrochelidae, da Ordem Mesostigmata, que se alimentam de ovos e larvas de moscas. Algumas das espécies predadoras dessa ordem podem apresentar o comportamento de foresia, onde ocorre fixação dos ácaros à moscas adultas que as utilizam como meio de transporte e disseminação para outros ambientes (POLAK, 1996). Esta simbiose, geralmente é necessária para espécies de ácaros especializadas em viver em habitats efêmeros, que se tornam periodicamente inadequados para sua sobrevivência, como no caso de excrementos ou cadáveres de animais (AZEVEDO et al., 2015). Após a migração, os ácaros foréticos podem deixar o hospedeiro e colonizar um novo local ou recurso, caso este apresente condições adequadas para a sobrevivência e reprodução (ATHIAS-BINCHE & MORAND, 1993; KALISZEWSKI et al., 1995).

O estudo sobre a biologia e taxonomia dos ácaros predadores encontrados em sistemas de produção animal, ainda são muito incipientes. Entretanto, os resultados obtidos até o momento, tem se apresentado bastante promissores, demonstrando que espécies do gênero *Macrocheles*, podem ser incluídas como uma ferramenta de controle biológico e auxiliar no manejo integrado de pragas em inúmeros estabelecimentos de indústria agropecuária (AZEVEDO et al., 2015). Estratégias baseadas na conservação ou introdução de ácaros predadores, podem ser incorporadas dentro de planos de manejo integrado de pragas (MIP), que tenham como intuito, abranger um conjunto de medidas que tem como objetivo manter a praga alvo, neste caso as moscas que se encontram em fezes de galinhas, com um número populacional abaixo dos níveis que causem danos econômico. Para se atingir esse objetivo, geralmente são utilizadas técnicas de controle que atuem em sinergia, como a utilização concomitantemente do controle mecânico, controle químico, controle comportamental e/ou controle biológico desde que essas técnicas não interfiram negativamente umas nas outras. Considerando que em aviários, o método de controle de moscas mais utilizado é o químico (SRIPONGPUN, 2008), é importante investigar se os inseticidas utilizados podem interferir negativamente nas demais espécies que podem vir a integrar um sistema de manejo baseado

no sistema de MIP. Assim, a nossa hipótese é que os inseticidas interferem negativamente não só nas populações de moscas, mas também nas populações dos ácaros. Considerando ainda que a ocorrência natural de macroquelídeos em fezes de animais sob diferentes condições ecológicas já era conhecida antes que o uso generalizado de inseticidas se tornasse comum no controle das moscas (AZEVEDO et al., 2015), neste trabalho nós avaliamos a riqueza e a abundância de ácaros foréticos associados às moscas em dois aviários, um com histórico de aplicação de inseticidas e o outro, sem histórico de aplicação de inseticidas a fim de investigar a possível interferência do controle químico no controle biológico nestes estabelecimentos.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

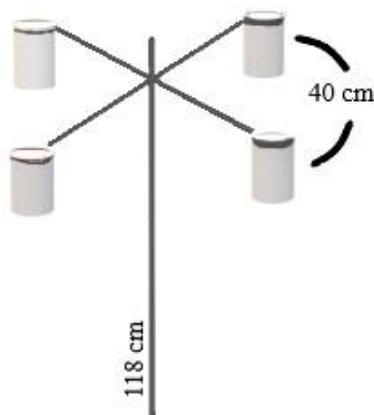
### **2.1 Locais das coletas**

As amostragens ocorreram em dois locais distintos: o primeiro, nas proximidades de um aviário de postura convencional vertical, que não possui histórico de aplicação de inseticidas, a propriedade conta com 6 unidades (galpões) e atualmente possui uma totalidade de 35.000 aves de postura, localizado no município de Lavras, Minas Gerais, Brasil (latitude: 21°13'30.0"S, longitude: 45°02'55.8"W). O segundo local se encontra nas proximidades de uma das propriedades de um aviário convencional que possui histórico de aplicação de inseticidas, sendo que esta propriedade em questão conta com 9 unidades (galpões) e possui 360.000 aves de postura e o método de criação adotado é o vertical automatizado/manual californiano com histórico de aplicação de inseticidas à base de compostos organofosforados, piretróides, neonicotinóides e inibidores de crescimento (ARPA RIO GRANDE, 2019), localizado no município de Nepomuceno, Minas Gerais, Brasil (latitude: 21°12'17.8"S, longitude: 45°14'24.3"W).

### **2.2 Amostragens e identificação de moscas e ácaros**

Foram instaladas de forma aleatória em um raio de 200 metros de distância dos galpões de cada aviário, 24 armadilhas do tipo pan-traps, de coloração branca (Figura 01). Dentro de cada armadilha (1L), foram adicionados 400 ml de uma mistura de água com detergente e sal, usados para remover a tensão superficial da água e preservar as moscas coletadas. As armadilhas foram deixadas no campo por um período de cinco dias consecutivos e no último dia, todo o conteúdo foi armazenado em potes de vidro e levado para

o laboratório. No laboratório, as moscas e os ácaros foram triados e armazenados em tubo Falcon (50mL) contendo álcool absoluto (99%). Três coletas foram realizadas nos meses de Março e Abril de 2021. As moscas e os ácaros coletados foram quantificados e identificados em laboratório por meio de microscópio óptico e lupa eletrônica. A identificação das moscas foi baseada na chave de identificação proposta por GRELLA (2011) e CARVALHO & MELLO-PATIU (2008) e a identificação dos ácaros foi baseada em KRANTZ & WALTER (2009), ÖZBEK et al., (2015) e TAKAKU et al., (2012). É importante salientar que, o objetivo deste trabalho foi investigar a abundância e a riqueza de ácaros foréticos nos dois aviários, e por isso, apenas moscas contendo ácaros aderidos em seu corpo foram identificadas. Considerando que nestes estabelecimentos ~90% das moscas capturadas nas pan-traps são da espécie *M. domestica* (VALÉRIO et al., unpublished), as moscas domésticas capturadas nas pan-traps foram quantificadas e utilizadas para cálculo de abundância relativa de moscas domésticas em cada aviário.



**Figura 01:** Imagem ilustrativa de quatro armadilhas pan-traps

### 2.3 Análises estatísticas

Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R versão 3.6.1 (R Development Core Team 2019). As diferenças na abundância relativa de moscas domésticas e ácaros entre as armadilhas de cada aviário foram analisadas usando modelagem linear generalizada mista (GLMM) com distribuição de Poisson, pacote *lme4*. A abundância de moscas ou ácaros foram incluídas como variável resposta (y) e os aviários como variável explicativa (x) no modelo. As análises de abundância de moscas e ácaros foram realizadas separadamente. Para evitar a pseudorepetição temporal, as variáveis dia da coleta, bloco e

sub-armadilhas (cada pote de 1L) e número e posição das armadilhas no campo foram incluídas como fator aleatório no modelo. Primeiramente, foi realizada a análise de resíduos para verificar a distribuição dos erros e em seguida, foi construído um modelo com o objetivo de investigar diferenças na abundância de *M. domestica* e ácaros entre os níveis da variável explicativa (aviários).

### 3 RESULTADOS

Como resultados obteve-se que, a abundância relativa de moscas domésticas foi significativamente maior no aviário sem histórico de inseticida (6,7 moscas por armadilha) do que no aviário com histórico de inseticida (1,7 moscas por armadilha) ( $\text{Chi} = 233,3$ ;  $P < 0,001$ ). O mesmo padrão foi encontrado para os ácaros associados a moscas, que também foram encontrados em maior abundância no aviário sem histórico de inseticida (2,6 ácaros por armadilha) do que no aviário com histórico de inseticida (0,1 ácaros por armadilha) ( $\text{Chi} = 181,7$ ;  $P < 0,001$ ). Considerando que, no aviário sem histórico de inseticidas foram coletadas um total de 486 moscas domésticas e que no aviário com histórico foram coletadas 122 moscas, era esperado que no aviário sem histórico a quantidade de ácaros foréticos capturados também fosse maior. Ao longo do experimento foram coletados mais ácaros no aviário sem histórico (187 ácaros) do que no aviário com histórico de inseticida (13 ácaros). A fim de comparar essa relação de ácaros e moscas entre os aviários, calculamos a razão de ectoparasitas por hospedeiro em ambos os aviários. Observa-se, portanto que, no aviário sem histórico essa razão foi de 0,38 enquanto que no aviário com histórico foi de 0,1 ácaros por mosca, ou seja, realmente a abundância relativa de ácaros foi maior no aviário sem histórico de inseticidas do que no aviário com histórico de inseticida.

Além disso, os valores de riqueza de espécies de ácaros foréticos em cada um dos aviários diferiu significativamente (Tabela 1). Enquanto que no aviário sem histórico foram coletadas sete espécies pertencentes a sete famílias diferentes: Urodinychidae, Macrochelidae, Erythraeidae, Oribatida, Eupodidae, Sejidae e Parasitidae, no aviário com histórico, apenas membros pertencentes à família Trombidiidae foram encontrados. Entretanto, apenas nas proximidades do aviário sem histórico de inseticidas foram encontrados ácaros associados à mosca doméstica, pois os ácaros da família Trombidiidae encontrados no aviário com histórico de inseticidas, foram capturados nas moscas dos estábulos, *Stomoxys calcitrans* e não nas moscas domésticas. No aviário sem histórico, também foram encontradas outras

espécies de moscas, espécimes das famílias Calliphoridae e Sarcophagidae, com ácaros foréticos aderidos em seu corpo.

**Tabela 1:** Moscas encontradas nos aviários com e sem histórico de inseticidas e os ácaros aderidos à estas. (Legenda: S = Aviário sem histórico de inseticidas ; C = Aviário com histórico de inseticidas).

<b>Taxon das moscas</b>	<b>Taxon dos ácaros</b>	<b>Número de ácaros/ mosca</b>	<b>Aviário</b>
<i>Musca domestica</i>	Urodinychidae sp.1	13	S
Calliphoridae	<i>Macrocheles merdarius</i>	3	S
Calliphoridae	Erythraeidae ( <i>Callidosoma</i> ) sp.1	1	S
Calliphoridae	Urodinychidae sp.1	20	S
Calliphoridae	Urodinychidae sp.1	22	S
Calliphoridae	<i>Macrocheles merdarius</i>	1	S
Calliphoridae	Oribatida sp.1	1	S
Calliphoridae	Eupodidae sp.1	1	S
Sarcophagidae	Urodinychidae sp.1	11	S
Sarcophagidae	Urodinychidae sp.1	25	S
Calliphoridae	<i>Macrocheles merdarius</i>	1	S
Calliphoridae	Erythraeidae ( <i>Callidosoma</i> ) sp.1	2	S
<i>Stomoxys calcitrans</i>	<i>Trombidium</i> sp.1	8	C
<i>Stomoxys calcitrans</i>	<i>Trombidium</i> sp.1	5	C
<i>Musca domestica</i>	Urodinychidae sp.1	2	S
<i>Musca domestica</i>	<i>Macrocheles merdarius</i>	1	S
<i>Musca domestica</i>	Urodinychidae sp.1	3	S
<i>Musca domestica</i>	Urodinychidae sp.1	1	S
<i>Musca domestica</i>	Urodinychidae sp.1	2	S
<i>Musca domestica</i>	<i>Macrocheles merdarius</i>	1	S
<i>Musca domestica</i>	Urodinychidae sp.1	3	S
<i>Musca domestica</i>	Urodinychidae sp.1	1	S
<i>Musca domestica</i>	<i>Macrocheles merdarius</i>	15	S
<i>Musca domestica</i>	<i>Macrocheles merdarius</i>	6	S
<i>Musca domestica</i>	Erythraeidae ( <i>Callidosoma</i> ) sp.1	1	S
<i>Musca domestica</i>	Urodinychidae sp.1	2	S
<i>Musca domestica</i>	Urodinychidae sp.1	2	S
<i>Musca domestica</i>	<i>Macrocheles merdarius</i>	1	S
<i>Musca domestica</i>	Urodinychidae sp.1	1	S
<i>Musca domestica</i>	<i>Sejus</i> sp.1	2	S
<i>Musca domestica</i>	Urodinychidae sp.1	3	S
<i>Musca domestica</i>	Urodinychidae sp.1	2	S
<i>Musca domestica</i>	Urodinychidae sp.1	2	S
<i>Musca domestica</i>	Parasitidae sp.1	1	S
<i>Musca domestica</i>	<i>Macrocheles merdarius</i>	2	S
<i>Musca domestica</i>	Erythraeidae ( <i>Callidosoma</i> ) sp.1	1	S
<i>Musca domestica</i>	Urodinychidae sp.1	1	S
<i>Musca domestica</i>	Urodinychidae sp.1	3	S

<i>Musca domestica</i>	<i>Macrocheles merdarius</i>	9	S
<i>Musca domestica</i>	Erythraeidae ( <i>Callidosoma</i> ) sp.1	1	S
<i>Musca domestica</i>	<i>Macrocheles merdarius</i>	1	S
<i>Musca domestica</i>	Urodinychidae sp.1	3	S
<i>Musca domestica</i>	Urodinychidae sp.1	1	S
<i>Musca domestica</i>	<i>Macrocheles merdarius</i>	1	S
<i>Musca domestica</i>	<i>Macrocheles merdarius</i>	1	S
<i>Musca domestica</i>	Urodinychidae sp.1	1	S
<i>Musca domestica</i>	Urodinychidae sp.1	1	S
<i>Musca domestica</i>	Urodinychidae sp.1	2	S

#### 4 DISCUSSÃO

Espécies diferentes de ácaros foréticos associados à moscas podem ser encontrados em um aviário, especialmente em um aviário que não possui histórico de aplicação de compostos químicos, quando comparado à um que possui histórico de tal aplicação. Das sete famílias de ácaros coletadas no aviário sem histórico, Oribatida, Eupodidae e Parasitidae são famílias que possuem espécies foréticas (KRANTZ & WALTER, 2009), assim como, Macrochelidae, Sejidae (KRANTZ, 1998c) e Urodinychidae (PEROTTI et al., 2010). Já a família Erythraeidae possui ácaros parasitas (KRANTZ & WALTER, 2009). A única família coletada no aviário com histórico de aplicação Trombidiidae, possui espécies de ácaros parasitas (BAKER, 1999).

Das oito famílias coletadas nos dois aviários, Macrochelidae, Parasitidae geralmente se alimentam de nematóides, oligoquetas, ovos e primeiros estágios de larvas de dípteros, principalmente muscídeos, por isso têm um importante papel biológico como agentes de controle nos habitats onde estão (KRANTZ, 1983; GERSON et al., 2003). A família Urodinychidae, se alimenta também de nematóides e larvas de dípteros em sua maioria (KOHLE, 1997; LINDQUIST et al., 2009). Sejidae possui ácaros predadores que se alimentam de uma variedade de pequenos invertebrados, como nematóides e outros pequenos artrópodes (LINDQUIST et al., 2009). A família Eupodidae, possui espécies com hábito desde predação até o hábito de se alimentar de algas (KRANTZ & WALTER, 2009). Trombidiidae possui capacidade de parasitar vários artrópodes, incluindo infestar moscas doméstica e também *S. calcitrans* (MUMCUOGLU & BRAVERMAN, 2010). Erythraeidae possui potencial também no controle biológico como ácaro parasita (GOLDARAZENA et al., 2009). A família Oribatida, possui algumas espécies que se alimentam de nematóides

(ROCKETT, 1980) mas, a maioria participam de processos de decomposição da matéria orgânica e reciclagem de nutrientes (KRANTZ & WALTER, 2009).

Com relação às moscas, estudos conduzidos em aviários nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro obtiveram resultados similares ao que encontramos, e também coletaram, em sua maioria, moscas da espécie *Musca domestica* (AXTELL & ARENDS, 1990; LOMÔNACO & PRADO, 1994; AXTELL, 1999; LOPES et al., 2007). Moscas das espécies *Chrysomya megacephala*, *C. putoria* (Diptera: Calliphoridae) também são abundantes em aviários (AXTELL & ARENDS, 1990; LOMÔNACO & PRADO, 1994; AXTELL, 1999; LOPES et al., 2007). BRUNO et al. (1993) encontraram também, porém em menor número, moscas como *Fannia pusio* (Wiedemann, 1830), *Fannia trimaculata* (Stein, 1898) (Diptera: Fanniidae) e LOPES et al. (2007), além de *F. pusio* e *F. trimaculata*, também encontraram moscas das espécies *C. megacephala* e *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Stratiomyidae) em aviários localizados no estado de São Paulo. Em um estudo realizado em um aviário localizado em Minas Gerais, as espécies mais abundantes foram *M. domestica*, *C. putoria* (Diptera: Calliphoridae) e *Drosophila repleta* Wollaston, 1858 (Diptera: Drosophilidae) (BORGES, 2006). É interessante observar que, aviários localizados em outros países, localizados tanto no Ocidente quanto no Oriente, também enfrentam problemas semelhantes ao nosso no que se diz respeito ao controle de moscas, havendo problemas associados à proliferação, principalmente de *M. domestica*, *Muscina stabulans*, *S. calcitrans* (Diptera: Muscidae) (LEGNER & OLTON, 1968). Além de importância médica, algumas dessas moscas encontradas em aviários, como por exemplo a *S. calcitrans*, são consideradas importantes pragas nas cadeias produtivas da pecuária, por serem hematófagas e causarem prejuízos de grande impacto econômico, principalmente na bovinocultura (GRISI et al., 2014). Outras, como a *C. megacephala* e *C. putoria* são importantes na medicina forense, por auxiliar na estimativa do intervalo pós-morte (IPM) de cadáveres em investigações criminais (GOMES et al. 2003; VON ZUBEN 1996).

No Brasil, existem inúmeros inseticidas registrados para controle de *M. domestica*, como por exemplo, o Propoxur (nome comercial: Bolfo Pik Pulga), Carbaryl (Farmaril), /Carbaryl e Cipermetrina (Talfon Top), Metomil (Vetomil), Metrifonato (Tira-Berne), Ciromazina (Ciromazin 1%), Diflubenzuron (Difly), Piretrina e Butóxido de Piperonila (Aquapy), Clorpirifós (Colosso), thiamethoxan (Agita), Imidacloprido (Temprid), além dos reguladores de crescimento (Neporex, Larvadex e Starcyde) (Legislação Federal de Agrotóxicos e Afins 1995, Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Saúde Animal - SINDAN 2016). Assim, observa-se que grande parte dos inseticidas utilizados no controle de

moscas, são registrados para o controle de moscas domésticas, não havendo registro para controle de moscas de outras espécies em aviários, como por exemplo, as moscas da família Calliphoridae que são também muito abundantes em aviários (RESENDE et al., 2019). Conforme relatado acima, muitas destas moscas exercem um papel importante na entomologia médica, veterinária e forense e, por isso, a efetividade desses inseticidas no controle destas moscas também deve ser investigada.

O uso indevido dos inseticidas, pode promover e acelerar o aparecimento de populações de moscas resistentes, o que tende a aumentar também a aplicação desses produtos e eliminação de inimigos naturais (AXTELL & ARENDS, 1990; MONTEIRO et al., 2006; BORGES, 2006). Considerando as interações ecológicas existentes entre os dípteros e os ácaros predadores e/ou foréticos principalmente dos gêneros *Macrocheles* (Acari: Macrochelidae) e *Fuscoropoda* (Acari: Uropodidae) associados às larvas, pupas e adultos de dípteros, as populações desses ácaros e outros potenciais inimigos naturais podem ser comprometidas pela aplicação constante e indevida desses produtos químicos. Resumindo, nossos resultados sugerem que, a utilização de inseticidas pode estar afetando a abundância e a riqueza de ácaros foréticos e/ou predadores em aviários.

Importante mencionar que os ácaros, assim como demais invertebrados de solo, são sensíveis a vários fatores, sejam eles abióticos e/ou bióticos como, disponibilidade de alimento, temperatura, umidade, outros organismos, local ... etc. (FRANKLIN & MORAIS 2006; TARLI et al., 2014). Esses fatores bióticos e abióticos, também podem ter causado influência na riqueza e abundância dos ácaros coletados nos dois ambientes estudados contudo, nesse estudo foi analisado apenas um fator, sendo este o método de controle utilizado para redução das moscas em cada local. Estudos de AXTELL & ARENDS (1990) e MATTOS (1992), corroboram os nossos resultados de que o uso de inseticidas possui um efeito deletério sobre as populações de inimigos naturais de insetos pragas. O uso de inseticidas, também torna o recurso e condições necessárias para os ácaros inadequadas, levando-os a explorar diferentes nichos para a continuidade da espécie e com isso o local do aviário pode deixar de ser um local propício para a permanência do inimigo natural (RODRIGUEIRO & PRADO, 2004). Sendo assim, recomenda-se o uso de inseticidas que atuem no controle das moscas, desde que sejam seletivos às populações de inimigos naturais integrando de forma sinérgica o controle químico e biológico no manejo de moscas em aviários.

## REFERÊNCIAS

- AAGESEN, T. L. (1988). Artrópodes associados a excrementos em aviários (tese de Mestrado). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da USP, 37p.
- ABBAS, M. N., SAJEEL, M., & KAUSAR, S. (2013). House fly (*Musca domestica*), a challenging pest; biology management and control strategies. *Elixir Entomology* 64: 19333-19338.
- ACHARYA, N., SELIGA, R. A., RAJOTTE, E. G., THOMAS, M. B. (2015). Persistence and efficacy of a *Beauveria bassiana* biopesticide against the house fly, *Musca domestica*, on typical structural substrates of poultry houses. *Biocontrol Science and Technology*. 25(6): 697-715. <https://doi.org/10.1080/09583157.2015.1009872>
- ARPA RIO GRANDE: Agência Regional de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Grande. (2019). Análise ambiental pericial referente às medidas de prevenção e combate às moscas das unidades do Aviário Santo Antônio LTDA, Lavras, ARPA.003.2019, 120p.
- ATHIAS-BINCHE, F., & MORAND, S. (1993). From phoresy to parasitism: the examples of mites and nematodes. *Research and Reviews in Parasitology*, Valencia, 53:73-79.
- AXTELL, R. C. (1999). Poultry integrated pest management: status and future. *Integrated Pest Management Reviews*, 4:53-73.
- AXTELL, R. C., ARENDS, J. J. (1990). Ecology and management of arthropod pests of poultry. *Annual Review of Entomology*, 35: 101-26. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.35.010190.000533>
- AZEVEDO, L. H. DE., EMBERSON, R. M., ESTECA, F. C. N., MORAES, G. J. DE. (2015). Chapter 4. Macrochelid mites (Mesostigmata: Macrochelidae) as biological control agents. In: Carrillo et al. (eds). Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms, progress in biological control 19. *Springer International Publishing Switzerland*, 103-132.
- BAKER, A. (1999). Two new species of larval mites (Acari: Trombidioidea: Microtrombidiidae and Johnstonianidae) parasitizing *Culicoides impunctatus*, the highland midge (Insecta: Ceratopogonidae), in Scotland. *Systematic Parasitology*, 44: 37-47.
- BORGES, M. A. Z. (2006). Flutuação populacional de dípteros muscóides (Diptera: Muscomorpha), parasitóide e foréticos predadores de Igarapé, MG. 103p. Thesis (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Available from: < [http://vet.ufmg.br/ensino\\_posgraduacao/defesa/3\\_20100115105010\\_1085](http://vet.ufmg.br/ensino_posgraduacao/defesa/3_20100115105010_1085) >.
- BRASIL. (1995). Legislação Federal de Agrotóxicos e Afins, Ministério da Agricultura, Departamento de Defesa e Inspeção Federal, Brasília, 120p.
- BRUNO, T. V., GUIMARÃES, J. H., SANTOS, A. M., TUCCI, E. C. (1993). Moscas sinantrópicas (Diptera) e seus predadores que se criam em esterco de aves poedeiras confinadas, no estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 37(3): 577-

590.

CARVALHO, C. J. B., & MELLO-PATIU, C. A. (2008). Key to the adults the most common forensic species of Diptera in South America. *Revista Brasileira de Entomologia* 52(3): 390-406.

FOTEDAR, R., BANERJEE, U., SINGH, S. S., VERMA, A. K. (1992). The housefly (*Musca domestica*) as a carrier of pathogenic microorganisms in a hospital environment. *Journal of Hospital Infection*, 20(3): 209–15. [https://doi.org/10.1016/0195-6701\(92\)90089-5](https://doi.org/10.1016/0195-6701(92)90089-5)

FRANKLIN, E., & MORAIS, J.W. (2006). Soil mesofauna in Central Amazon, 142-162. In: MOREIRA, F. M. S., SIQUEIRA, J. O., BRUSSARD, L. (Eds.). Soil Biodiversity in Amazonian and other Brazilian Ecosystems. *Oxfordshire CABI Publishing*, Wageningen, Netherlands.

GEDEN, C., & HOGSETTE, J. (2001). Research and extension need for integrated pest management for arthropods of veterinary importance. Proceedings of a Workshop in Lincoln, Nebraska, April 12-14, 1994.

GERSON, U., SMILEY, R., OCHOA, R. (2003). Mites (Acari) for Pest Control. *Blackwell Science*, Oxford.

GOLDARAZENA, A., JORDANA, R., & ZHANG, ZHI-QIANG. (2009). Notes on *Abrolophus neobrevicollis* z. and g. and *Grandjeanella multisetosa* z. and g. (Acari: Erythraeidae) with the seasonal abundance in Mediterranean Spain. *International Journal of Acarology*, 25:(1) 29-36. <https://doi.org/1080/01647959908683609>

GOMES, L. (2010). Entomologia Forense: novas tendências e tecnologias nas ciências criminais. 523p. Editora: *Technical Books*, ISBN: 9788561368135.

GRELLA, M. D. (2011). Chave taxonômica interativa para espécie de dípteros califorídeos (Infraodem: Muscomorpha) do Brasil. Campinas, SP. 64p.

GRISI, L., LEITE, R. C., MARTINS, J. R., BARROS, A. T., ANDREOTTI, R., CANÇADO, P. H., LEÓN, A. A., PEREIRA, J. B. & VILLELA, H. S. (2014). Reassessment of the potential economic impact of cattle parasites in Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, 2: 150-156.

HUNTER, P. E., ROSARIO, R. M. T. (1988). Associations of Mesostigmata with other arthropods. *Annual Review of Entomology*. 33: 393–417. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.33.010188.002141>

KALISZEWSKI, M., ATHIAS-BINCHE, F., & LINDQUIST, E. E. (1995). Parasitism and parasitoidism in Tarsonemina (Acari:Heterostigmata) and evolutionary considerations. *Advances in Parasitology*, London, 35: 335-367. [http://doi.org/10.1016/s0065-308x\(08\)60074-3](http://doi.org/10.1016/s0065-308x(08)60074-3)

KOEHLER, H. H. (1997). Mesostigmata (Gamasina, Uropodina), eficiente predators in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystem & Environment*, 62: 105-117.

KRANTZ, G. W., & WALTER, D. E. (2009). A Manual of Acarology. 3rd Edition. Texas Tech University Press, Lubbock: 807p.

KRANTZ, G.W. (1983). Mites as biological control agents of dung-breeding flies, with special reference to Macrochelidae. In: Hoy, M.A., Cuningham, G.L., Knutson, L. (Eds.), Biological Control of Pests by Mites. University of California, Berkeley, 91–98.

LEGNER, E. F., & OLTON, G. S. (1968). Activity of parasites from Diptera: *Musca domestica*, *Stomoxys calcitrans* and species of *Fannia*, *Muscina* and *Ophyra* II. At sites in the Eastern Hemisphere and Pacific Area. *Annals of the Entomological Society of America*, 61(5): 1306-1314. <https://doi.org/10.1093/aesa/61.5.1306>

LINDQUIST, E. E., KRANTZ, G. W., WALTER, D. E. (2009). Order Mesostigmata. In: KRANTZ, G. W., WALTER, D. E. (Eds.), A Manual of Acarology. Texas Tech University Press, Lubbock, 124–232.

LOMÔNACO, C., & PRADO, A. P. (1994). Estrutura comunitária e dinâmica populacional da fauna de dípteros e seus inimigos naturais em granjas avícola. *Anais Da Sociedade Entomológica Do Brasil*, 23(1), 71-80. <https://doi.org/10.37486/0301-8059.v23i1.911>

LOPES, W. D. Z., COSTA, F. H., LOPES, W. C. Z., BALIEIRO, J. C. C., SOARES, V. E., PRADO, A. P. (2008). Abundância e Sazonalidade de Dípteros (Insecta) em granja avícola da região nordeste do estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 17(1): 21-27. <http://doi.org/10.1590/S1984-29612008000100005>

LOPES, W. D. Z., COSTA, F. H., LOPES, W. N. C. Z., BALIEIRO, J. C. C., SOARES, V. E. L., PRADO, A. P. (2007). Artrópodes Associados ao Excremento de Aves Poedeiras. *Neotropical Entomology*, 36(4): 597-604. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2007000400020>

MATTOS, M. R. (1992). Macroquelídeos associados a fezes acumuladas em granja de aves poedeiras do município de Monte Mor, Estado de São Paulo: levantamento, taxonomia e estudos populacionais (Acari, Gamasida: Macrochelidae). PhD thesis, Universidade Estadual de Campinas/Unicamp, Campinas, 78p.

MONTEIRO, M. R., & PRADO, A. P. (2006). Moscas sinantrópicas (Díptera: Cyclorhapha) e seus parasitóides microhimenópteros (Insecta: Hymenoptera) num plantel avícola de Monte Mor, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 15(2): 49-57.

MUMCUOGLU, K., & BRAVERMAN, Y. (2010). Parasitic and phoretic mites of Diptera in Israel and the Sinai Peninsula, Egypt. *Israel Journal of Entomology*, 40: 195-203.

NAZNI, W. A., LUKE, H., ROZITA, W. M. W., ABDULLAH, A. G., SA'DIYAH, I., AZAHARI, A. H., ZAMREE, I., TAN, S. B., LEE, H. L., SOFIAN-AZIRUN, MOHD. (2005). Determination of the Flight Range and Dispersal of the House Fly, *Musca domestica* (L.) using Mark Release Recapture Technique. *Tropical Biomedicine*, 22(1): 53-61. ISSN 0127-5720

NEVES, D. P. (2005). Parasitologia Humana. 11a ed. São Paulo. Editora Atheneu.

NORTH, M. O., & BELL, D. D. (1990). Commercial chicken production manual. 4th ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 422p.

NORTH, M. O., & BELL, D. D. (1990). Commercial chicken production manual. 4th ed. Ontario: Library of Congress. 913p.

ÖZBEK, H. H., BAL, D. A., DOĞAN, S. (2015). The genus *Macrocheles* Latreille (Acari: Mesostigmata: Macrochelidae) from Kelkit Valley (Turkey), with three newly recorded mite species. *Turkish Journal of Zoology*, 39(5): 768–780.

PEREIRA, C., & CASTRO, M. P. (1945). Contribuição para o conhecimento da espécie tipo de “*Macrocheles* Latr”. (“Acarina”): “*M. muscaedomesticae* (Scopoli, 1772)” *Emend. Arquivos do Instituto Biológico*. 16: 153–186.

PEROTTI, M. A., BRAIG, H. R., & GOFF, L. M. (2010). Phoretic mites and carcasses: Acari transported by organisms associated with animal and human decomposition. In: Amendt, J., Campobasso, C. P., Grassberger, M. and Goff, M. L. (eds.) Current concepts in forensic entomology. *Springer*, 69-92.

POLAK, M. (1996). Ectoparasitic effects on host survival and reproduction: the *Drosophila-Macrocheles* association. *Ecology*. 77:1379–1389. <https://doi.org/10.2307/2265535>

PRADO, A. P., & GIANIZELLA, S. L. (1991). Distribuição sazonal e abundância de Dermaptera e Coleoptera associados à fezes de aves poedeiras em Monte Mor, SP. Reunião Anual do Instituto Biológico.

R CORE TEAM. (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available in: <<https://www.R-project.org/>>

REZENDE, L. C., OLIVEIRA, T. M., TEIXEIRA, C. M., SANTOS, M. A. S., CUNHA, L. M., SILVA, M. X., MARTINS, N. R. S. (2019). Synanthropic diptera affecting layer poultry farms: a review. *Arquivo do Instituto Biológico*, 86: 1-8. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000922017>

RODRIGUEIRO, T. S. C., & PRADO, A. P. (2004). *Macrocheles muscaedomesticae* (Acari, Macrochelidae) and a species of *Uroseius* (Acari, Polyaspididae) phoretic on *Musca domestica* (Diptera, Muscidae): effects on dispersal and colonization of poultry manure. *Iheringia. Série Zoologia*, 94(2). <https://doi.org/10.1590/S0073-47212004000200011>

ROCKETT, C. L. (1980). Nematode predation by oribatid mites (Acari: Oribatida). *International Journal of Acarology*, 6(3): 219-224. <https://doi.org/10.1080/01647958008683222>

ROMÁN, E. M., TKACHUK, O., ROMAN, R. (2004). Detección de Agentes Bacterianos en Adultos de *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) Recolectadas em Maracay estado Aragua, Venezuela. *Entomotropica*. 19(3): 161-164.

SASAKI, T., KOBAYASHI, M., AGUI, N. (2000). Epidemiological potential of excretion

and regurgitation by *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) in the dissemination of *Escherichia coli* O157: H7 to food. *Journal of Medical Entomology*, 37: 945-949. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-37.6.945>

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA SAÚDE ANIMAL (SINDAN). Compêndio de Produtos Veterinários. Available from: <https://www.sindan.org.br>

SRIPONGPUN, G. (2008). Contact toxicity of the crude extract of Chinese star anise fruits to house fly larvae and their development. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 30: 667–672.

TAKAKU, G., HARTINI, S., DWIBADRA, D., CORPUZ-RAROS, L. A. (2012). Macrochelid mites (Acari: Gamasina: Macrochelidae) in the Philippines. *Journal of the Acarological Society of Japan*, 21(2): 95–124.

TARLI, V. D., PEQUENO, P. A., FRANKLIN, E., MORAIS, J. W., SOUZA, J. L., OLIVEIRA, A. H., GUILHERME, D. R. (2014). Multiple Environmental Controls on Cockroach Assemblage Structure in a Tropical Rain Forest. *Biotropica*, 46: 598-607.

VON ZUBEN, C. J., BASSANEZI, R. C., DOS REIS, S. F., GODOY, W. A. C., VON ZUBEN, F. J. (1996). Theoretical approaches to forensic entomology: I. Mathematical model of post feeding larval dispersal. *Journal of Applied Entomology*, 120(6): 379-382. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11449/132340>.

## **CAPÍTULO 2**

**EFEITO DE INSETICIDAS PIRETRÓIDE, NEONICOTINÓIDE E  
ORGANOFOSFORADO EM *Musca domestica* (LINNAEUS, 1758) E NO ÁCARO  
PREDADOR *Macrocheles merdarius* (BERLESE, 1889)**

## RESUMO

Quando há um aumento demasiado das populações de *Musca domestica* L, estas podem ser consideradas uma importante praga, especialmente na avicultura, uma vez que podem ser responsáveis pela transmissão de doenças em animais e humanos. As larvas dessas moscas se desenvolvem em acúmulos de fezes e matéria orgânica, e os meios de controle mais utilizados em aviários são: o controle cultural, o controle químico e o controle biológico, sendo este último muitas vezes pouco explorado nestes estabelecimentos. Apesar disso, sabe-se que existem inúmeros organismos que atuam como inimigos naturais de moscas doméstica. Além disso, até o momento, não se sabe como os compostos químicos que são utilizados no controle desse inseto praga agem sobre a população do inimigo natural. Assim, utilizando três populações de moscas domésticas e uma população de ácaro predador *Macrocheles merdarius*, objetivamos entender se os inseticidas utilizados no controle de moscas doméstica em aviários, podem interferir negativamente não só nas populações de moscas, como também atuar indiretamente reduzindo as populações dos ácaros predadores. Estes organismos foram expostos a 2mL de cada produto com o auxílio de uma torre de Potter, a três tipos de compostos químicos: piretróide (Deltamax), neonicotinóide (Agita) e organofosforado (Colosso). As concentrações utilizadas foram as recomendadas na bula de cada produto. Resumidamente, apenas a população UFLA diferiu nos três parâmetros avaliados, desenvolvimento de larva à adulto, quantidade total gerada e peso médio de pupas, quando comparados tratamentos inseticidas em relação ao tratamento controle, a população GSJ diferiu apenas no parâmetro peso médio de pupas e a população SA diferiu nos parâmetros desenvolvimento de larva à adulto e quantidade total de pupas geradas. Com relação aos efeitos dos tratamentos na população do ácaro predador, o composto químico Agita foi o que resultou em mais indivíduos vivos ao final da avaliação de 48 horas (36% dos indivíduos), para os outros dois compostos Colosso e Deltamax, não houve indivíduos vivos ao final da avaliação. Portanto, recomenda-se a realização de testes antes de se iniciar a aplicação de inseticidas para controle de mosca doméstica do inseto-praga pois, cada população pode reagir diferente ao(s) composto(s) químico(s), além de que os inseticidas utilizados no controle de mosca doméstica em aviários podem ser prejudiciais aos inimigos naturais destas como no caso dos ácaros predadores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Manejo integrado, controle químico, mosca doméstica, ácaro predador, aviários.

## 1 INTRODUÇÃO

A *Musca domestica* Linnaeus, 1758 em baixa densidade populacional é uma praga considerada ocasional contudo, em condições ambientais favoráveis, pode aumentar sua população rapidamente e se tornar um inseto praga (CARVALHO et al., 2003). Esse aumento, frequentemente acontece em regiões de clima mais quente, quando o seu desenvolvimento e ovogênese são acelerados, propiciando o sincronismo de numerosas gerações no ambiente. Uma vez que a população tem sua abundância muito elevada, a dispersão e a invasão destas em domicílios e propriedades tende a ocorrer, causando problemas econômicos e de saúde pública (PRADO, 2003). Isto porque, as moscas são vetores mecânicos de patógenos que causam doenças em humanos e animais, sendo uma importante praga em granjas de aves de postura e outras criações animais (GREENBERG, 1971; AXTELL & ARENDS, 1990).

Dentre os meios mais tradicionais para o controle de moscas, os mais tradicionais em locais de criação animal são, o controle cultural, com a limpeza do local e remoção dos excrementos dos animais (BERCHIERI JUNIOR et al., 2009), e o controle químico, que é realizado com a aplicação de compostos químicos (MARCHIORI et al., 2001). Porém, a mosca doméstica é um exemplo clássico de uma espécie que desenvolve resistência a maioria dos inseticidas químicos conhecidos (LEARMOUNT et al., 2002). Uma outra opção de método de controle, porém menos utilizado, é o uso do controle biológico, que pode ser definido como a utilização de organismos vivos ou produtos de origem biológica (predadores, parasitoides ou patógenos) com finalidade de reduzir, controlar ou suprimir populações específicas de artrópodes que sejam prejudiciais e que podem se tornar pragas (MELO & AZEVEDO, 1998). No caso da *M. domestica*, essa alternativa se mostra bastante propícia pois, no esterco em que ela se desenvolve, existe uma ampla biodiversidade de potenciais inimigos naturais que precisam ser melhor estudadas. Os inimigos naturais, atuam sobre as populações de suas presas ou hospedeiros e quando a população do inseto praga atinge o nível de dano econômico, os inimigos naturais podem ser manejados ou inseridos, criando um complemento aos métodos já utilizados, propiciando um manejo da praga de forma mais eficiente (FONTES & VALADARES-INGLIS, 2020).

Existem inúmeros potenciais agentes biológicos controladores de dípteros e neste estudo, focaremos nos ácaros predadores. Os Mesostigmata, são ácaros com uma grande diversidade de estilos de vida e habitats. Alguns são simbioses de aves, mamíferos, répteis e artrópodes mas, a grande maioria é predador de vida livre e que vivem em inúmeros habitats, como por exemplo, o estrume de animais (LINDQUIST et al., 2009). Dentro desta ordem, a

família Macrochelidae é uma das mais abundantes e diversas de ácaros predadores que vivem em excretas e em animais em decomposição (GERSON et al., 2003; LINDQUIST et al., 2009). A espécie *Macrocheles muscaedomesticae* (Scopoli, 1772), por exemplo, demonstra grande potencial como agente de controle biológico de moscas como, a mosca doméstica e mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans* (Linnaeus, 1758)) chagando a predar 71 % de ovos dessas moscas (PEROTTI, 2001), além de possuir capacidade de controle de outros organismos como colêmbolos (FILIPPONI & PETRELLI, 1967) e nematóides de vida livre (FILIPPONI & FRANCAVIGLIA, 1964). A espécie *Macrocheles glaber* (Müller, 1860) mostrou bons resultados onde, a taxa de predação de uma fêmea adulta do ácaro durante seu tempo de vida de 27,8 dias foi de cerca de 185,6 ovos de *M. domestica*, sendo uma média de 18, 3 ovos da moscas predados pelo ácaro em um dia (AL-DULAIMI, 2002). Outras espécies como *Macrocheles merdarius* (Berlese, 1889), *Macrocheles peniculatus* Berlese, 1918 e *Macrocheles subbadius* (Berlese, 1904) já foram observadas se reproduzindo e se desenvolvendo também em moscas domésticas (FILIPPONI & FRANCAVIGLIA, 1964). Os macroquelídeos além de serem encontrados nos organismos citados acima, também são encontrados em associação a outras inúmeras diferentes espécies de moscas e pequenos artrópodes (AZEVEDO et al., 2015).

Contudo, a aplicação de inseticidas utilizados no controle do inseto praga, podem causar efeitos nocivos nas populações de ácaros, uma vez que estes são influenciados pelos efeitos da toxina e podem ser mortos, ou terem sua longevidade ou a taxa de reprodução diminuirá. Além do fato de que, as populações de organismos considerados presa para os ácaros, como nematóides e colêmbolos (AZEVEDO et al., 2015), poderão reduzir após a aplicação de pesticidas afetando a cadeia alimentar, assim ácaros predadores sofrerão com a falta de alimento, o que pode ser um importante fator indireto do efeito dos pesticidas (GERSON & SMILEY, 1990). Sendo assim, é essencial que ocorra um Programa de Manejo Integrado (PMI) adequado em estabelecimentos de criação animal, controlando a população de moscas e ao mesmo tempo preservando as populações de inimigos naturais (LOPES et al., 2007, 2008). Para que isto ocorra, se faz necessário estudos para melhor compreensão se os métodos de controle adotados são de fato os melhores para serem utilizados em sinergia. Por exemplo, os inseticidas escolhidos para a realização do controle químico, podem estar anulando o efeito benéfico, do controle biológico naquele determinado empreendimento. Com isso, o objetivo deste trabalho foi selecionar dentre os grupos de inseticidas mais utilizados em aviários para o controle de moscas doméstica, qual deste(s) é o mais indicado(s) para a manutenção de inimigos naturais, os ácaros predadores.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização de coletas e experimentos

Para este experimento, foram utilizadas três populações distintas de *M. domestica* e uma população de ácaro predador *M. merdarius*. A primeira população de mosca chamada de UFLA é uma população que não possui histórico de exposição à inseticidas e é oriunda do campus universitário da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG (latitude: 21°13'24.0"S, longitude: 44°58'14.2"W). A segunda população de mosca chamada de GSJ, também é uma população que não possui histórico de exposição à inseticidas e é oriunda de uma granja localizada no município de Lavras, MG (latitude: 21°13'30.0"S, longitude: 45°02'55.8"W), importante citar que nessa mesma granja nas fezes das aves, foi coletada a população de ácaro utilizada no experimento. A terceira população de moscas, chamada de SA é uma população oriunda de um aviário localizado no município de Nepomuceno, MG que possui histórico de exposição à inseticidas. (latitude: 21°12'17.8"S, longitude: 45°14'24.3"W).

As três populações de *M. domestica* foram coletadas e identificadas utilizando chaves de identificação propostas por GRELLA (2011) e CARVALHO & MELLO-PATIU (2008) e mantidas no Laboratório de Entomologia Molecular e Ecotoxicologia do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (DEN-UFLA). A população do ácaro coletada foi identificada utilizando a chave de identificação proposta por KRANTZ (1962) e redescrições da espécie propostas por ÖZBEK et al., (2015) e TAKAKU et al., (2012), mostrando ser a espécie *M. merdarius*. Posteriormente, esta foi encaminhada e criada no Laboratório de Entomologia Molecular e Ecotoxicologia do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (DEN-UFLA). Todos os experimentos de exposição das populações aos inseticidas, foram realizados no Laboratório de Ecotoxicologia e Manejo Integrado de Pragas, do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (DEN-UFLA).

### 2.2 Criação *Musca domestica*

A metodologia para a criação das moscas foi semelhante à sugerida no manual de criação de moscas domésticas da Embrapa (BRITO et al., 2008), com algumas modificações. Foi realizada a captura das moscas nos 3 locais (UFLA, GSJ e SA), onde moscas adultas foram coletadas utilizando uma rede entomológica. Após a coleta, as moscas foram

devidamente identificadas por chaves propostas por GRELLA (2011) e CARVALHO & MELLO-PATIU (2008) para posterior manutenção dos espécimes de *M. domestica* em laboratório, à temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , fotofase de 12 h e umidade relativa de  $70 \pm 10\%$ . As moscas adultas foram mantidas em gaiola de acrílico (30 x 30 x 60 cm). A alimentação dos adultos foi feita com leite integral em pó e açúcar na proporção de 1:1 e algodão embebido em água. Para o preparo do substrato para oviposição das moscas, foi utilizado farelo de trigo e água, na proporção de 1:1, que eram homogeneizados em potes de plásticos de 500ml (10 x 10 x 11 cm) e colocados no interior das gaiolas de criação. Os substratos de oviposição eram substituídos à cada 48 horas. Para o desenvolvimento larval era feito, uma mistura homogênea de farelo de trigo e farinha de carne (ou ração) na proporção de 3:1, a qual era umedecida com água até a obtenção de um meio com consistência pastosa. Nesta etapa, é recomendado misturar o substrato de oviposição contendo os ovos e larvas recém-eclodidas com a mistura homogênea utilizada na alimentação das larvas.

Após sete dias, as larvas começam a ficar lentas, e o restante da alimentação servirá como substrato para as larvas atingirem o estágio de pupa e posteriormente adultos. Nesta etapa, as moscas já no estágio de pupas, eram retiradas dos potes de plásticos de 500ml (10 x 10 x 11 cm) e realocadas para outro recipiente e colocado nas gaiolas onde estavam os adultos, para que quando emergissem e estarem sexualmente maduras, houvesse o acasalamento entre machos e fêmeas e posteriormente essas fêmeas iniciarem a oviposição para continuação do ciclo e propagação da mosca em laboratório.

### **2.3 Criação *Macrocheles merdarius***

Os ácaros foram coletados manualmente das fezes das galinhas depositadas no interior dos galpões da localidade GSJ com auxílio de uma pá. O material coletado foi encaminhado para o laboratório para triagem. Os ácaros predadores encontrados e coletados nas fezes das galinhas, foram mantidos em laboratório de acordo com protocolo descrito por AZEVEDO et al., (2018), com algumas modificações. Foram mantidos em potes de plásticos de 500ml (10 x 10 x 11 cm) utilizando como fonte alimentar ovos e larvas de mosca doméstica e como local onde podiam se abrigar, foi oferecido substrato formado de mistura homogênea de farelo de trigo e farinha de carne (ou ração) na proporção de 3:1, a qual era umedecida com água até a obtenção de um meio com consistência um pouco pastosa. Os potes de plásticos eram tampados com tecido voil para que os ácaros não pudessem escapar. Semanalmente quando necessário, eram aplicados algumas gotas de água mineral no substrato

onde os ácaros eram mantidos para que o ambiente sempre estivesse úmido e em condições ótimas para estes.

## 2.4 Experimentos

Dentre os grupos de inseticidas utilizados no controle da mosca doméstica em aviários, foram escolhidos três grupos: organofosforado, neonicotinoide e piretróide. Estes foram escolhidos para serem testados quanto à sua seletividade aos ácaros predadores. Sendo assim, para cada grupo de inseticida foram escolhidos os seguintes produtos comerciais: Agita 10 WG (ingrediente ativo thiamethoxan, um neonicotinóide de 2ª geração produzido pela empresa Elanco) dose recomendada de 100 gramas de produto para 800mL de água; Colosso Pulverização (ingrediente ativo clorpirifós, um organofosforado produzido pela empresa Ouro Fino) dose recomendada de 1 litro de produto para 800 litros de água e Deltamax 25 CE (ingrediente ativo deltametrina, um piretróide produzido pela empresa Insetimax) dose recomendada de 60mL de produto para 10 litros de água.

Foi utilizado o “método de resíduo de pulverização em uma superfície”, recomendado pelo Grupo de Trabalho “Pesticidas e Artrópodes Benéficos”, da Organização Internacional de Controle Biológico e Integrado de Plantas e Animais Nocivos (IOBC) para testar efeitos adversos desses produtos sobre ácaros predadores (OVERMEER & VAN ZON, 1982; OVERMEER, 1988; HASSAN et al., 1994). Cada um dos inseticidas foi pulverizado utilizando uma torre de Potter (Burkard Scientific, Uxbridge, UK), com um volume de 2 mL de calda (inseticida + água destilada), e para o controle foi utilizado apenas água destilada. Esse método foi utilizado tanto para as três populações de moscas quanto para o ácaro.

Foram escolhidos exatos 2 mL de calda pois, em teste preliminar com um inseticida clorpirifós (organofosforado) este obteve bons resultados com este volume de calda. Quando comparado com o controle (apenas água destilada), o clorpirifós (calda = inseticida + água), causou efeitos negativos consideráveis sobre a população de larvas L3 de moscas domésticas ( $F = 286,66$ ;  $df = 18$ ;  $P = 1,672e-12$ ), onde 49% das larvas de mosca doméstica chegaram a fase à adulta no controle e 0 % das larvas chegaram à fase adulta no inseticida.

Foram realizadas 10 repetições contendo 10 larvas de terceiro ínstar para cada uma das três populações de mosca doméstica e para cada um dos quatro tratamentos: Agita, Colosso, Deltamax e Controle (H<sub>2</sub>O). Do mesmo modo, foram realizadas 10 repetições contendo 10 ácaros em cada repetição para cada um dos quatro tratamentos (Agita, Colosso, Deltamax e Controle (H<sub>2</sub>O)).

Após a aplicação, as larvas de moscas ou os ácaros foram transferidos para placas Petri (5,6 cm Ø), onde no fundo de cada placa foi colocado papel filtro embebido de 0,35 mL de água para que os animais não morressem devido à falta de umidade, posteriormente as placas foram tampadas com papel filme. Após 4 horas do início da avaliação, foram adicionados 1 grama de alimento para que os animais não morressem devido à falta deste. O alimento oferecido, foi o mesmo já utilizado para a criação tanto das fases imaturas das moscas, quanto dos ácaros que é feita a base de farelo de trigo (60 gramas), ração de cachorro triturado (20 gramas) e água (50mL).

Para as larvas, as avaliações se iniciaram após o período de quatro horas desde a aplicação dos inseticidas e se seguiram a cada uma hora até o período de oito horas após a aplicação no primeiro dia, para os dias seguintes, as avaliações ocorreram uma vez por dia até a emergência dos adultos. Para os ácaros, as avaliações se iniciaram após o período de uma hora da aplicação dos inseticidas e seguiram até o período de oito horas desde a aplicação, para os dias seguintes, as avaliações ocorreram uma vez por dia e foram observados até o terceiro dia após a aplicação. As avaliações se basearam em observar quais organismos estavam vivos e quais estavam mortos em fase de larva, quais larvas puparam e quais pupas emergiram em adultos para as moscas domésticas. Para os ácaros, as avaliações se basearam apenas em quais organismos estavam vivos e quais estavam mortos.

## 2.5 Análises estatísticas

Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R versão 3.6.1 (R Development Core Team 2019). As três populações de moscas foram submetidas a análise de sobrevivência de larva até adulto após aplicação dos inseticidas, utilizando modelagem mista de riscos proporcional de Cox (CoxME) contendo efeitos fixos e aleatórios, utilizando o pacote *coxme*. Posteriormente, foi realizada uma análise de contraste para comparar diferenças entre os tratamentos. O mesmo foi feito para a população do ácaro. As análises foram realizadas separadamente para cada população.

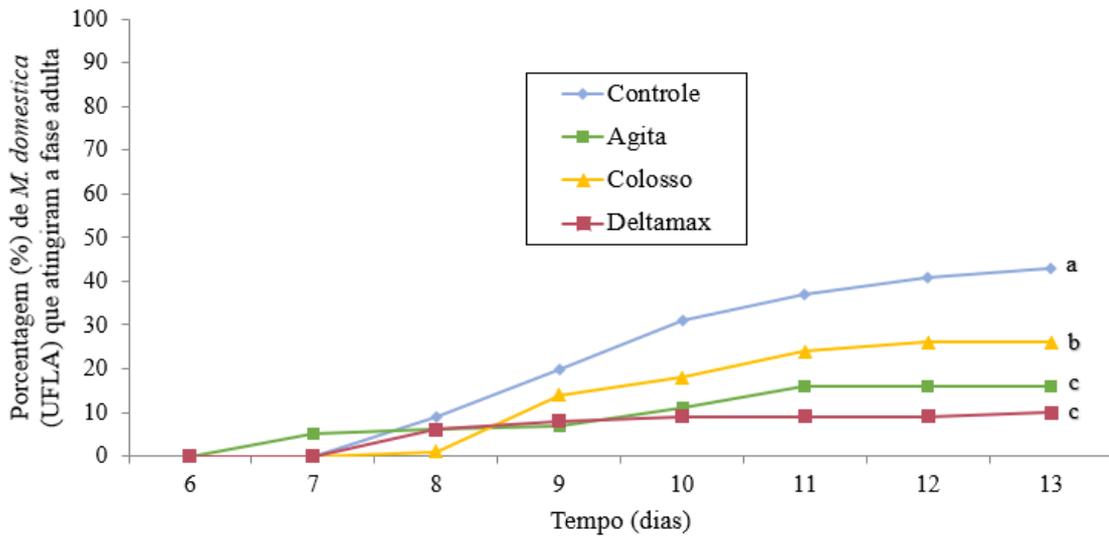
Para cada uma das três populações de moscas foi feito também, avaliações para os parâmetros, número total de pupas geradas e peso das pupas, para ver se existem diferenças significativas entre os quatro tipos de tratamentos (Agita, Colosso, Deltamax e Controle). As diferenças dos parâmetros avaliados para cada uma das três populações de moscas domésticas sobre os tratamentos expostos, foram analisadas usando modelagem linear generalizada mista (GLMM) com distribuição de Poisson, pacote *lme4*. O número de pupas geradas e o peso das

pupas, foram incluídas como variável resposta (y) e os tratamentos (inseticidas e controle) como variável explicativa (x) nos modelos. Para verificar as diferenças significativas entre os tratamentos, foram realizadas análises *Tukey Post-Hoc test* através do pacote *multcomp*.

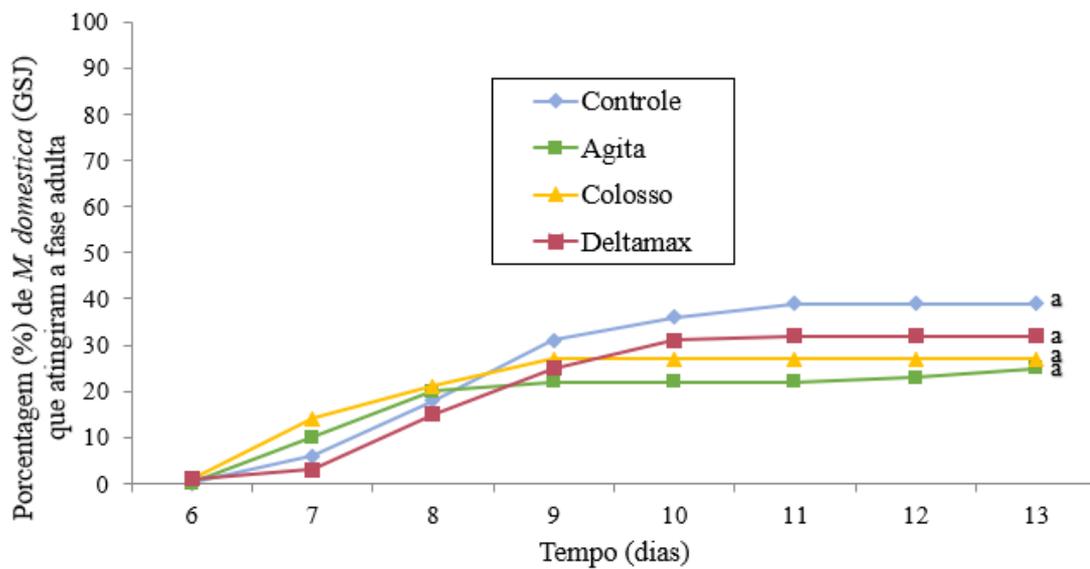
### 3 RESULTADOS

Após exposição das larvas de *M. domestica* da população chamada de UFLA aos inseticidas Agita, Colosso, Deltamax e Controle, em relação ao parâmetro desenvolvimento de larva até a fase adulta, esta população obteve resultados com diferenças significativas, onde os tratamentos diferiram entre si ( $\text{Chi} = 22,107$ ;  $df = 3$ ;  $P < 0,001$ ) (Figura 01). Os inseticidas Agita e Deltamax mostraram resultados semelhantes ( $\text{Chisq} = 0,1044$ ;  $df = 1$ ;  $P = 0,2933$ ) contudo, foram diferentes do tratamento com inseticida Colosso ( $\text{Chisq} = 5,2476$ ;  $df = 1$ ;  $P = 0,02198$ ) e diferentes do Controle ( $\text{Chisq} = 18,837$ ;  $df = 1$ ;  $P < 0,001$ ). Quando comparado ao Controle, o inseticida Colosso também foi observado diferença significativa ( $\text{Chisq} = 3,7773$ ;  $df = 1$ ;  $P = 0,051$ ), com isso, percebe-se que todos os tratamentos inseticidas causaram um efeito negativo na população de mosca doméstica UFLA.

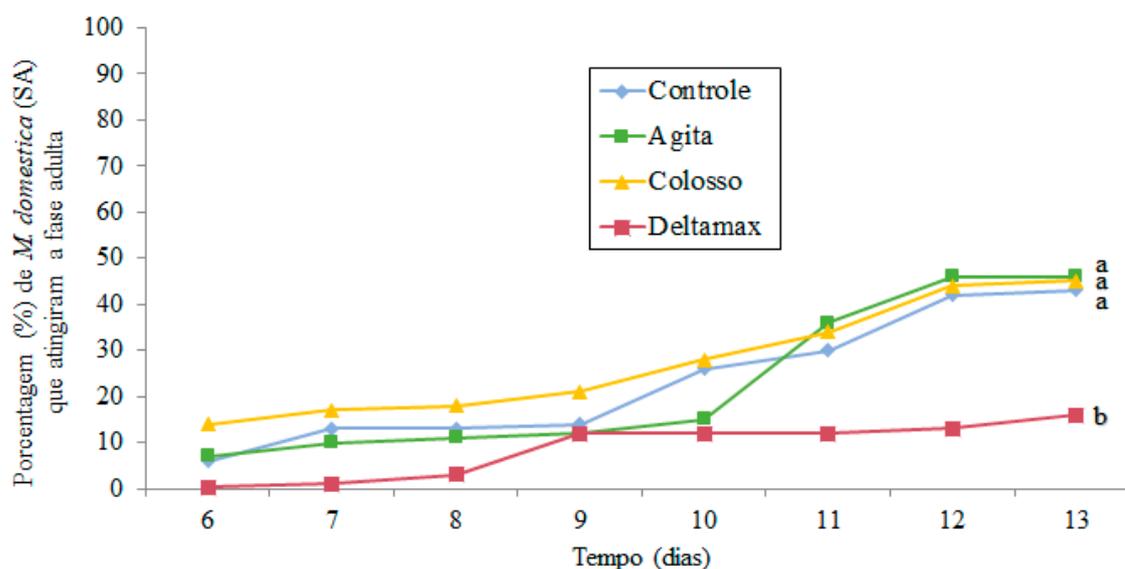
Para a população de moscas GSJ, não foi observado diferença entre os tratamentos ( $\text{Chi} = 3,6888$ ;  $df = 3$ ;  $P = 0,2971$ ), sendo assim, nenhum dos inseticidas causou efeito negativo considerável nessa população de mosca (Figura 02). Para a população SA, foram observadas diferença significativas entre tratamentos ( $\text{Chi} = 14,036$ ;  $df = 3$ ;  $P = 0,0028$ ) (Figura 03) porém, observa-se que apenas um inseticida se diferiu do tratamento controle, sendo este Deltamax ( $\text{Chisq} = 7,5411$ ;  $df = 1$ ;  $P = 0,006$ ). Os demais inseticidas Agita e Colosso, foram estatisticamente semelhantes entre si e semelhantes ao Controle ( $\text{Chisq} = 0,0046$ ;  $df = 1$ ;  $P = 0,9462$ ).



**Figura 01:** Efeitos letais dos inseticidas Agita, Colosso e Deltamax sob o desenvolvimento de *M. domestica* População UFLA.

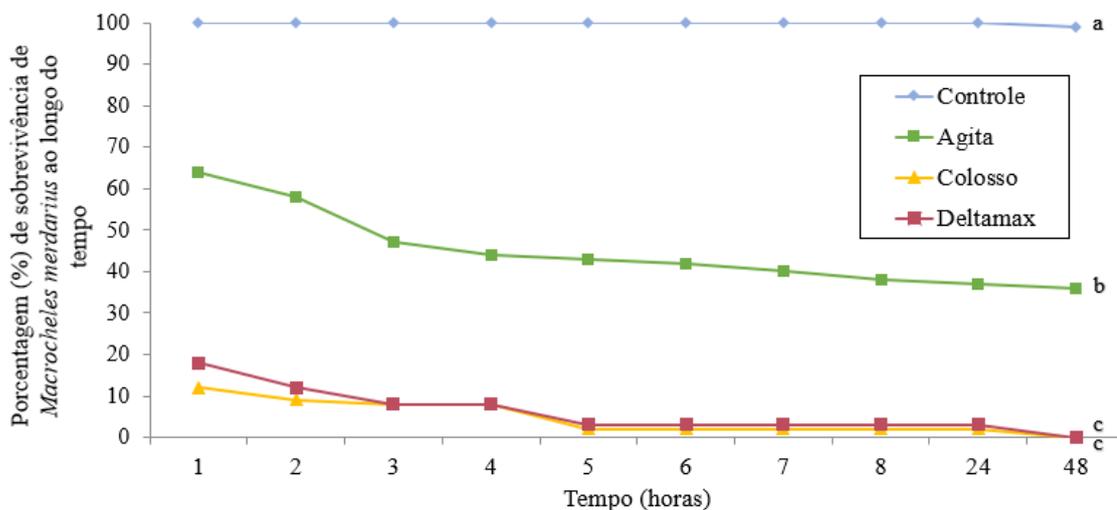


**Figura 02:** Efeitos letais dos inseticidas Agita, Colosso e Deltamax sob o desenvolvimento de *M. domestica* População GSJ.



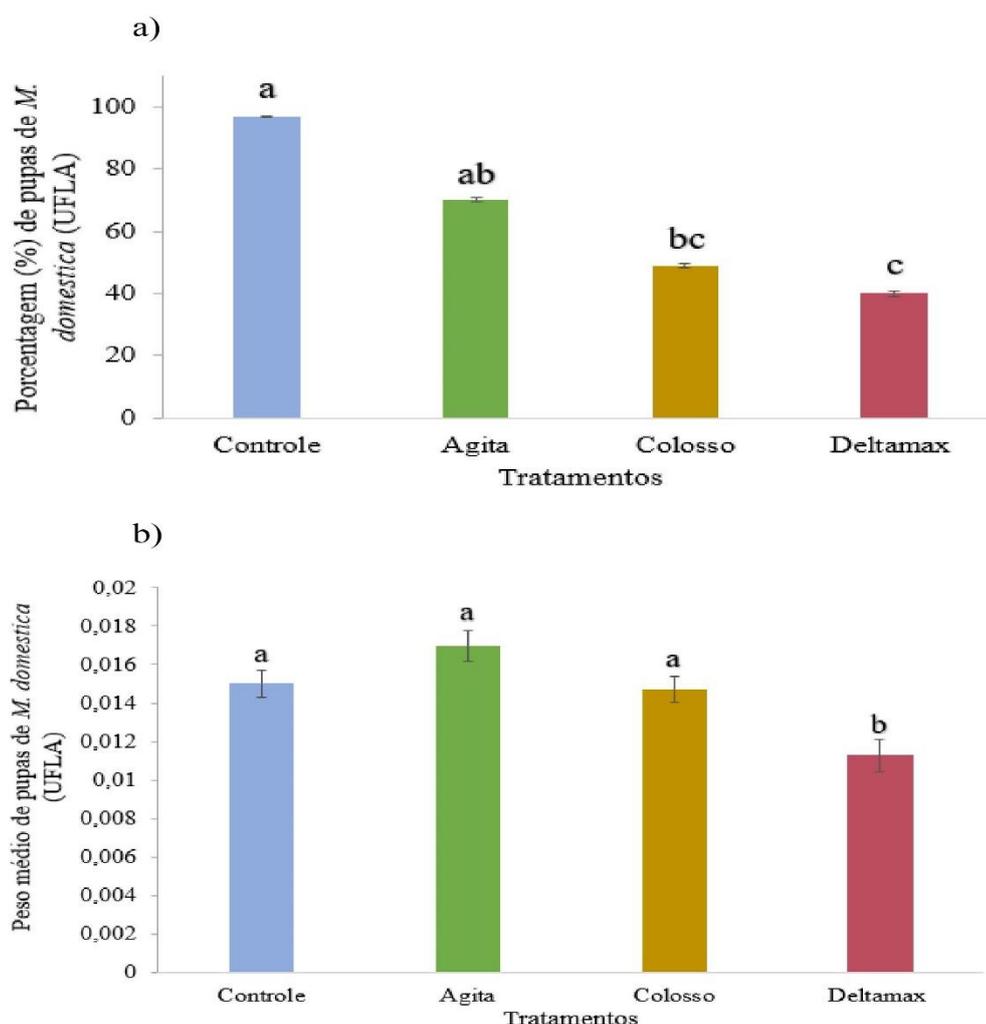
**Figura 03:** Efeitos letais dos inseticidas Agita, Colosso e Deltamax sob o desenvolvimento de *M. domestica* População SA.

Foi observado que houve diferenças estatísticas para sobrevivência do ácaro predador exposto aos inseticidas quando comparado ao Controle ( $\chi^2 = 243,97$ ;  $df = 3$ ;  $P < 0,001$ ) (Figura 04). Os inseticidas Colosso e Deltamax mostraram resultados semelhantes ( $\chi^2 = 0$ ;  $df = 1$ ;  $P = 0,9994$ ), mas foram diferentes do Controle ( $\chi^2 = 121,59$ ;  $df = 1$ ;  $P < 0,001$ ). Agita e Controle se diferiram também ( $\chi^2 = 97,421$ ;  $df = 1$ ;  $P < 0,001$ ), mostrando que todos os inseticidas causaram algum efeito negativo na sobrevivência dessa espécie de ácaro. Dentre os três inseticidas utilizados, o composto químico Agita foi o que resultou em mais indivíduos vivos ao final da avaliação de 48 horas (36% dos indivíduos), para os outros dois compostos Colosso e Deltamax, não houve indivíduos vivos ao final da avaliação (0% de indivíduos).



**Figura 04:** Efeitos letais dos inseticidas Agita, Colosso e Deltamax sob *Macrocheles merdarius*.

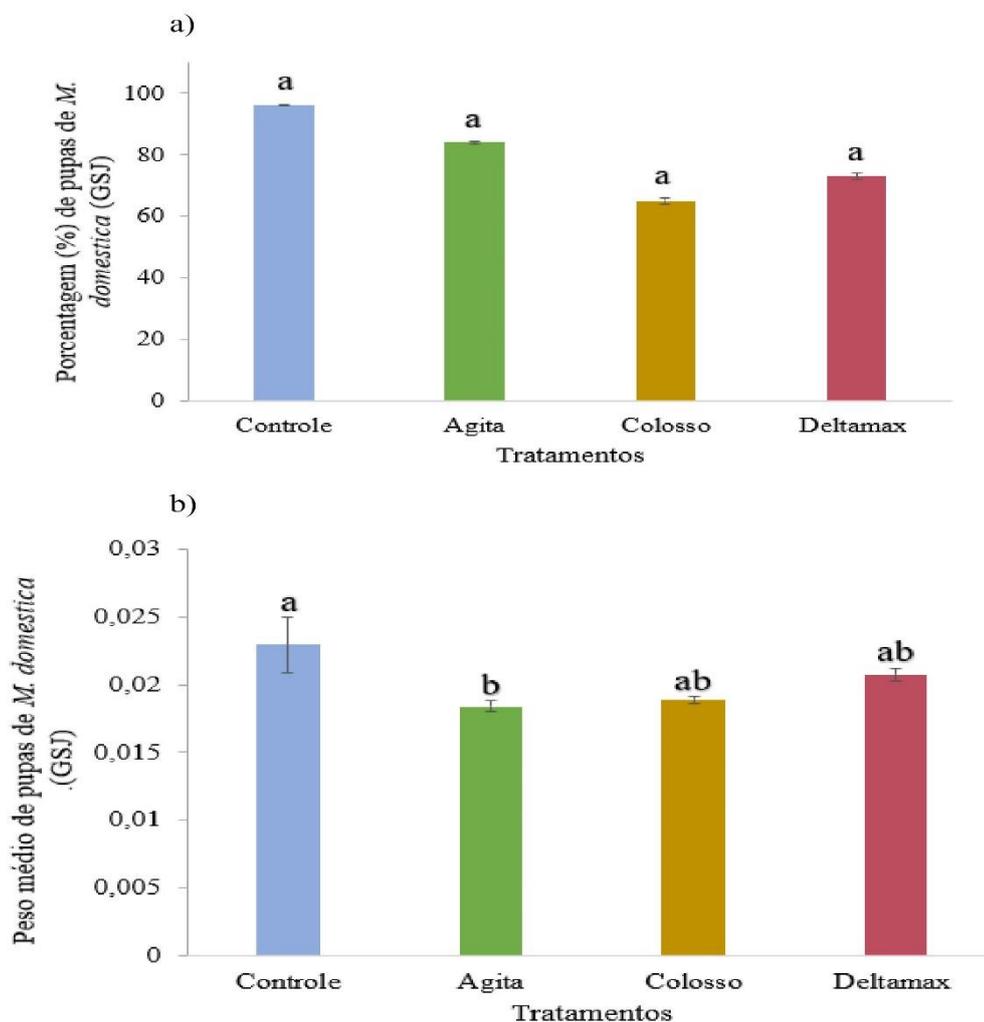
Como resultados dos efeitos dos inseticidas Agita (neonicotinoide), Colosso (organofosforado) e Deltamax (piretróide) para o parâmetro número total de pupas geradas, a população de moscas domésticas UFLA mostrou diferenças entre os tratamentos ( $F = 9,0753$ ;  $df = 36$ ;  $P = 0,0001312$ ) o inseticida Colosso diferiu do Controle ( $P = 0,00116$ ) assim como o inseticida Deltamax ( $P < 0,001$ ) mostrando que os dois inseticidas causaram um efeito negativo com relação ao total de pupas geradas para a população de mosca, o inseticida Agita não diferiu do Controle e nem do inseticida Colosso porém, foi observada diferenças estatísticas entre ele e o inseticida Deltamax ( $P = 0,03317$ ), mostrando que este foi o único inseticida que não causou um efeito negativo significativo nesta população de mosca doméstica (Figura 05 a). Como resultados dos efeitos dos inseticidas Agita (neonicotinoide), Colosso (organofosforado) e Deltamax (piretróide) para o parâmetro peso médio de pupas, a população UFLA obteve diferenças significativas entre tratamento inseticida quando comparado ao Controle ( $F = 7,2612$ ;  $df = 252$ ;  $P = 0,0001086$ ) onde, apenas o inseticida Deltamax, mostrou ser estatisticamente diferente e causando um efeito negativo no peso das pupas da população da mosca doméstica quando comparado não só com o Controle ( $P = 0,00583$ ) mas, com inseticida Agita ( $P < 0,001$ ) e inseticida Colosso ( $P = 0,03115$ ) (Figura 05 b).



**Figura 05:** (a) Efeitos dos inseticidas Agita, Colosso e Deltamax sob pupas de *M. domestica* População UFLA. (b) Efeitos dos inseticidas Agita, Colosso e Deltamax sob o peso de pupas (g) de *M. domestica* População UFLA.

Como resultados dos efeitos dos inseticidas Agita (neonicotinoide), Colosso (organofosforado) e Deltamax (piretróide) para o parâmetro número total de pupas geradas, na população de moscas GSJ não foram encontradas diferenças significativas entre os inseticidas quando comparados ao Controle ( $F = 2,5675$ ;  $df = 36$ ;  $P = 0,06957$ ), sendo assim, observa-se que os inseticidas Agita, Colosso e Deltamax não promoveram efeitos negativos com relação a este parâmetro estudado nesta população de mosca doméstica (Figura 06 a). Como resultados dos efeitos dos inseticidas Agita (neonicotinoide), Colosso (organofosforado) e Deltamax (piretróide) para o parâmetro peso médio de pupas, a população de mosca doméstica GSJ obteve diferenças estatísticas entre tratamentos ( $F = 3,1429$ ;  $df = 316$ ;  $P = 0,0255$ ) porém, apenas o inseticida Agita mostrou ser diferente do Controle ( $P = 0,0290$ ) apresentando ser o único inseticida que causou efeitos negativos no peso de pupas da

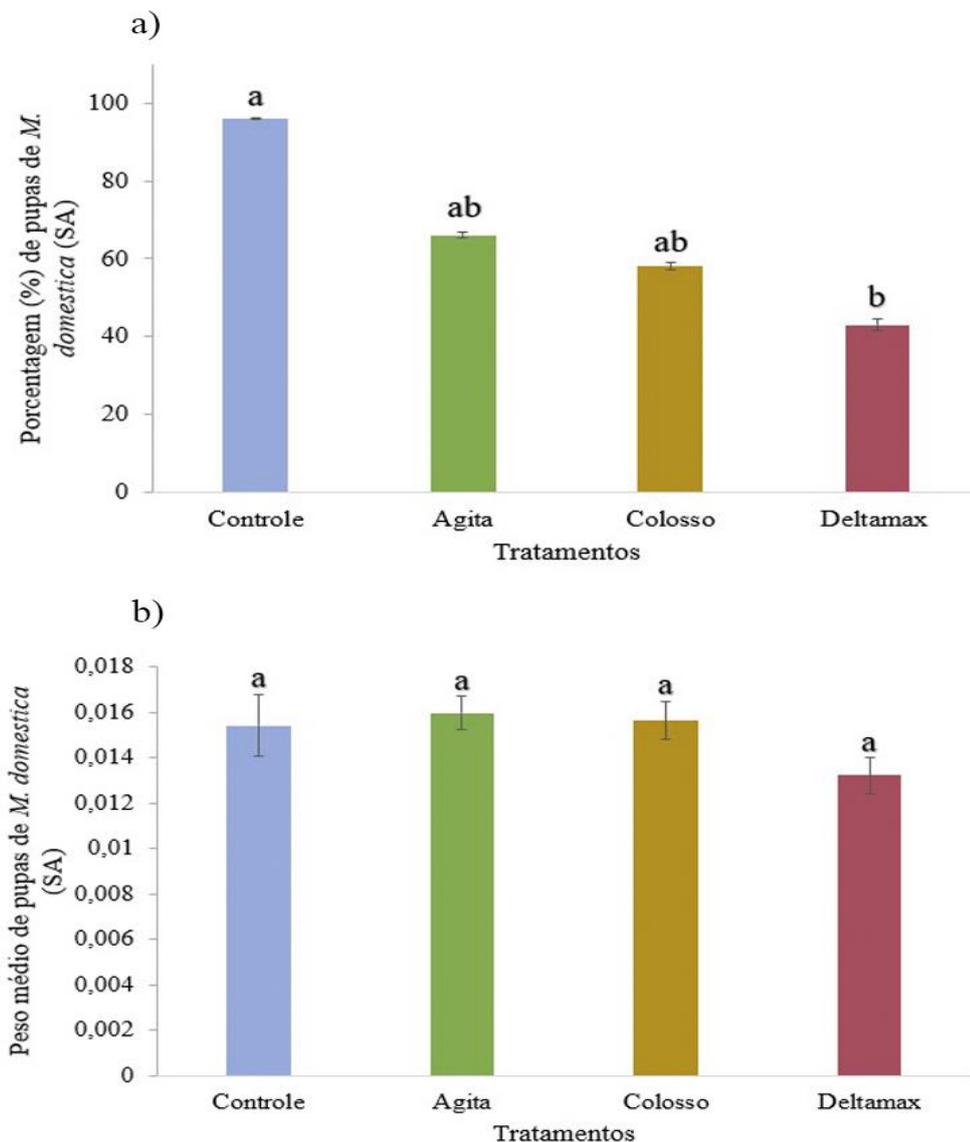
população de mosca, para os inseticidas Colosso e Deltamax não foram encontradas diferenças estatísticas em relação ao Controle e nem com relação ao inseticida Agita sendo parecidos com ambos (Figura 06 b).



**Figura 06:** (a) Efeitos dos inseticidas Agita, Colosso e Deltamax sob pupas de *M. domestica* População GSJ. (b) Efeitos dos inseticidas Agita, Colosso e Deltamax sob o peso de pupas (g) de *M. domestica* População GSJ.

Como resultados dos efeitos dos inseticidas Agita (neonicotinoide), Colosso (organofosforado) e Deltamax (piretróide) para o parâmetro número total de pupas geradas, na população de moscas domésticas SA, foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos ( $F = 4,0462$ ;  $df = 36$ ;  $P = 0,01409$ ) contudo, apenas o inseticida Deltamax mostrou ser estatisticamente diferente do Controle ( $P = 0,00652$ ), os inseticidas Agita e Colosso se mostraram ser parecidos tanto com o tratamento Controle quanto com o inseticida Deltamax, não provendo efeitos negativos significativos no número total de pupas geradas

para esta população de mosca doméstica (Figura 07 a). Como resultados dos efeitos dos inseticidas Agita (neonicotinoide), Colosso (organofosforado) e Deltamax (piretróide) para o parâmetro peso médio de pupas, para a população de mosca doméstica SA, não foram observadas diferenças estatísticas entre os inseticidas quando comparados ao tratamento controle ( $F = 0,9004$ ;  $df = 259$ ;  $P = 0,4415$ ), sendo assim os inseticidas Agita (neonicotinoide), Colosso (organofosforado) e Deltamax (piretróide) não promoveram efeitos negativos nesta população de mosca doméstica (Figura 07 b).



**Figura 07:** (a) Efeitos dos inseticidas Agita, Colosso e Deltamax sob pupas de *M. domestica* População SA. (b) Efeitos dos inseticidas Agita, Colosso e Deltamax sob o peso de pupas (g) de *M. domestica* População SA.

#### 4 DISCUSSÃO

Os resultados deste trabalho mostram que, populações distintas de *M. domestica* podem reagir de formas diferentes quando expostas aos mesmos compostos químicos. Entre as três populações de moscas utilizadas neste experimento, apenas a população chamada de UFLA (população que não possui histórico de exposição a inseticidas) mostrou diferença estatística em todos os parâmetros avaliados. A população GSJ (população que não possui histórico de exposição a inseticidas) apenas no parâmetro peso médio de pupas, foi observado diferença estatísticas entre inseticida quando comparado ao tratamento controle e o único inseticida que promoveu efeitos negativos consideráveis foi o inseticida Agita (neonicotinoide). Para a população SA (população que possui histórico de exposição a inseticidas) foram observadas diferenças estatísticas em dois parâmetros, no desenvolvimento de larva até adulto e número total de pupas geradas contudo, o único inseticida que causou efeitos negativos significativos nessa população com a concentração utilizada foi o inseticida Deltamax (piretróide).

Os três grupos de inseticidas utilizados neste trabalho, Neonicotinoide (Agita), Organofosforado (Colosso) e Piretróide (Deltamax) são produtos indicados para controlar moscas (VEGAS Y NARREA, 2011). Estes foram escolhidos pois, estão entre os compostos químicos que são utilizados no aviário que possui histórico de aplicações de inseticidas citados no capítulo 1 e neste capítulo (ARPA RIO GRANDE, 2019). Mas estes, não são os únicos inseticidas utilizados para o controle da mosca doméstica adulta no Brasil, sendo utilizados também, Propoxur (nome comercial: Bolfo Pik Pulga), Carbaryl (Farmaril), Carbaryl e Cipermetrina (Talfon Top), Metomil (Vetomil), Metrifonato (Tira-Berne), Ciromazina (Ciromazin 1%), Diflubenzuron (Difly), Piretrina e Butóxido de Piperonila (Aquapy) e Imidacloprido (Temprid), além dos reguladores de crescimento (Neporex, Larvadex e Starcyde) (Legislação Federal de Agrotóxicos e Afins 1995, Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Saúde Animal - SINDAN 2016).

Porém, é importante mencionar aqui que, os produtos Agita, Colosso e Deltamax são adulticidas e a exposição destes em larvas de mosca doméstica feitas neste trabalho, partiu da hipótese de que, quando estes inseticidas são utilizados no ambiente do aviário podem acidentalmente atingir as fezes que estão presentes no local, onde estão presentes larvas de moscas e os inimigos naturais desta (no caso deste trabalho se concentrando nos ácaros predadores).

Apesar destes produtos não serem larvicidas, foram encontrados estudos utilizando algum desses grupos diretamente em larvas. SOHA et al., (2004), testou o ingrediente ativo clorpirifós, o mesmo encontrado no inseticida Colosso, em larvas de mosca doméstica e obteve como resultado que, não houve resistência desta contra o composto testado. ISLAM DAD & ANJUM, (2011) testaram também clorpirifós em larvas de mosca doméstica e observaram que as larvas quando foram tratadas com o composto quando conseguiram pupar, não conseguiram emergir completamente (este fato também foi observado na população de moscas doméstica UFLA onde as larvas até conseguiam chegar a fase de pupa quando foram expostas aos compostos químicos porém, não emergiam completamente em adultos), e concluíram que a letalidade do químico clorpirifós foi substancial para matar larvas de *Musca doméstica*. Com relação ao parâmetro peso médio de pupas não foram encontrados estudos que utilizaram os mesmos compostos químicos testados, porém, AMBROS & PRADO, (2010) utilizando avermectina em larvas de populações distintas de mosca doméstica e perceberam que houve o aparecimento de pupas deformadas e com pesos menores quando comparadas com as do tratamento controle. Em contrapartida, MACEDO et al., (2006) utilizou o mesmo larvicida em larvas e pupas de mosca doméstica e não encontrou nenhuma diferença significativa neste parâmetro.

Quando os compostos químicos escolhidos para este estudo, foram utilizados em moscas adultas, observou-se resultados variados, como por exemplo, NASEEM et al., (2011), testou o inseticida clorpirifós em três populações diferentes de mosca doméstica e obteve que não houve resistências das populações com relação ao composto químico. CHAMPMAN & MORGAN (1992), avaliaram a resistência em populações de mosca doméstica sendo tratados contra os piretróides permetrina, deltametrina (ingrediente ativo do inseticida Deltamax), cipermetrina e alfacipermetrina, e obteve como resultados que, a eficácia destes foi superior a 90% contudo, o efeito sobre a população que estava em campo durou até o dia 19 após a exposição, quando a densidade populacional de moscas voltou a ser a mesma e quando o teste foi repetido a população já mostrou fatores de resistência aos piretróides. Já ABBAS et al., (2015), avaliou a resistência de cinco populações distintas de *M. domestica* de instalações avícolas à inseticidas e observou níveis muito baixos de resistência à deltametrina. Com relação ao uso do inseticida thiamethoxam (ingrediente ativo do inseticida Agita), KHAN et al., (2015), estudou oito populações distintas de mosca doméstica e as comparou com população de laboratório e encontrou como resultados que moscas domésticas de diferentes áreas apresentaram níveis variados de resistência ao thiamethoxam quando comparadas com a população de laboratório. JUNIOR et al., (2010), obteve que o inseticida thiamethoxam

utilizado no ambiente controlado e em campo obteve respectivamente 94,74 % e 98,03% de eficácia no controle de moscas doméstica.

De modo geral, o que podemos concluir com todos os resultados citados acima, é de que diferentes populações da *M. domestica*, podem reagir de forma bem distintas aos mesmos produtos utilizados. Novos inseticidas com novos modos de ação, são cada vez mais difíceis e caros para serem desenvolvidos, sendo assim, é essencial manter a eficácia dos inseticidas pré-existentes por meio do desenvolvimento de estratégias de manejo da resistência (KHAN et al., 2015). Importante mencionar aqui que, serão feitos no futuro, experimentos adicionais com relação à análises de dose-resposta destes inseticidas utilizado neste trabalho, para que possamos ter compreensão do grau de resistência e suscetibilidade dessas populações aos inseticidas aqui testados. Pois, é de suma importância ter a maior informação possível a respeito dos produtos utilizados para que se entenda os efeitos deletérios destes nos organismos e assim sejam utilizados da melhor forma.

Os resultados encontrados para a população do ácaro mostram que, o uso de inseticidas pode causar efeitos deletérios sobre a população do inimigo natural, estes resultados são análogos a outras pesquisas onde os autores perceberam o efeito nocivo dos compostos químicos sobre as populações de ácaros predadores (AXTELL & RUTZ 1986; AXTELL & ARENDS 1990; MATTOS, 1992). Como demonstrado no capítulo anterior, no aviário com histórico de aplicação de inseticidas, não foram encontrados ácaros predadores e, portanto, neste estudo utilizamos apenas uma população de ácaro predador que foi coletada do aviário sem histórico de aplicação de inseticida. No entanto, recomenda-se que sejam feitos testes com outras populações e espécies de ácaros predadores para que, se possa ter uma maior compreensão do efeito dos três inseticidas utilizados sobre diferentes espécies de ácaros predadores.

A espécie de ácaro utilizada neste trabalho *M. merdarius*, é uma espécie de ácaro que já foi encontrada em diferentes fezes de animais domésticos como (bovinos, equinos, ovelhas, frangos a patos) (AXTELL, 1963) e tem a característica de se adaptar bem inclusive em fezes de galinhas poedeiras (DE JESUS & RUEDA, 1990), sendo uma das primeiras espécies a colonizar fezes (CICOLANI, 1992). Além disso, pode ser encontrada em locais como solo superficial, plantas em decomposição e em foresia com outros organismos, principalmente besouros, uma característica importante já que a forese é um importante comportamento que na dispersão para diferentes áreas, especialmente para áreas mais adequadas para a reprodução (NIOGRET et al., 2006). Alguns estudos em laboratório já foram realizados, mostrando o potencial de predação da espécie, HO & AUMETUA (1990), por exemplo,

avaliaram a taxa de predação da espécie e obtiveram como resultados que, a maior taxa de predação foi em fêmeas (3,1 ovos / ácaro / dia), chegando na conclusão de que *M. merdarius* apresenta potencial como agente de controle biológico de *M. domestica* em esterco de aves. Ovos de mosca domestica também foram oferecidos a esta espécie por HARTINI et al., (1998) que teve como resultados que fêmeas adultas tiveram taxa de predação de 18,25% em ovos da mosca (1,8 ovos / dia) e que a fase de deutoninfa obteve uma taxa de predação de 13% (1,3 ovos / dia) e que também em seus resultados conclui que, *M. merdarius* tem potencial no controle de *M. domestica*. Sendo assim, esta é uma potencial espécie que pode ser utilizada como controladora de mosca doméstica em aviários e precisa ser preservada nos estabelecimentos onde é encontrada.

O manejo de pragas é definido como a composição de um ou mais métodos de controle (químico, cultural, biológico) com o objetivo de manter as populações dos insetos abaixo do limite de dano econômico e causando o menor dano possível ao ambiente onde se encontram (FAO, 2000). Dito isto, de acordo com nossos resultados, o composto químico Agita (neonicotinóide) seria o mais indicado dentre os três compostos testados, quando utilizados com a concentração recomendado na bula do produto, isso pois, foi o produto que menos causou danos negativos no inimigo natural mas, contudo também causou menos danos na população do inseto praga. Porém, se considerarmos que no ambiente do aviário as moscas irão sofrer ação de controle não só do químico mas, do biológico com os ácaros predadores e demais potenciais inimigos naturais que estejam no local e também do cultural, é possível que o manejo das populações de mosca doméstica seja satisfatório mas, para podermos afirmar isto, são necessários estudos adicionais.

## REFERÊNCIAS

- ABBAS, N., SHAD, S. A., ISMAIL, M. (2015). Resistance to conventional and new insecticides in house flies (Diptera: Muscidae) from poultry facilities in Punjab, Pakistan. *Journal of Economic Entomology*, 108(2): 826-833. <https://doi.org/10.1093/jee/tou057>
- ABDEL LATIF, S., ABOU EL-ELA, N., AWAD, O., EL-FIKI, S. (2004). Monitoring of Housefly [*Musca Domestica*] Population Abundance in Alexandria Governorate and Assessment of its Susceptibility towards some Commonly Used Insecticides. *Journal of High Institute of Public Health*, 34(4): 941-960. <https://doi.org/10.21608/jhiph.2004.183674>
- AL-DULAIMI, S. I. (2002). Predation by the mite *Macrocheles glaber* (Müller) (Acarina: Macrochelidae) on the house fly *Musca domestica* L. with some notes on its biology. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum*, 9:7–11.
- AMBROS, C. M. G., & PRADO, A. P. (2010). Resistência à ivermectina em populações de *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) provenientes de granjas de galinhas poedeiras. *Arquivos do Instituto Biológico*, 77(2). <https://doi.org/10.1590/1808-1657v77p2392010>
- ARPA RIO GRANDE: Agência Regional de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Grande. (2019). Análise ambiental pericial referente às medidas de prevenção e combate às moscas das unidades do Aviário Santo Antônio LTDA, Lavras, ARPA.003.2019, 120p.
- AXTELL, R. C. (1963). Acarina occurring in domestic animal manure. *Annals of Entomological Society of America*, 56: 628-633.
- AXTELL, R. C., RUTZ, D. A. (1986). Role of parasites and predators as biological fly control agentes in poultry production facilities. *Entomological Society of America. Misc. Publ.* 62.
- AXTELL, R. C., & ARENDS, J. J. (1990). Ecology and management of arthropod pests of poultry. *Annual Review of Entomology* 35: 101-126. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.35.010190.000533>
- AZEVEDO, L. H., EMBERSON, R. M., ESTECA, F. C. N., MORAES, G. J. (2015). Ácaros macrochelídeos (Mesostigmata: Macrochelidae) como agentes de controle biológico. In: CARRILO, D., MORAES, G. J., PEÑA, J. (eds.). *Prospects for Biological Control of Plant Feeding Mites and Other Harmful Organisms. Springer International Publishing*, Suíça, 103-132.
- AZEVEDO, L. H., FERREIRA, M. P., CASTILHO, R. C., CANÇADO, P. H. D., MORAES, G. J. (2018). Potential of *Macrocheles* species (Acari: Mesostigmata: Macrochelidae) as control agents of harmful flies (Diptera) and biology of *Macrocheles embersoni* Azevedo, Castilho and Berto on *Stomoxys calcitrans* (L.) and *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Biological Control*, 123: 1-8.
- BERCHIERI JUNIOR, A., & FREITAS NETO, O. C. S. Salmoneloses aviárias. In: BERCHIERI JUNIOR, A., SILVA, E. N., DI FÁBIO, J., SESTI, L., ZUANAZE, M. A. F. (2009). *Doenças das aves*. 2.ed. Campinas: FACTA. Seção 4, 435-454 p.

BRITO, L. G., OLIVEIRA, M. C. S., GIGLIOTI, R., BARBIERI, F. S., NETTO, F. G. S., CHAGAS, A. C. S., CELESTINO, O. O. (2008). Manual de identificação, importância e manutenção de colônias estoque de dípteras de interesse veterinário em laboratório. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia. 25 p. – (Documentos / Embrapa Rondonia, ISSN 0103-9865; 125).

CARVALHO, A. R., D'ALMEIDA, J. M., MELLO, R. P. (2003). Uma revisão sobre himenópteros parasitóides de moscas sinantrópicas, e seus principais hospedeiros e habitats no Brasil. *Entomologia y Vectores*, 10: 237-253.

CARVALHO, C. J. B & MELLO-PATIU, C. A. (2008). Key to the adults the most common forensic species of Diptera in South America. *Revista Brasileira de Entomologia*, 52(3): 390-406.

CHAMPMAN, P. A., & MORGAN, C. P. (1992). Insecticide resistance in *Musca domestica* L. from eastern England. *Pesticide Science*, 36: 35-45.

CICOLANI, B. (1992). Macrochelid mites (Acari: Mesostigmata) occurring in animal droppings in the pasture ecosystem in central Italy. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 40: 47-60.

DE JESUS, L. R. A., & L. M. RUEDA. (1990). Some Philippine macrochelid mites (Acarina: Macrochelidae). *Philippine Entomologist*, 8: 709–725.

FAO. (2000). Food And Agriculture Organization Of The United Nations. Plant protection system. Integrated Pest Management. Available from World Wide Web: <<http://www.fao.org/ag/agp/agpp/ipm/Issues.htm>>

FERNÁNDEZ, D., MANCIPE, L., FERNÁNDEZ, D. (2010). Intoxicación por organofosforado. *Revista Medicina*, 18(1): 84-92.

FILIPPONI, A., & FRANCAVIGLIA, G. (1964). Larviparità facoltativa in alcuni macrochelidi (Acari: Mesostigmata) associati a muscidi di interesse sanitario. *Parassitologia* 6: 99–113.

FILIPPONI, A., & PETRELLI, M. G. (1967). Autoecologia e capacità' moltiplicativa di *Macrocheles muscaedomesticae* (Scopoli) (Acari: Mesostigmata). *Rivista di parassitologia*, 28: 129–156.

FONTES, E. M. G., VALADARES-INGLIS, M. C. (2020). Controle biológico de pragas da agricultura. Brasília, DF: EMBRAPA, 510 p.

GERSON, U., & SMILEY, R. L. (1990). Acarine Biocontrol Agents. London, *Chapman & Hall*, 174p.

GERSON, U., SMILEY, R., OCHOA, R. (2003). Mites (Acari) for Pest Control. *Blackwell Science*, Oxford. <https://doi.org/10.1002/9780470750995>

GREENBERG, B. (1971). Flies and disease: ecology, classification and biotic associations. New Jersey: Princeton University, 856 p.

GRELLA, M. D. (2011). Chave taxonômica interativa para espécie de dípteros califorídeos (Infraodem: Muscomorpha) do Brasil. Campinas, SP. 64p.

HASSAN, S. A., BIGLER, F., BOGENSCHUTZ, H., BOLLER, E., BRUN, J., CALIS, J. N. M., COREMANS-PELSENEER, J., DUSO, C., GROVE, A., HEIMBACH, U., HELYER, N., HOKKANEN, H., LEWIS, G. B., MANSOUR, F., MORETH, L., POLGAR, L., SAMSOE-PETERSEN, L., SAUPHANOR, B., STAUBLI, A., STERK, G., VAINIO, A., VAN DE VEIRE, M., VIGGIANI, G., & VOGT, H. (1994). Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/ WPRS - working group "Pesticides and Beneficial Organisms". *Entomophaga* 39: 107-119.

HARTINI, S., SIGIT, S. H., KADARSAN, S., KOESHARTO, F. X. (1998). Predation of *Macrocheles merdarius* Berlese mite, (Acari: Macrochelidae) on *Musca domestica* Linnaeus fly eggs in vitro. *Berita Biologi*, 4(2,3).

HEMINGWAY, J., & RANSON, H. (2000). Insecticide resistance in insect vectors of human disease. *Annual Review of Entomology*, 5: 371-391.

HO, T. M., & AUMETUA, T. V. (1990). Effects of age and sex of mites, and temperature, on the predation rates of *Macrocheles merdarius* on *Musca domestica* eggs. *Tropical Biomedicine*, 7(1): 97-101.

ISLAM DAD, M. J. Y., & ANJUM, S. I. (2011). Determination of LC50 of chlorpyrifos and nem extract on third instar larvae of house flies and their effect on fecundity. *Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(2): 169-174. ISSN: 1814-8085

JUNIOR, P. I. F., DA CRUZ VIEIRA, V. P., CORREIA, T. R., SCOTT, F. B., MARTINS, F. I. V. (2010). Atividade do neonicotinoide tiametoxam sobre *Musca domestica* (Linnaeus, 1758)(Diptera, Muscidae). *Ciência Animal Brasileira*, 11 (3), 637-642.

KEIDING, J., & JESPERSEN, J. B. (1986). Effect of different control strategies on the development of insecticide resistance by houseflies: experience from Danish farms. In *Proc Brighton Crop Protection Conference-Pests and Diseases*, BCPC, Farnham, Surrey. UK, 623-630.

KHAN, H. A. A., AKRAM, W., IQBAL, J., NAEEM-ULLAH, U. (2015). Thiamethoxam Resistance in the House Fly, *Musca domestica* L.: Current Status, Resistance Selection, Cross-Resistance Potential and Possible Biochemical Mechanisms. *PLoS ONE*, 10(5): e0125850. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0125850>

KRANTZ, G. W. (1962). A review of the genera of the family Macrochelidae Vitzthum 1930 (Acarina: Mesostigmata). *Acarologia*, 4(2): 143-173.

LEARMOUNT, J., CHAPMAN, P., MACNICOLL, A. (2002). Impact of na insecticide resistance strategy for house fly (Diptera: Muscidae) control in intensive animal units in the United Kingdom. *Journal of Economic Entomology*, 95(6): 1245-1250. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-95.6.1245>

LINDQUIST, E. E., KRANTZ, G. W., WALTER, D. E. (2009). Order Mesostigmata. In:

KRANTZ, G. W., WALTER, D. E. (Eds.), A Manual of Acarology. *Texas Tech University Press*, Lubbock, 124–232.

LOPES, W. D. Z., COSTA, F. H., LOPES, W. C. Z., BALIEIRO, J. C., SOARES, V. E., & PRADO, A. P. D. O. (2008). Abundância e Sazonalidade de dípteros (Insecta) em granja aviária da região nordeste do estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 17(1): 21-27. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612008000100005>

LOPES, W. D. Z., COSTA, F. H., LOPES, W. N. C. Z., BALIEIRO, J. C. C., SOARES, V. E. L., PRADO, A. P. (2007). Artrópodes Associados ao Excremento de Aves Poedeiras. *Neotropical Entomology*, 36(4): 597-604. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2007000400020>

MACEDO, D. M., CHAABAN, A., BORJA, G. E. M. (2006). Post-embryonic development of *Musca domestica* L. 1758 raised in cattle feces treated with different avermectins. *Ciência Animal*, 16(1): 45-50.

MARCHIORI, C. H., OLIVEIRA, A. T., LINHARES, A. X. (2001). Artrópodes associados a massas fecais bovinas no Sul do Estado de Goiás. *Neotropical Entomology*, 30: 10-24. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2001000100004>

MATSUDA, K., BUCKINGHAM, S. D., KLEIER, D., RAUH, J. J., GRAUSO, M., SATTELLE, D. B. (2001). Neonicotinoids: insecticides acting on insect nicotinic acetylcholine receptors. *Trends in Pharmacological Sciences*, 22: 573-580.

MATTOS, J. N., & TREAT, A. E. (1992). Macroquelídeos associados a fezes acumuladas em granjas de aves poedeiras do município de montemor, estado de São Paulo: levantamento, taxonomia e estudos populacionais (Acari, Gamasida: Macrochelidae). Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual de Campinas.

MELO, I. S., & AZEVEDO, J. L. (1998). Controle Biológico - volume 1. EMBRAPA: Jaguariúna – SP, 262 p.

MESSELINK, G., & VAN HOLSTEIN-SAJ, R. (2008). Improving thrips control by the soil-dwelling predatory mite *Macrocheles robustulus* (Berlese). *IOBC WPRS BULLETIN*, 32: 135.

NASEEM, S., TAHIR, S. M., YAQOOB, R., MUSTAFA, R. (2011). Susceptibility of *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) to  $\lambda$ -cyhalothrin and chlorpyrifos in Sargodha District. *Biologia (Pakistan)*, 57: 105 – 110.

NIOGRET, J., LUMARET, J. P., BERTRAND, M. (2006). Review of the phoretic association between coprophilous insects and macrochelid mites (Acari: Mesostigmata) in France. *Elytron*, 20: 99-121.

OVERMEER, W. P. J. (1988). Laboratory method for testing side-effects of pesticides on the predaceous mites *Typhlodromalus pyri* and *Amblyseius potentillae* (Acari: Phytoseiidae). *IOBC/WPRS Bulletin*, 11: 65-69.

OVERMEER, W. P. J., & VAN ZON, A. Q. (1982). A standardized method for testing the

side effect of pesticides on the predaceous mite, *Amblyseius potentillae* (Acari: Phytoseiidae). *Entomophaga*, 27: 357- 364.

ÖZBEK, H. H., BAL, D. A., DOĞAN, S. (2015). The genus *Macrocheles* Latreille (Acari: Mesostigmata: Macrochelidae) from Kelkit Valley (Turkey), with three newly recorded mite species. *Turkish Journal of Zoology*, 39(5): 768–780.

PEROTTI, M. A. (2001). Prey location and predation rates of predatory mites (Acari: Macrochelidae) on immature stages of pest flies (Diptera: Muscidae). *Systematic and Applied Acarology*, 6:34.

PRADO, A. P. (2003). Controle das principais espécies de moscas nas áreas urbanas. *Revista do Instituto Biológico*, São Paulo, 65(1/2): 95-97.

R CORE TEAM. (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available in: <<https://www.R-project.org/>>.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA SAÚDE ANIMAL (SINDAN). Compêndio de Produtos Veterinários. Available from: <<https://www.sindan.org.br>>

TAKAKU. G., HARTINI, S., DWIBADRA, D., CORPUZ-RAROS, L. A. (2012). Macrochelid mites (Acari: Gamasina: Macrochelidae) in the Philippines. *Journal of the Acarological Society of Japan*, 21(2): 95–124.

VEGAS, U., Y NARREA, M. (2011). Manual: Manejo Integrado del cultivo de Limón. Jornada de Capacitación. Universidad Nacional Agraria La Molina- AGROBANCO. Lima, Perú. 43p.

## CONCLUSÃO GERAL

A abundância e a riqueza de ácaros foréticos e/ou predadores em aviários é afetada pela aplicação de compostos químicos. Estes compostos químicos, além de afetar as populações dos ácaros, podem estar afetando também, outros potenciais inimigos naturais de moscas domésticas. Conclui-se também que, os inseticidas atualmente utilizados em aviários, podem estar alcançando diferentes resultados em distintas populações de moscas domésticas. Sendo assim, estudos devem ser realizados para se conhecer a resistência e suscetibilidade da população do inseto praga que se esteja lidando mas, também das populações de organismos que compartilham o mesmo ambiente que a mosca doméstica, organismos estes que podem possuir grande potencial de controle biológico como no caso dos ácaros predadores. Assim, será possível realizar um manejo integrado de moscas em aviários de forma mais eficiente.