



***Aleurocanthus woglumi* ASHBY (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE):
FLUTUAÇÃO POPULACIONAL, DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E
LEVANTAMENTO DE INIMIGOS NATURAIS**

CAROLINA BELEI SALDANHA

**SÃO PAULO
2016**

INSTITUTO BIOLÓGICO

PÓS-GRADUAÇÃO

***Aleurocanthus woglumi* ASHBY (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE):
FLUTUAÇÃO POPULACIONAL, DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E
LEVANTAMENTO DE INIMIGOS NATURAIS**

CAROLINA BELEI SALDANHA

Dissertação apresentada ao Instituto Biológico, da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, para obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Área de Concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

Orientador: Prof. Dr. Adalton Raga

**São Paulo
2016**

i

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo
Núcleo de Informação e Documentação – IB

Saldanha, Carolina Belei.

Aleurocanthus woglumi ASHBY (Hemiptera: Aleyrodidae): flutuação populacional, distribuição espacial e levantamento de inimigos naturais. / Carolina Belei Saldanha. – São Paulo, 2016.

51 p.

Dissertação (Mestrado). Instituto Biológico (São Paulo). Programa de Pós-Graduação.

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

Linha de pesquisa: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

Orientador: Adalton Raga.

Versão do título para o inglês: *Aleurocanthus woglumi* ASHBY (Hemiptera: Aleyrodidae): populational fluctuation, spatial distribution and natural enemies.

1. Mosca-negra-dos-citros 2. Praga dos citros 3. *Citrus* 4. Ecologia I. Saldanha, Carolina Belei II. Raga, Adalton III. Instituto Biológico (São Paulo).
IV. Título.

IB/Bibl./2016/03



SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO BIOLÓGICO
Pós-Graduação
Av. Cons. Rodrigues Alves 1252
CEP 04014-002 - São Paulo - SP
secretariapg@biologico.sp.gov.br



FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome do candidato: Carolina Belei Saldanha

Título: Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio

Orientador: Adalton Raga

Banca Examinadora

Assinatura:

Prof. (a) Dr. (a):

Instituição:

Assinatura:

Prof. (a) Dr. (a):

Instituição:

Assinatura:

Prof. (a) Dr. (a):

Instituição:

DEDICATÓRIA

Dedico à
Minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus e a todas as pessoas que colaboram e incentivam o desenvolvimento desse trabalho.

Agradeço em especial ao meu orientador, Dr. Adalton Raga, pela generosidade de compartilhar seu vasto conhecimento, pela paciência nas correções e por sempre incentivar o aperfeiçoamento do trabalho. Minha gratidão e pela oportunidade de trabalhar com um profissional tão ético, dedicado e que inspira todos os seus orientandos. Meu sincero agradecimento a sua colaboração em todas as atividades do mestrado e por sempre se dispor a me ensinar.

Meu agradecimento a Dr^a Stella Vieira, pela sua imensurável colaboração, em especial, na estatística desse trabalho, a qual sem você não estaria concretizada. Agradeço a amizade e paciência em ensinar.

Aos meus pais e irmãos agradeço pelo apoio incondicional e por todo amor.

Aos amigos Eduardo Ferreira, Isabela Gotti, André Stocco, Alex Tomaseto, Carla Ferreira, Elaine Negrão, Mayara Araújo, William Aviz e Ana Beatriz Monteiro agradeço pelo apoio e amizade.

A toda equipe do Laboratório de Entomologia Econômica, Dr. Miguel Francisco de Souza Filho, Rosilene Paulino, com carinho especial a querida Elisamar Correa (*In memoriam*).

A Renata Imperato, por tão gentilmente ter ajudado nas coletas e por sempre se dispôs a contribuir com o trabalho.

Aos colegas que auxiliaram nas coletas: Fernando Baldo, Leo Rodrigo, Renata Espolador, Leonardo Tambones.

Ao Instituto Biológico e a Pós-Graduação agradeço profundamente a oportunidade da realização do mestrado, aos professores por compartilhar seus ensinamentos. Agradeço também o coordenador da Pós-Graduação, Prof. Dr. Marcelo Eiras, pela paciência, pela disposição em oferecer ajuda e esclarecer as informações solicitadas.

À equipe da empresa Citrus Tree, em particular, a Sr^a Graziela Maria Tagliari van Ham e ao seu pai que generosamente autorizaram o estudo nas propriedades e disponibilizaram os dados das áreas dos experimentos para o projeto.

Ao Dr^o Wilson Maia pelas contribuições ao desenvolvimento do presente trabalho.

A equipe da Unicamp, agradeço as grandes colaborações do Prof. Dr. Zigomar Menezes de Souza, ao Doutorando Guilherme Castioni (Feagri) e Wagner Guidi (FEC).

Ao Dr. Ricardo Harakawa e sua equipe pela contribuição na identificação de fungos entomopatogênicos.

À CAPES, pela concessão da bolsa de Mestrado.

RESUMO

SALDANHA, C. B. ***Aleurocanthus woglumi* ASHBY (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE): FLUTUAÇÃO POPULACIONAL, DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E LEVANTAMENTO DE INIMIGOS NATURAIS.** São Paulo. 51 f. 2016. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico.

O Brasil é o maior produtor de laranja do mundo, sendo as normas fitossanitárias internacionais uma das principais barreiras encontradas na comercialização cítrica. Conseqüentemente, maior atenção é atribuída às pragas introduzidas, destacando-se a mosca-negra-dos-citros (MNC) *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae). A MNC é um inseto que ocasiona danos diretos com a sucção contínua de seiva resultando no depauperamento e perda de vigor do vegetal e ainda provoca significativos danos indiretos, principalmente, por facilitar o crescimento do fungo causador da fumagina (*Capnodium* sp.) sobre folhas, frutos, caules e tronco, o que provoca diminuição da fotossíntese e da respiração das plantas infestadas. Os danos causados podem provocar perdas de 20 a 80% na produção dos frutos cítricos. Desse modo, o objetivo do presente trabalho foi estudar flutuação populacional, a dispersão espacial do inseto e a diversidade de inimigos naturais em pomares cítricos do estado de São Paulo. Para realização do experimento de flutuação populacional foi utilizado um pomar orgânico de lima ácida Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka) localizado no município de Mogi Mirim. Foram selecionadas 20 plantas, dispostas em linhas alternadas e previamente marcadas, para coleta de folhas nos quadrantes norte, sul, leste e oeste em duas alturas: superior (acima de 1,50 m) e inferior (abaixo de 1,50 m). As folhas foram coletadas quinzenalmente a uma profundidade de aproximadamente 50cm, totalizando 800 folhas por amostragem. Imediatamente após a coleta, as folhas foram transportadas dentro de sacos plásticos identificados e encaminhadas para análise no Laboratório de Entomologia Econômica (LEE) no Centro Experimental Central do Instituto Biológico (CEIB), em Campinas, SP. No LEE foram avaliados o número de ninfas ativas, o número de posturas, o número de ovos por postura e o número de ninfas infectadas por fungos entomopatogênicos. Para o estudo da distribuição espacial da MNC foi utilizado um pomar orgânico de lima ácida Tahiti localizado no município de Artur Nogueira. Foram utilizadas 100 plantas previamente marcadas, dispostas em 10 linhas com 10 plantas. Foram coletadas três folhas, selecionadas com a presença da MNC, no terço médio em diferentes ramos de cada planta no quadrante norte, sul, leste e oeste. No LEE foram quantificados o número de ninfas ativas e o número de posturas, além de ninfas infectadas por fungos entomopatogênicos em cada quadrante. Para o levantamento de inimigos naturais, com ênfase em joaninhas, foram disponibilizadas 20 armadilhas adesivas no pomar localizado em Mogi Mirim (SP) durante 14 quinzenas. A população de *A. woglumi* apresentou picos e declínios ao longo dos meses das coletas

demonstrando que, de acordo com seu nível populacional, o inseto pode ou não ser considerado uma praga no pomar. O quadrante da planta teve influência significativa no número observado de ninfas, posturas e ovos por postura de *A. woglumi*. Os quadrantes norte, sul e oeste apresentaram maior média de ninfas que o leste, enquanto para posturas, norte teve maior valor que leste. No quadrante norte obteve-se maior média de posturas de MNC em relação ao oeste. A altura inferior (<1,50 m) foi a preferencial para infestação de *A. woglumi*, sendo encontradas as maiores médias para ninfas, posturas e ovos por posturas na parte baixa das plantas. A dispersão espacial demonstrou que a MNC possui um padrão agregado de distribuição entre plantas. No levantamento de inimigos naturais, foram observadas ninfas infectadas pelos fungos *Aschersonia aleyrodís* Webber e *Aegerita webberi* Fawcett e nas armadilhas adesivas amarelas instaladas verificou-se presença de espécies de joaninhas.

Palavras-chave: Mosca-negra-dos-citros, praga de citros, *Citrus*, ecologia.

ABSTRACT

SALDANHA, C. B. *Aleurocanthus woglumi* ASHBY (Hemiptera: Aleyrodidae): **POPULATIONAL FLUCTUATION, SPATIAL DISTRIBUTION AND NATURAL ENEMIES.**

São Paulo. 51 p. 2016. Dissertation (Master of Health, Food Safety and Environmental Agribusiness) - Biological Institute.

Brazil is the world's largest orange producer, under restrictions of international phytosanitary standards, considered one of the main barriers found in citrus trade. Consequently, greater attention is given to exotic pests, especially the citrus black fly (CBF) *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae). CBF is an insect that causes direct damage due to continue sap suction, resulting in deterioration and plant stress, besides indirect damages, especially for facilitating the growth of sooty mold fungus *Capnodium* sp. on leaves, fruits and stems, which causes a decrease in photosynthesis and respiration of plants infested. The damage can cause loss of 20 to 80% in the citrus production. Thus, the objective of this study was to contribute to the integrated pest management of CBF, through increase knowledge of the population dynamic, spatial distribution and the diversity of natural enemies of CBF in citrus orchards. In the experiment of the dynamic fluctuation was used an organic orchard of Tahiti acid lime (*Citrus latifolia* Tanaka), located in municipality of Mogi Mirim, São Paulo State. Twenty plants were selected in the orchard, arranged in alternating rows and previously marked for leaf collection in the quadrants north, south, east and west in two heights: top (over 1.50m) and lower (below 1.50m). The leaves were collected fortnightly at a depth of 50cm, totaling 800 sheets per sample. Immediately after collecting, the leaves were carried in labeled plastic bags and sent to the Economic Entomology Laboratory (LEE) at the Central Experimental Center of Biological Institute (CEIB) in Campinas, SP, for evaluating the number of alive nymphs, the number egg masses per leaf, the number of eggs per of eggs per egg masses and the number of parasitized nymphs by entomopathogenic fungi. For the spatial distribution study of MNC it was used an organic orchard Tahiti acid lime located in the municipality of Artur Nogueira, SP. One hundred plants previously marked were arranged in 10 lines with 10 plants each one. Three sheets were chosen with the presence of CBF, on middle third of tree and from north, south, east and west quadrants. In LEE, the number of alive nymphs, the number of eggs, nymphs parasitized by entomopathogenic fungi were counted. Predators, with emphasis on ladybugs were captured by 20 sticky traps in the orchard located in Mogi Mirim (SP) for 14 fortnights. The population of *A. woglumi* showed peaks and declines over the months of collections According to their population level, the insect may or may not be considered a pest in the orchard. The quadrant had significant influence on the observed number of nymphs, egg

masses and eggs per egg masses of *A. woglumi*. Northern, southern and western quadrants had higher average CBF nymphs than eastern. In the north quadrant was obtained higher mean of egg masses than the west one. The lower height (<1.50 m) of tree was preferred for *A. woglumi* infestation, where we found the highest average for nymphs and egg masses postures. The spatial distribution has shown that CBF population has an aggregate distribution pattern. In the survey of natural enemies, CBF nymphs were observed parasitized by fungi *Aschersonia aleyrodis* Webber and *Aegerita webberi* Fawcett. In yellow sticky traps ladybugs specimens were captured all the time.

Keywords: Citrus Blackfly, citrus pest, *Citrus*, ecology.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Análise de variância (ANOVA) para as ninfas de *Aleurocanthus woglumi* coletadas em folhas de lima ácida Tahiti. Mogi Mirim (SP), out/2014 a jan/2016.....**21**
- Tabela 2** - Análise de variância (ANOVA) para as posturas de *Aleurocanthus woglumi* coletadas em folhas de lima ácida Tahiti. Mogi Mirim (SP), out/2014 a jan/2016.....**23**
- Tabela 3** - Análise de variância (ANOVA) para os ovos por postura de *Aleurocanthus woglumi* coletadas em folhas de lima ácida Tahiti. Mogi Mirim (SP), out/2014 a jan/2016.....**26**
- Tabela 4** - Número médio de ninfas de *Aleurocanthus woglumi* por folha, número médio de posturas de *Aleurocanthus woglumi* por folha, percentual de ninfas de *Aleurocanthus woglumi* infectadas por *Aschersonia aleyrodis* e *Aeregita webberi* em pomar de Lima ácida Tahiti. Artur Nogueira, mar/2015 a jun/2015.....**35**
- Tabela 5** - Dependência espacial de ninfas infectadas por *Aschersonia aleyrodis* (%), *Aeregita webberi* (%), ninfas de *Aleurocanthus woglumi* por folha (média) e posturas *Aleurocanthus woglumi* por folha (média) em pomar de Lima ácida Tahiti. Artur Nogueira, mar/2015 a jun/2015.....**35**
- Tabela 6** - Quantificação das principais espécies encontradas nas armadilhas amarelas. Mogi Mirim, SP, jul/2015 a jan/2016.....**42**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - (A) Colônia de <i>Aleurocanthus woglumi</i> ; (B) Inseto recém-emergido; (C) Adulto de <i>Aleurocanthus woglumi</i> ; (D) Postura de <i>Aleurocanthus woglumi</i> ; (E) Larvas de <i>Aleurocanthus woglumi</i> após emergência; (F) Ninfas de <i>Aleurocanthus woglumi</i> ; (G) Folha com fumagina; (H) Planta com sintoma de fumagina.....	15
Figura 2 - Imagem aérea do pomar utilizado no experimento de flutuação populacional de <i>Aleurocanthus woglumi</i> , contendo 20 plantas demarcadas, em Mogi Mirim, SP.....	17
Figura 3 - Imagem área do pomar utilizado para o experimento de dispersão de <i>Aleurocanthus woglumi</i> com as 100 plantas demarcadas, em Artur Nogueira, SP.....	18
Figura 4 - Número médio de ninfas de <i>Aleurocanthus woglumi</i> observadas em diferentes orientações das plantas de lima ácida Tahiti. Mogi Mirim (SP), out/2014 a jan/2016.....	21
Figura 5 - Número médio de ninfas de <i>Aleurocanthus woglumi</i> observadas em diferentes alturas das plantas de lima ácida Tahiti. Mogi Mirim (SP), out/2014 a jan/2016.....	22
Figura 6 - Número médio de ninfas de <i>Aleurocanthus woglumi</i> observadas em diferentes orientações e alturas das plantas de lima ácida Tahiti. Mogi Mirim (SP), out/2014 a jan/2016.....	22
Figura 7 - Número médio de posturas de <i>Aleurocanthus woglumi</i> em 34 coletas de out/2014 a jan/2016 encontradas em diferentes orientações das plantas de lima ácida Tahiti. Mogi Mirim, SP.....	24
Figura 8 – Número médio de posturas de <i>Aleurocanthus woglumi</i> observadas em diferentes alturas das plantas de lima ácida Tahiti. Mogi Mirim (SP), out/2014 a jan/2016.....	24
Figura 9 – Número médio de posturas de <i>Aleurocanthus woglumi</i> por folha, observadas em diferentes orientações e alturas de plantas de lima ácida Tahiti, Mogi Mirim (SP), out/2014 a jan/2016.....	25
Figura 10 - Número médio de ovos por postura de <i>Aleurocanthus woglumi</i> observadas em diferentes orientações das plantas de lima ácida Tahiti. Mogi Mirim (SP), out/2014 a jan/2016.....	26
Figura 11 - Número médio de ovos por postura de <i>Aleurocanthus woglumi</i> observadas em diferentes alturas das plantas de lima ácida Tahiti. Mogi Mirim (SP), out/2014 a jan/2016.....	27

Figura 12 - Número médio de ovos por postura de <i>Aleurocanthus woglumi</i> observadas em diferentes orientações e alturas das plantas de lima ácida Tahiti. Mogi Mirim (SP), out/2014 a jan/2016.....	27
Figura 13 - Flutuação populacional da mosca-negra-dos-citros <i>Aleurocanthus woglumi</i> por folha de lima ácida Tahiti, baseada em número médio de ninfas, posturas e ovos/ postura. Mogi Mirim, SP, out/2014 a jan/2016.6.....	31
Figura 14 - Frequência do número de ovos por postura de <i>Aleurocanthus woglumi</i> em pomar de lima ácida Tahiti. Mogi Mirim, SP, out/2014 a jan/2016.....	33
Figura 15 - Mapa do atributo <i>Aschersonia aleyrodís</i> (%) em pomar de Lima ácida Tahiti. Artur Nogueira, mar/2015 a junho/2015.....	36
Figura 16 - Mapa do atributo <i>Aegerita webberi</i> (%) em pomar de Lima ácida Tahiti. Artur Nogueira, mar/2015 a junho/2015.....	37
Figura 17 - Mapa do número de postura <i>Aleurocanthus woglumi</i> por folha (média) em pomar de Lima ácida Tahiti. Artur Nogueira, mar/2015 a junho/2015.....	37
Figura 18 - Mapa do número de ninfas <i>Aleurocanthus woglumi</i> por folha (média) em pomar de Lima ácida Tahiti. Artur Nogueira, mar/2015 a junho/2015.....	38
Figura 19 - (A) armadilha amarela no campo; (B) armadilha amarela após 15 dias no campo; (C) ninfas da <i>Aleurocanthus woglumi</i> infectadas por <i>Aschersonia aleyrodís</i> ; (D) ninfas de <i>Aleurocanthus woglumi</i> infectadas por <i>Aegerita webberi</i> ; (E) larva do bicho-lixeiro; (F) joaninha.....	40
Figura 20 - (A) Espécie 1; (B) espécie 2; (C) espécie 3; (D) espécie 4; (E) espécie 5; (F) espécie 6.....	41
Figura 21 - (A) Ramo com folhas infestadas por <i>Aleurocanthus woglumi</i> ; (B) Infestação de adultos de <i>Aleurocanthus woglumi</i> em brotação de citros; (C) Ninfas em folha de citros; (D) <i>Aschersonia aleyrodís</i> em folha de lima ácida Tahiti; (E) <i>Aschersonia aleyrodís</i> em ninfa de <i>Aleurocanthus woglumi</i> ; (F) <i>Aegerita webberi</i> em ninfas de <i>Aleurocanthus woglumi</i> ; (G) Larva de joaninha predando ninfa de <i>Aleurocanthus woglumi</i> ; (H) Larva de joaninha em folha de lima ácida Tahiti.....	43

SUMÁRIO

RESUMO.....	v
ABSTRACT	vii
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS	x
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Mosca-negra-dos-citros <i>Aleurocanthus woglumi</i>	4
2.1.1 Caracterização da Mosca-negra-dos-citros <i>Aleurocanthus woglumi</i>	5
2.1.2 Danos e medidas de controle	6
2.2 Flutuação populacional.....	8
2.3 Inimigos naturais	9
2.3.1 Fungos.....	11
2.3.2 Coccinelídeos.....	11
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Localização dos experimentos	14
3.2 Flutuação populacional de <i>Aleurocanthus woglumi</i>	14
3.3 Dispersão espacial de <i>Aleurocanthus woglumi</i>	15
3.4 Diversidade de inimigos naturais.....	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1 Flutuação populacional.....	19
4.1.1 Ninfas.....	19
4.1.2 Posturas.....	21
4.1.3 Ovos por postura.....	24
4.2 Flutuação populacional.....	27
4.2.1 Avaliação de ovos	30
4.3 Distribuição espacial.....	32
4.4 Índice de Morisita	37
4.5 Inimigos naturais	37
5 CONCLUSÕES	44
REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

As plantas cítricas são originárias da Ásia e foram introduzidas no Brasil pelas primeiras expedições colonizadoras. As condições climáticas e agrícolas favoráveis ao desenvolvimento vegetativo contribuíram para a ampla expansão em diversas regiões do país, e atualmente, o cultivo de laranja está presente em todos os estados brasileiros, tornando-se a fruta mais plantada no país (NEVES et al., 2010). As espécies cítricas estão classificadas na família Rutaceae, tribo Citreae e subtribo Citrinae (Swingle, 1967). Os gêneros de interesse comercial são *Poncirus*, *Fortunella* e *Citrus* que apresentam maior importância como as espécies de laranjas doces (*C. sinensis* (L.) Osbeck), limas doces (*C. limettioides* Tan.), limões (*C. limon* Burm F.) tangerinas comum (*C. reticulata* Blanco), limas ácidas (*C. aurantifolia* Swing.), pomelos (*C. paradisi* Macf.) e toranjas (*C. grandis* Osbeck). Entre as frutas comercializadas, as cítricas apresentam maior importância econômica, e segundo a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) (2012) em 2010 mais de 12 milhões de toneladas de frutas cítricas foram produzidas em todo mundo.

O desenvolvimento da citricultura brasileira alcançou destaque no cenário mundial pela eficiência da cadeia produtiva. O Brasil ocupa o primeiro lugar entre os mais de 100 países produtores de citros no mundo, superando os Estados Unidos, China, México e Espanha, com mais de um milhão de hectares cultivados. O estado de São Paulo é o maior produtor brasileiro de laranja e, juntamente com Minas Gerais formam o “cinturão cítrico” que engloba municípios de elevado plantio de citros. A produção é comercializada tanto na forma *in natura* como em suco concentrado, nos mercados interno e externo, sendo o país o maior exportador de suco concentrado do mundo (BRASIL, 2013). Aproximadamente 50% da produção mundial de laranja e 80% da brasileira resultam em sucos industrializados. De acordo com o MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA) (2013), a maior parte das importações mundiais (85%) é destinada a três mercados: Estados Unidos, União Europeia e Canadá.

A citricultura é uma cadeia produtiva agrícola que se destaca pela organização setorial e tecnologias adotadas desde a produção de mudas até a logística de exportação. Segundo Neves et al. (2010), alguns aspectos que contribuíram para o sucesso da citricultura é a utilização de mudas e viveiros certificados, plantio e cultivo de diferentes espécies cítricas, produção do suco de laranja concentrado e distribuição internacional em sistemas integrados a granel com caminhões-tanques, terminais portuários e navios que levam derivados de citros de excelência ao consumidor europeu, norte-americano e asiático.

A importância da citricultura para a agricultura brasileira é notável, e assim, a adoção de um manejo apropriado para obtenção de plantas saudáveis e produtivas por um período satisfatório e rentável é um dos fatores indispensáveis para uma adequada longevidade dos

pomares. Entretanto, ao longo dos últimos anos no estado de São Paulo, ocorre uma gradativa substituição de pomares citrícolas por áreas de plantio de diversas outras culturas como a cana-de-açúcar, o que evidencia uma crise no setor que tem como uma das consequências o menor número de terras arrendadas para o plantio de citros, ou seja, menor área de produção, além da busca dos produtores para investir na cana-de-açúcar pelos subprodutos de valor agregado, como o biocombustível.

Uma das principais causas que ocorrem para a desistência de vários produtores de citros está relacionada com a incidência de pragas e doenças nos pomares brasileiros. As pragas não só interferem na qualidade final dos frutos devido aos danos biológicos que causam na planta, e conseqüentemente de forma direta e indireta na produção, mas também pelas exigências fitossanitárias impostas pelos países importadores (BARBOSA et al., 2003).

Devido ao potencial de perdas na produção agrícola provocadas por doenças e pragas, houve intensificação das medidas sanitárias estabelecidas pelos países importadores, buscando evitar a introdução de material vegetal contaminado e exigindo frutas de maior qualidade para atendimento do mercado consumidor mais exigente. Desse modo, as medidas de prevenção estão direcionadas às pragas quarentenárias A1 ou ausentes, ou ainda aquelas denominadas A2 ou presentes, que no Brasil estão sob controle oficial do MAPA.

As doenças foram responsáveis por perdas de quase 80 milhões de caixas de frutos por ano. Uma das doenças mais graves em plantas cítricas é o *greening* (Huanglongbing), causada pela bactéria *Candidatus liberibacter* spp. que avança sobre as áreas produtoras (Neves et al., 2010), sendo que a principal medida de controle é a erradicação das plantas com sintomas. Outras doenças causadas por vírus (tristeza dos citros, leprose, sorose), fungos (verrugose, melanose, podridão floral, rubelose, mancha ou pinta preta), viróides (exocorte, xiloporose), bactérias (cancro cítrico, clorose variegada dos citros) também são responsáveis por grandes perdas na produtividade dos pomares. Nesse contexto, Figueiredo et al. (2009) ressaltam que o principal problema enfrentado pela citricultura é que a atividade vem sendo ameaçada por uma série de pragas e doenças que devem ser constantemente monitoradas com objetivo de minimizar os danos e os prejuízos causados, além de minimizar os riscos de introdução de novas espécies.

Para minimizar a incidência das pragas o uso de produtos químicos é bastante intensificado. No ano de 2009, a citricultura foi a segunda cultura com maior uso de defensivos, foram aplicados 17,5 kg/ ha de ingrediente ativo, sendo 6,8 kg/ ha referentes a acaricidas e 5,1 kg/ ha referentes a inseticidas. O uso tão intensivo pode ser atribuído pelas pragas e doenças devastadoras que foram responsáveis pela erradicação de 40 milhões de árvores, a mortalidade saltou de 4% para 7,5 % (NEVES et al., 2010). Entretanto, o controle

químico nem sempre apresenta eficiência satisfatória, além dos riscos de contaminação que os agrotóxicos podem causar ao ambiente, aos aplicadores do produto e aos consumidores.

Nesse contexto, os principais desafios da citricultura estão quase todos associados a problemas de ordem fitossanitária. Entre algumas das pragas de destaque na citricultura estão as moscas-das-frutas, ortézia, pulgão, ácaro-da-leprose, ácaro-da-ferrugem, minadora-dos-citros, psílideo e a mosca-negra-dos-citros.

A mosca-negra-dos-citros (MNC), *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae) foi detectada pela primeira vez no Brasil em maio de 2001, na região metropolitana de Belém, no estado do Pará (SILVA, 2005). As perdas pelo ataque da MNC podem alcançar de 20 a 80% da produção, afetando o comércio interestadual não apenas dos citros, mas de outras frutíferas hospedeiras (LOPES & RONCHI-TELES, 2003).

Com base no Manejo Integrado de Pragas (MIP) pode-se conseguir controlar a praga de forma eficiente sem que ocorra grande impactos na área agrícola. Entretanto, para atingir essa eficiência é preciso considerar que o MIP inclui um conjunto de técnicas, estudos, métodos e ações de monitoramento englobando múltiplas formas de controle na área baseando-se nos parâmetros econômicos, sociais, ambientais e ecológicos com o objetivo de que a população da praga permaneça abaixo do nível de dano econômico (NDE).

O MIP já é adotado em várias culturas para combater pragas que atacam cultivos de grande importância econômica. No entanto, é importante que sejam realizados múltiplos estudos e conhecimentos sobre a biologia do inseto, preferência de hospedeiros e de oviposição da praga, monitoramento, medidas de controle efetivas e seus efeitos para o meio ambiente, assim como identificar os inimigos naturais que são potenciais agentes controladores da praga.

A tendência de busca por um manejo integrado que utilize práticas e medidas de controle alternativo está cada vez mais consolidada. Pomares orgânicos de citros ganharam maior espaço no mercado internacional devido à demanda do mercado consumidor que preza por produtos de qualidade e que valoriza a adoção de medidas comprometidas com a preservação e menor risco de contaminação ambiental. Entre os fatores importantes para o conhecimento da biologia do inseto, destacam-se a flutuação populacional com determinação dos picos de incidência e relacionando-os a fatores ambientais como umidade relativa (UR) e temperatura; e a dispersão espacial, que caracteriza a distância entre os indivíduos, representando a heterogeneidade do ambiente. Isso pode contribuir para a determinação do padrão de distribuição espacial (SILVA et al., 2011).

Dessa forma, o trabalho teve como objetivo avaliar a flutuação populacional, dispersão espacial da MNC e a diversidade de inimigos naturais com ênfase em espécies de fungos entomopatogênicos e joaninhas em pomar orgânico de lima ácida Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mosca-negra-dos-citros *Aleurocanthus woglumi* Ashby

A MNC é uma praga nativa da Ásia e apresenta-se amplamente distribuída no mundo, só não ocorrendo na Europa e nos pólos. Segundo Raga, Imperato e Maia (2013), a praga foi registrada pela primeira vez no país em 2001 no Pará, Maranhão (2003), Amazonas (2004), Amapá (2006). Em 2008, foi detectada no Tocantins, Goiás e em São Paulo durante inspeções sanitárias realizadas em pomares de citros. O inseto foi oficialmente detectado atacando laranjeiras das variedades 'Westin', 'Hamlin' e 'Pêra', além de outras espécies frutíferas como abacateiro, goiabeira, bananeira e caquizeiro no município de Artur Nogueira, disseminando-se para outras cidades como Holambra, Conchal, Engenheiro Coelho, Cosmópolis, Paulínia, Limeira e Mogi Mirim (RAGA; COSTA, 2008). Posteriormente, ocorreu registro em Roraima (2009), Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Piauí, Bahia, Ceará e Minas Gerais (2010), Paraná, Rio de Janeiro e Espírito Santo (2011), Rondônia (2012) e Mato Grosso do Sul (2013). Com a rápida disseminação da MNC do Pará para outros estados e regiões citrícolas, supõe-se que o comércio por meio de via fluvial, rodoviário e o transporte de frutos *in natura* e áreas de ocorrência da praga tenha sido o maior facilitador da dispersão do inseto, sendo que 90% da produção citrícola do Pará é destinada ao estado de São Paulo e a região Nordeste do país (Silva et al., 2011).

Medeiros et al. (2009) realçam que essa espécie apresenta capacidade de dispersão e adaptação a diversas condições climáticas. A ocorrência de inúmeras gerações anuais e elevado número de indivíduos são fatores que dificultam o controle do inseto, o que gera preocupação em relação aos impactos negativos que as medidas de controle adotadas podem apresentar sobre os recursos naturais e as barreiras fitossanitárias impostas pelos países importadores de frutas.

O inseto possui hábito alimentar polífago, com registro de mais de 300 espécies hospedeiras, como mangueiras, bananeiras, cafeeiros, goiabeiras, abacateiro, além de atacar várias frutíferas de importância econômica incluindo a cultura dos citros que é hospedeira primária do inseto (MAIA, 2010). Devido seu potencial de atacar várias espécies, após a sua detecção no Brasil, a MNC foi incluída como praga quarentenária presente (A2), estando sob controle oficial do MAPA com legislação restritiva ao trânsito interestadual de plantas hospedeiras e seus produtos (MAPA, 2008). Em dezembro de 2014, a praga foi excluída da lista de pragas quarentenárias presentes por sua ampla disseminação no

território brasileiro, tornando-se oficialmente uma praga presente no país. No entanto, a MNC ainda é praga quarentenária ausente para Europa.

2.1.1 Caracterização da Mosca-negra-dos-citros *Aleurocanthus woglumi*

O ciclo do inseto tem duração que pode variar de acordo com fatores ambientais. Nguyen & Hamon (1993) demonstraram que o ciclo de ovo até adulto pode levar de 45 a 133 dias. Outros aportes teóricos como de Cunha (2003) evidenciaram o ciclo ovo - adulto variando de 59 a 88 dias nas condições do Estado do Pará. Diferentemente, no estado do Amazonas, segundo Ronchi-Telles et al. (2009), o ciclo médio foi de 71,76 + 2,07 dias. As oscilações de duração do ciclo de vida e o número de gerações por ano do inseto são intensamente influenciadas pelas condições climáticas predominante em cada região em que os estudos foram realizados. Entretanto, estipula-se que o desenvolvimento da praga é favorecido pela temperatura entre 20 a 34°C e umidade relativa em torno de 80% (RAGA; MAIA, 2013). A temperatura atinge diretamente as formas imaturas da MNC, mesmo durante poucas horas com temperaturas iguais ou superiores a 45 °C ou inferiores a 10 °C, sendo que nessas condições, pode ser alcançada uma mortalidade de 50% dos insetos. A sobrevivência se mantém constante com 25,6 °C (DOWELL & FITZPATRICK, 1978). O teor de umidade pode proporcionar maior rapidez no desenvolvimento do inseto, elevando sua longevidade e o maior número de gerações. Porém, a umidade superior pode favorecer o crescimento de fungos entomopatogênicos que são agentes controladores populacionais da MNC, como *Aschersonia aleyrodis* Webber (Deuteromycotina: Hyphomycetes). A turgescência e a suculência das folhas mais jovens também são fatores que contribuem para a eclosão das ninfas (OLIVEIRA; SILVA; NAVIA, 1999).

Os aleirodídeos apresentam metamorfose incompleta, podendo existir variação na biologia de espécie dentro da mesma família. O ciclo de vida envolve, basicamente, uma fase de ovo, três estádios morfologicamente distintos, sendo usualmente o último referido como pupário que é inativo e o adulto (PENA, 2007).

A reprodução da MNC é sexuada por oviparidade, porém a partenogênese pode ocorrer (GALLO, 2002). Uma das características que facilita a identificação da MNC é a postura de ovos semelhantes a bastonetes recurvados em forma de espiral localizados na parte abaxial das folhas. Uma fêmea oviposita de dois a três espirais de ovos durante sua vida, sendo que, em cada postura são colocados em média de 35 a 50 ovos (EPPO, 1997).

As ninfas eclodem de 7 a 10 dias após a oviposição e ficam aderidas à face inferior das folhas apresentando rápido desenvolvimento (Figura 1). No 1º ínstar exibem formato

ovalado medindo cerca de 0,30 mm de largura e 0,15 mm de comprimento, coloração marrom, com dois filamentos curvos sobre o corpo, são móveis e desenvolvem-se por cerca de sete a 16 dias (DOWELL; REINERT; FITZPATRICK, 1978). Ainda segundo os autores, as de 2º ínstar são mais ovais e convexas medindo de 0,4 x 0,2 mm, coloração marrom escura com espinhos sobre o corpo. Esta segunda fase prolonga-se por 7 a 30 dias. Já a ninfa de 3º ínstar mede de 0,87 x 0,74 mm, possui coloração negra e perdura por 6 a 20 dias. No 4º ínstar, também chamado de pupário, com duração entre 16 e 50 dias, apresenta uma franja marginal branca, onde posteriormente ocorrerá a emergência do adulto.

Os adultos de *A. woglumi* são de coloração cinza-escuro, sendo que as fêmeas medem cerca de 1,2 mm a 1,7 mm enquanto os machos medem em média 0,8 mm de comprimento, ou seja, pode-se notar a diferença de sexos pelo tamanho dos insetos, já que as fêmeas são maiores que os machos e ambos são alados (MAIA, 2010).

Os adultos emergem de uma sutura em formato de “T” que é rompida na região anterior da pupa; nessa fase, sua cabeça é “amarelo- pálida”, pernas brancas e olhos marrons avermelhados. Após 24h da emergência, o adulto fica recoberto por um pó de cera que confere ao inseto um aspecto azul-ardósia, antenas e pernas com manchas marrons nas extremidades anteriores (MAIA, 2010). Cabeça, tórax e abdome apresentam coloração alaranjada com manchas cinza-escuro na cabeça e no tórax (PENA et al., 2009).

A dispersão de *A. woglumi* se dá verticalmente na planta e horizontalmente entre plantas, ocorrendo principalmente pela ação antrópica por meio de transporte de mudas ou plantas infestadas ou também por folhas carregadas pelo vento ou dispersão natural pelo crescimento populacional da praga (SILVA, 2005). Estudos de Dowel & Fitzpatrick (1978) apontam que a MNC é capaz de se deslocar cerca de 400 a 600 metros por geração sem ajuda humana e os insetos individuais podem se distanciar de sua planta de origem até 50 metros por dia.

2.1.2 Danos e medidas de controle

A cada introdução de uma praga exótica nos pomares citrícolas, principalmente nas grandes regiões produtoras, os custos da atividade se elevam e a longevidade das áreas de produção fica comprometida. Raga et al. (2011) ressaltam que o conhecimento sobre as plantas hospedeiras e a distribuição geográfica de aleirodídeos como as moscas-brancas ainda é escasso e está direcionado a espécies que provocam danos econômicos. Dessa forma, é importante a mensuração dos possíveis danos que uma praga pode ocasionar ao ser introduzida à cultura dos citros.

A MNC apresenta aparelho bucal sugador labial e tanto os adultos como as formas imaturas causam danos ao se alimentarem do floema da planta. Segundo Raga e Costa (2008), os danos diretos causados pela praga são devidos à sucção contínua de nutrientes das folhas, o que resulta no depauperamento das plantas, pela alimentação de ninfas e adultos. Os danos indiretos são procedentes da colonização do fungo saprófito fumagina (*Capnodium* sp.) sobre as folhas, provocado pelo seu crescimento sobre o exsudado açucarado (*honeydew*) da praga que causa dificuldades na respiração, fotossíntese do vegetal e diminuição do nível de nitrogênio nas folhas (MAIA et al., 2009). As plantas ficam debilitadas, conduzindo ao murchamento e na maioria das vezes à morte (OLIVEIRA et. al., 2001; RAGA; COSTA 2008).

De acordo com Lopes et al. (2009), os impactos negativos decorrentes da introdução da MNC e das infestações em regiões produtoras de frutas pode ter consequências desastrosas, não somente no aspecto econômico, mas também ambiental devido aos efeitos que as medidas de controle químico adotadas podem resultar sobre os recursos e inimigos naturais, quanto ao dano da praga na flora nativa, e ainda à sua possível adaptação a outras espécies comerciais, no momento não consideradas hospedeiras.

Dentre as principais medidas de controle adotadas para MNC estão o controle cultural, químico e biológico. O controle cultural, segundo French & Meagher (1992), é baseado nos seguintes princípios: molhamento da linhas de plantio, com água ou óleo favorecendo assim o desenvolvimento dos inimigos naturais da praga; permanência das barreiras naturais de vento como proteção; manter o cultivo com adequada fertilização sem excesso de nutrientes, drenagem e outros tratamentos culturais; obter mudas ou sementes com garantia dos órgãos competentes, além de podar e queimar ramos e galhos atacados pela praga.

O controle químico não é o mais indicado para controle de *A. woglumi*, pois no sistema citrícola pode ter relevante população de inimigos naturais que podem desaparecer com o uso de inseticidas. É ressaltado por Silva et al. (2011) que até o ano de 2007 não existia inseticida registrado no MAPA para o controle de *A. woglumi* e no início de 2008 esforços foram feitos para evitar a disseminação da praga utilizando inseticidas químicos. Atualmente, no Brasil apenas imidacloprido e clorantraniliprole (Grupo químico: antranilamida) + lambda-cialotrina tem registro autorizado para controle de *A. woglumi* em citros.

Uma forma de controle de pragas distinto ao uso de produtos químicos é o biológico, que teve maior notoriedade no país nos últimos anos por suas características de preservação dos inimigos naturais, alta eficiência de controle, não seleção de insetos-pragas resistentes, sem risco de contaminação ambiental e de aplicação, representando uma vertente da produção de alimentos saudáveis sem resíduos de agrotóxicos. Além da

redução do uso de inseticidas químicos, o controle biológico de insetos-pragas proporciona vários benefícios, como a diminuição do gasto com controle convencional (MONTES; MONTES; RAGA, 2015)

O controle biológico de *A. woglumi* é a técnica de controle mais utilizada mundialmente. Martínéz et al.(1979) destacam os organismos que exercem importante papel no controle biológico de *A. woglumi*, como os parasitoides *Cales* sp., *Prospaltella* sp. e *Eretmocerus* sp.; os crisopídeos *Chrysopa* sp. e *Nodita* sp.; e os predadores: *Azya trinitatis* Marshall, *Pentilia castanea* Mulsant, *Azya* sp., *Curinus* sp., *Diomus* sp., *Stethorus* sp. e *Delphastus* sp. Na Costa Rica, *Encarsia opulenta* Silvestri, juntamente com os predadores *Delphastus* spp. e *Chrysopa* spp., nativos do país, foram eficientes no controle da praga (OLIVEIRA et al., 2001).

Neste contexto, o controle da MNC por meio do uso de agentes biológicos é uma das alternativas mais viáveis de manejo da praga. Entre os predadores do inseto inclui-se a joaninha *Delphastus pusillus* (LeCont) (Coleoptera: Coccinellidae), conhecida por sua eficiência no controle da mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (HOELMER, OSBORNE & YOKOMI, 1993). Estudos iniciais demonstraram que *D. pusillus* é um agente de controle biológico promissor para controle da MNC (MAIA, 2010).

2.2 Flutuação populacional

O conhecimento da flutuação populacional de um inseto é relevante por abranger aspectos biológicos que podem interferir no aumento ou decréscimo da densidade populacional de determinada espécie. A importância econômica das pragas agrícolas varia substancialmente de um ano para o outro, assim como de região para região (GRAVENA & STERLING, 1983) de acordo com a intensidade da infestação. Embora a flutuação populacional seja obtida numa área com condições ambientais específicas de uma região na qual está localizada, apresentam tendências de serem semelhantes a outros locais que apresentam similaridade com o local de estudo, podendo beneficiar a tomada de decisão em outros pomares (HICKEL, 2013).

A determinação dos picos populacionais de uma praga, sob condições ambientais específicas, é uma importante ferramenta utilizada no manejo integrado. Sabendo-o provável período em que a praga tem potencial de crescimento, o monitoramento e o controle da praga podem ser iniciados assim que necessário, evitando-se que altas infestações da MNC se estabeleçam nos pomares e se dispersem para outras plantas

hospedeiras. Além disso, pode-se evitar aplicações desnecessárias de inseticidas sob infestações mantidas sob controle pela ação de inimigos naturais.

A flutuação populacional da MNC foi estudada por Medeiros et al. (2009) ao longo de um ano em uma área de produção comercial e em outra não comercial de espécies cítricas no município de São Luís, Maranhão. Os autores analisaram os picos populacionais da praga (número de posturas, ovos e ninfas) relacionando-as com a precipitação pluviométrica de julho de 2006 a junho de 2007. Nas avaliações obtidas, constatou-se que em ambos os pomares ocorreu influência do índice pluvial na densidade da MNC, sendo que maiores níveis populacionais de *A. woglumi* ocorreram no período de baixa precipitação.

No levantamento populacional da MNC realizado entre janeiro de 2007 a janeiro de 2008 por Vieira (2008) em um pomar de lima ácida Tahiti, em São José de Ribamar, Maranhão, observou-se que a densidade de machos e fêmeas adultos de *A. woglumi* foi maior durante a estação chuvosa em relação à estação seca. Entretanto, Figueiredo (2002), encontrou os maiores níveis populacionais da MNC durante a época seca do ano, decrescendo a sua densidade quando se iniciou o período mais intenso de chuvas.

2.3 Inimigos naturais

Os insetos são os seres do reino animal presentes nos mais diversificados ambientes e encontrados em praticamente todas as regiões do mundo. Podem ser agentes benéficos que possibilitam importantes ações como a polinização de plantas, decomposição da matéria orgânica, reciclagem de carbono, produção de mel, ser fonte de alimento para outros animais, colaborar para soluções de crimes como na entomologia forense, além de contribuírem para diversos benefícios do homem, sendo essenciais para o agroecossistema. Entretanto podem ser agentes prejudiciais na saúde humana e animal, o foco de estudos da entomologia médica e entomologia veterinária, respectivamente, e na agricultura, designada como entomologia agrícola. Uma pequena porcentagem de todas as espécies de insetos é qualificada como prejudicial ao homem. Majoritariamente, os insetos atuam como inimigos naturais de espécies pragas e, alguns podem ser utilizados em programas de controle biológico (NICHOLLS; ALTIERI; SANCHEZ, 1999). Esses insetos constituem o grupo dos inimigos naturais, o qual é formado pelos parasitoides e predadores.

Os parasitoides não matam seu hospedeiro imediatamente, permanecendo como parasitos por um intervalo de tempo necessário ao seu desenvolvimento. Exigem somente um indivíduo para completar o desenvolvimento e o adulto tem vida livre. O hospedeiro serve como uma espécie de abrigo para o desenvolvimento do inseto, sendo assim, causa

certas limitações no seu desenvolvimento até que ao alcançar a emergência leva a praga à morte. De acordo como levam seus hospedeiros à morte, os parasitoides dividem-se em idiobiontes e coinobiontes. Os parasitoides idiobiontes impedem qualquer tipo de desenvolvimento dos seus hospedeiros, comumente estão presentes nas fases imóveis dos hospedeiros como ovos e pupas. Já os coinobiontes permitem que seus hospedeiros sobrevivam até uma determinada fase de sua vida, que, em geral, coincide com a pupação ou emergência do adulto do parasitoide (ERTHAL, 2011). De forma geral, esses insetos são considerados ótimos bioindicadores do grau de preservação dos ecossistemas terrestres, sendo consideradas espécies-chave para a manutenção do equilíbrio das comunidades. Por serem inimigos naturais de pragas agrícolas e de insetos de interesse sanitário, os parasitoides são utilizados em programas de controle biológico (PARRA et al., 2002).

Parra et al. (2002) ressaltam que os predadores atacam rapidamente sua presa e a consomem, resultando na interrupção de novas gerações da praga. A inter-relação evolucionária existente entre dois organismos ocorre durante a localização e o ataque da presa pelo predador e o comportamento de fuga da presa. Independente da preferência de alimentação, os predadores usualmente atacam um grupo específico, e não todas as pragas. Geralmente, um número mínimo de presas deve ser consumido para que o inseto possa ter seu desenvolvimento satisfatório sendo capaz de reproduzir-se. Os predadores podem alimentar-se de todas as fases do hospedeiro. Quanto ao hábito alimentar, ocorrem dois tipos de predadores: aqueles com aparelho bucal mastigador, como exemplo, as “joaninhas”, as quais simplesmente mastigam suas vítimas, como um todo, e aqueles com aparelho bucal sugador, como insetos da família Reduviidae (percevejos) ou a larva do bicho-lixeiro, que sugam os sucos internos das vítimas (VALICENTE, 2009).

Entre os entomopatógenos estão os vírus, bactérias, nematoides, protozoários e os fungos. Os fungos invadem os insetos por diversas vias, principalmente através da cutícula ou tegumento. A morte do hospedeiro é causada pela destruição dos tecidos e, ocasionalmente, pelas toxinas produzidas pelos fungos. Segundo Valicente (2009), os fungos entomopatogênicos frequentemente emergem do corpo dos insetos, produzem esporos que, quando espalhados pelo vento, chuva ou contato com outros insetos, podem causar uma epizootia. Os insetos infectados param de se alimentar e tomam-se mais lentos. Morrem relativamente rápido, às vezes em uma posição ereta, mas ainda presos na folha ou no ramo. Ainda de acordo com o autor, os fungos entomopatogênicos necessitam de umidade para propiciar a infecção, sendo que as epizootias naturais são mais comuns durante períodos quentes e úmidos. O sucesso do uso de fungos no controle biológico depende do isolamento do patógeno no inseto-alvo, da disponibilidade dos insetos no estágio suscetível, da umidade relativa e da temperatura no local de aplicação do patógeno.

Os inimigos naturais das pragas atuam no equilíbrio biológico, retardando os picos populacionais, mantendo-as abaixo do nível de dano econômico, evitando os surtos de pragas secundárias e auxiliando na diluição da resistência das pragas aos produtos fitossanitários (YAMAMOTO; BASSANEZI, 2003). Vários insetos podem contribuir para a diminuição populacional da MNC diminuindo os danos causados pela alta incidência da praga nos vegetais atacados.

2.3.1 Fungos

O controle microbiano da MNC é citado por Silva et al. (2011) como sendo realizado pelos fungos entomopatogênicos: *Aschersonia aleyrodis* Webber e *Aegerita webberi* Fawcett. A pesquisa desses autores constatou em pomares citrícolas no estado do Pará, a presença dos fungos entomopatogênicos *A. aleyrodis*, *Ae. webberi* e *Fusarium* sp. sobre ninfas de MNC. Ainda segundo os autores, também houve registro de um díptero da família Syrphidae, como um importante inimigo natural da MNC.

Segundo Felipe e Raga (2012), a MNC tem sido controlada pelo fungo *Ae. webberi* em São Paulo. Essa espécie de fungo tem maior ocorrência no terço inferior da lima ácida Tahiti (RAGA; IMPERATO; MAIA, 2013). No estado do Amazonas é citado o uso de *Aschersonia* sp., como agente entomopatogênico eficiente de controle da MNC em concentrações mais elevadas, a partir de $2,3 \times 10^7$ conídios/ml (PENA, 2007). No fim final de março de 2008, Raga e Costa (2008) identificaram o fungo *A. aleyrodis* em pomares de Artur Nogueira (SP) atacando as ninfas da MNC em condições favoráveis de epizootia.

A espécie *B. tabaci* biótipo B, foi observada por Lourenção, Yuki e Alves (1999) em campo de soja. A irrigação presente na área pode interferir na disseminação do fungo *Aschersonia* cf. *goldiana* indicando que esse entomopatógeno pode ter grande potencial no controle da mosca branca se encontrado em quantidade expressiva.

2.3.2 Coccinélídeos

As joaninhas (Coccinellidae) podem ser classificadas como fungívoras, fitófagas ou entomófagas, se destacando-se como potenciais agentes controladores de outros insetos. Os coccinélídeos em geral apresentam corpo arredondado, cabeça escondida no protórax, antenas com 8 a 10 segmentos, élitros de cores vistosas e depositam seus ovos sobre as plantas em que vivem (GALLO et al., 2002).

O controle biológico de pragas utilizando insetos predadores como as joaninhas tem sido evidenciado devido à necessidade de utilização racional de insumos agrícolas, como os agrotóxicos e da condução das culturas agrícolas dentro de um contexto econômico, ecológico e social, premissas do manejo integrado de pragas. Historicamente, o primeiro registro conhecido em âmbito mundial de controle biológico não natural ocorreu em 1888, na Califórnia, Estados Unidos da América (EUA), com a utilização da joaninha *Rodolia cardinalis* (Musant) para controlar *Icerya purchasi* (Maskell). A joaninha *Azya luteipes* é bastante conhecida por ser predadora de cochonilhas, enquanto *Cycloneda sanguinea* é importante predadora de pulgões (GUERREIRO, 2004). No caso da MNC carecem estudos sobre esse grupo. Maia (2008) demonstrou grande potencialidade das larvas da joaninha *Delphastus pusillus* LeCont.

A joaninha *D. pusillus* é um dos predadores potenciais da MNC, visto que suas larvas e adultos predam ovos, ninfas e adultos de *A. woglumi*. Os adultos são pequenos, com um tamanho entre 1,3 e 1,4 mm, marrom claro e escuro ou preto. As fêmeas são reconhecidas pela cabeça amarela avermelhada, enquanto os machos pela coloração preta. Em média, os machos adultos vivem 1,5 meses, enquanto as fêmeas vivem entre 2 meses e um máximo de 80 dias. Durante esse tempo, podem colocar entre 3 a 4 ovos por dia. Os ovos de *D. pusillus* são claros e têm um comprimento de 0,2 mm. Ao nascer, as larvas são brancas ou amarelo-pálido, a fase larval dura em média de 1,5 a 3 dias. Tanto larvas e adultos são excelentes predadores e pode alimentar-se de grandes quantidades de ovos e larvas por dia. Em média, um adulto come cerca de 160 ovos por dia ou 12 larvas (GONZALEZ; LOPEZ-AVILA, 1998).

No México, *D. pusillus* é um importante controlador de *A. woglumi*, e pode provocar mortalidade de até 90% dos indivíduos (SMITH; MALTBY; JIMENEZ, 1964). No Brasil, por meio de experimentos desenvolvidos no Laboratório de Bioecologia de Insetos (LABIN) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) notou-se que esse inseto preda em média 14,6 ovos da mosca-negra-dos-citros por dia, atingindo 18,0 ovos diários. Contudo, relacionando-se ovos, ninfas II e IV, a capacidade de predação diária variou entre 10,5; 8,5; e 6,0, respectivamente. A predação total para ovos foi de 457,5 e de 306,0 para as ninfas IV. Assim, as larvas de *D. pusillus* e os adultos são excelentes predadores da mosca-negra-dos-citros, principalmente de seus ovos, além de serem mais específicos que outros predadores, como os neurópteros - que apresentam uma grande variedade de presas. A agilidade das larvas permite alcançar e preda, também, adultos da mosca negra dos citros (RAGA & MAIA, 2013).

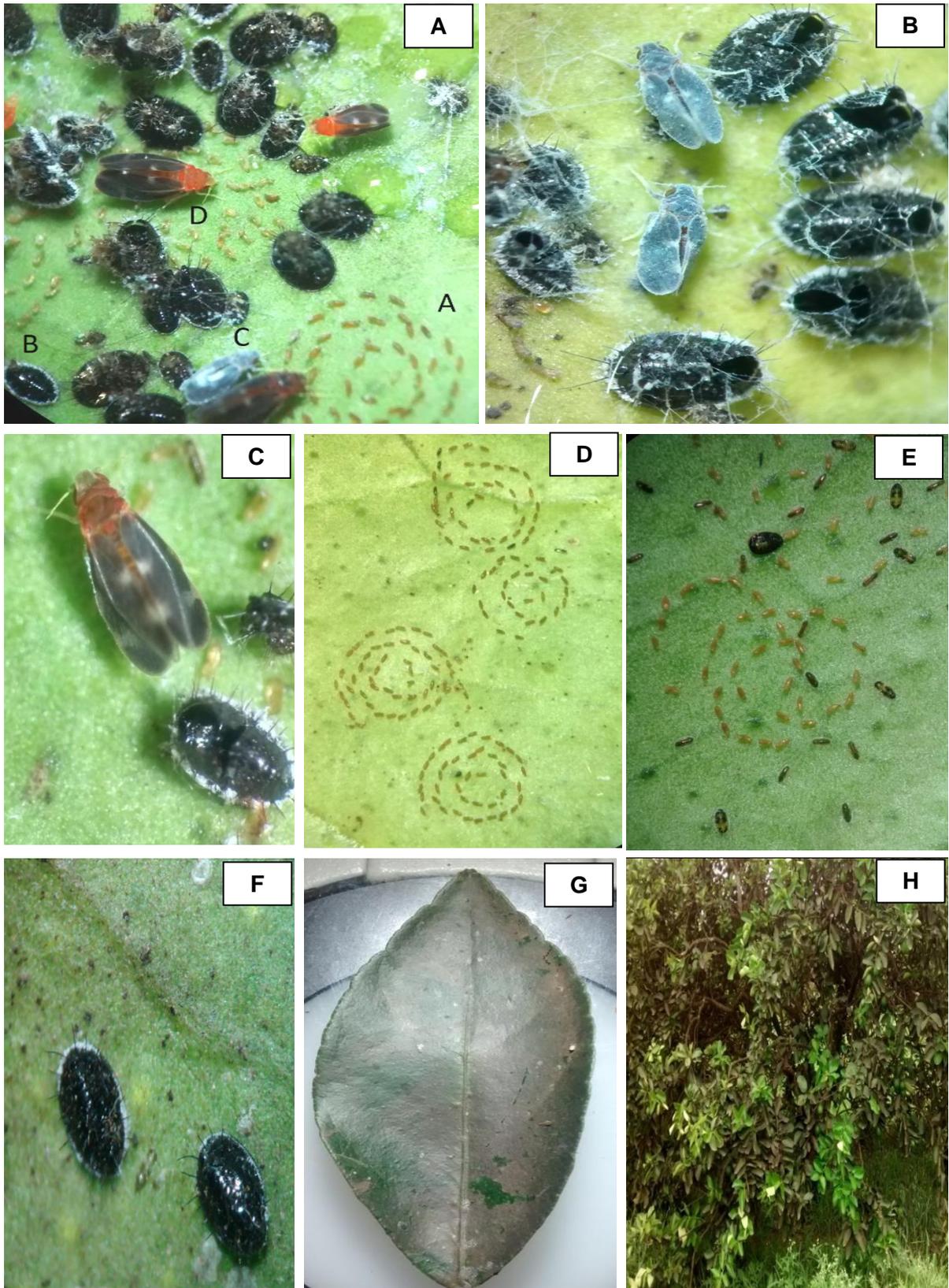


Figura 1. (A) Colônia de *Aleurocanthus woglumi*; (B) Inseto recém-emergido; (C) Adulto de *Aleurocanthus woglumi*; (D) Postura de *Aleurocanthus woglumi*; (E) Larvas de *Aleurocanthus woglumi* após emergência; (F) Ninfas de *Aleurocanthus woglumi*; (G) Folha com fumagina; (H) Planta com sintoma de fumagina. Fotos: SALDANHA, 2015.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização dos experimentos

As coletas foram realizadas em dois pomares de lima ácida Tahiti conduzidos sob sistema orgânico, pertencentes à empresa Citrus Tree e localizados nos municípios paulistas de Mogi Mirim (Figura 2) (22°32'55.93"S; 47°1'14.12"O) e Artur Nogueira (22°34'6.18"S; 47°3'56.65"O) (Figura 3). Ambos os municípios, em que as propriedades estão localizadas, apresentam clima Cwa na classificação de Koppen (1948) caracterizado por clima subtropical de inverno seco (com temperaturas inferiores a 18°C) e verão quente (com temperaturas superiores a 22°C). Os pomares apresentam certificado de produção orgânica, submetidos a normas de manejo ecológico, como a utilização de barreira física por plantas de sansão do campo (*Mimosa caesalpineafolia* Benth), não utilização de defensivos químicos, monitoramento das principais pragas citrícolas, controle de plantas daninhas feito por meio de roçadeira mecânica e tratos culturais para preservação da entomofauna.

3.2 Flutuação populacional de *Aleurocanthus woglumi*

O pomar de lima ácida Tahiti orgânica escolhido está localizado no município de Mogi Mirim, possui 8 anos de idade e histórico de infestação pela MNC. A área delimitada ao experimento apresenta 39 ruas, das quais 20 plantas foram escolhidas em 18 linhas do pomar. O espaçamento era de 3,5 m entre plantas e 3,85 m entre ruas. Foram marcados por bússola os quadrantes norte, sul, leste e oeste de cada planta amostrada e as alturas em superior (acima de 1,50 m) e inferior (abaixo de 1,50 m).

As folhas foram coletadas quinzenalmente na profundidade entre 30 a 100 cm a partir da proximidade distal do ramo. Em cada segmento (quadrante x altura) foram escolhidas ao acaso cinco folhas, totalizando 40 folhas por planta e 800 folhas por coleta. Foram realizadas 34 coletas no período de 15/08/2014 a 20/01/2016. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), sendo as coletas consideradas repetições.

As folhas coletadas foram armazenadas em sacos plásticos, identificados por segmento da planta, acondicionadas em caixa de isopor e conduzidas ao laboratório.

Para obtenção da flutuação populacional da MNC até dois dias após a coleta, a parte abaxial das folhas foi analisada sob microscópio estereoscópico (Nikon, modelo SMZ745T),

contabilizando-se o número de ninfas ativas, o número de posturas com ovos não eclodidos e o número de ovos em cada postura.

Para análise da flutuação populacional, os dados foram analisados estatisticamente através do programa Infostat, versão 2014 L, em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial (número plantas x número de orientações x número de alturas).

Para obtenção da frequência de ovos e as médias de ninfas infectadas por fungos entomopatogênicos foi utilizado o programa Microsoft Excel.



Figura 2. Imagem aérea do pomar utilizado no experimento de flutuação populacional de *Aleurocanthus woglumi*, contendo 20 plantas demarcadas, em Mogi Mirim, SP. Fonte: Google Earth, 2015.

3.3 Dispersão espacial de *Aleurocanthus woglumi*

Seis coletas consecutivas foram realizadas quinzenalmente no período de 25/03/2015 a 03/06/2015. O pomar escolhido para obtenção do experimento de distribuição espacial da MNC era também de cultivo orgânico de lima ácida Tahiti, localizado no município de Artur Nogueira, SP. Para montagem do experimento, 100 plantas foram selecionadas em 10 linhas paralelas, separadas por duas plantas entre cada planta

demarcada na linha. As plantas tinham o espaçamento de 3,0 m entre si na linha e 7,0 m entre linhas.

Foram selecionadas três folhas adultas por cada quadrante, totalizando 12 folhas por planta e 1.200 folhas por coleta. As folhas coletadas estavam localizadas entre o 4º e 6º par de folhas do terço médio da planta, sendo retiradas de diferentes ramos infestados com posturas ou ninfas da MNC. Nesse experimento não houve classificação quanto à altura em que as folhas estavam dispostas.

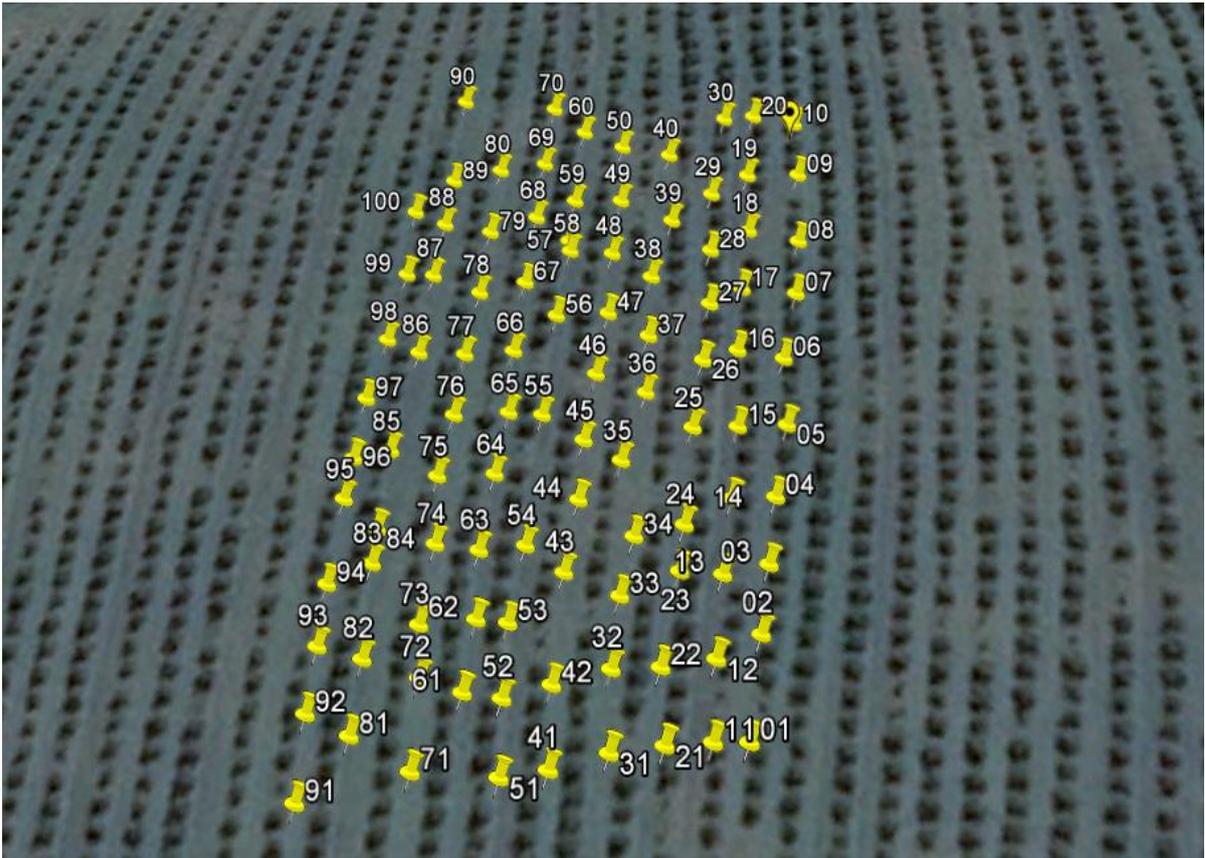


Figura 3. Imagem área do pomar utilizado para o experimento de dispersão de *Aleurocanthus woglumi* com as 100 plantas demarcadas, em Artur Nogueira, SP. Fonte: Google Earth, 2015.

Os atributos foram avaliados por meio da análise estatística descritiva, sendo calculados a média, mediana, desvio padrão, valores máximos e mínimos, coeficiente de variação, coeficiente de assimetria e coeficiente de curtose. A hipótese de normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, por meio do programa computacional SAS (SCHLOTZHAVER; LITTELL, 1997). Os valores de atributos maiores do que a média mais quatro desvios-padrões foram descartados (CAHN et al., 1994). O número de dados descartados foi sempre inferior a 10% de cada conjunto de 100 dados.

A dependência espacial foi analisada por meio de ajustes de semivariogramas (VIEIRA, 2000), com base na pressuposição de estacionariedade da hipótese intrínseca, a qual é estimada por:

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i+h)]^2$$

Em que: $N(h)$ é o número de pares experimentais de observações $Z(x_i)$ e $Z(x_i+h)$ separados por uma distância h . O semivariograma é representado pelo gráfico versus h . Do ajuste de um modelo matemático aos valores calculados, são estimados os coeficientes do modelo teórico para o semivariograma (o efeito pepita, C_0 ; patamar, C_0+C_1 ; e o alcance, a).

Para analisar o grau da dependência espacial dos atributos em estudo, foi utilizada a classificação de Cambardella et al. (1994), em que são considerados de dependência espacial forte os semivariogramas que têm efeito pepita $< 25\%$ do patamar, moderada quando está entre 25 e 75% e fraca, $> 75\%$.

Os modelos de semivariogramas considerados foram o esférico, o exponencial, o linear e o gaussiano, sendo ajustados por meio do programa GS+ (ROBERTSON, 1998). Posteriormente, tais modelos foram usados no desenvolvimento de mapas de isolinhas (krigagem). Em caso de dúvida entre mais de um modelo para o mesmo semivariograma, foi considerado o maior valor do coeficiente de correlação obtido pelo método de validação cruzada.

O padrão de distribuição espacial de um organismo é a descrição de como está disperso no espaço. Tratando-se do Manejo Integrado de Pragas (MIP), um padrão de amostragem que não coincide com o padrão de distribuição espacial do inseto, pode acarretar erros na estimativa da sua população pelos processos de monitoramento. Estimativas básicas das populações são necessárias à compreensão da dinâmica da população de uma espécie praga e à tomada de decisão relativa ao acompanhamento e previsão de níveis da abundância e de distribuição de pragas (DENT, 2000). O arranjo espacial de populações de insetos enquadra-se em padrões que podem ser do tipo aleatório, uniforme ou agregado (RICKLEFS, 2003).

O índice de Morisita foi utilizado para obter conhecimento sobre a forma de distribuição da praga por meio da fórmula abaixo:

$$I\delta = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{(\sum x) - \sum x}$$

N = total de amostras

X = número de indivíduos encontrados nas amostras

I δ = 1, a distribuição é aleatória;

I δ > 1, a distribuição é agregada e

I δ < 1, a distribuição é uniforme. Caso a distribuição seja aleatória, há indicação de que os indivíduos se localizam independentemente uns dos outros. Se uniforme, a espécie distribui-

se de forma regular no espaço. E caso seja agregada, os indivíduos da população terão a tendência de distribuir-se em grupos ou aglomerados.

3.4 Diversidade de inimigos naturais

Foram instaladas no mesmo pomar do estudo da flutuação populacional, 20 armadilhas adesivas amarelas, distribuídas a uma altura de aproximadamente 1,40 m do solo, na profundidade 1 m a 1,20 m no interior da copa da planta. As armadilhas ficaram expostas por 15 dias, sendo retiradas e levadas ao LEE/ CEIB para triagem e armazenamento em vidro contendo álcool 70%. Os espécimes de joaninhas foram coletados em 14 datas: Coleta 1 (22/07/2015); Coleta 2 (05/08/2015); Coleta 3 (19/08/2015); Coleta 4 (02/09/2015); Coleta 5 (16/09/2015); Coleta 6 (30/09/2015); Coleta 7 (14/10/2015); Coleta 8 (28/10/2015); Coleta 9 (11/11/2015); Coleta 10 (25/11/2015); Coleta 11 (09/12/2015); Coleta 12 (23/12/2015); Coleta 13 (06/01/2016); Coleta 14 (20/01/2016)

As joaninhas foram remetidas à Prof. Dra. Lúcia Massutti de Almeida do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR) para identificação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Flutuação populacional

4.1.1 Ninfas

Avaliando-se as médias de ninfas obtidas nas 20 plantas durante as 34 coletas realizadas, para a variável orientação, o maior valor obtido foi no quadrante sul (3,42 ninfas por folha), sendo semelhante a norte e oeste, e diferenciando-se apenas de leste (1,90 ninfa por folha) como observado na Figura 4.

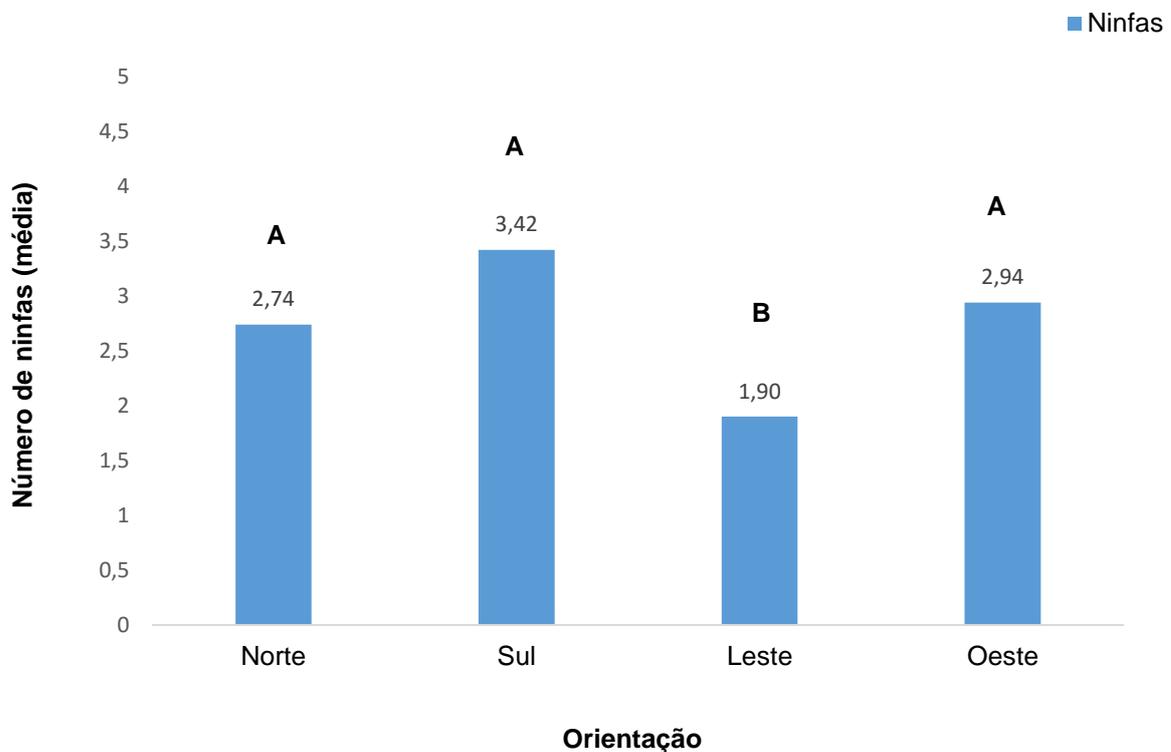


Figura 4. Número médio de ninfas de *Aleurocanthus woglumi* observadas em diferentes orientações das plantas de lima ácida Tahiti. Mogi Mirim (SP), out/2014 a jan/2016. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A variável altura teve maior valor médio obtido na parte inferior das plantas (3,28 ninfas por folha) em relação à média alcançada na parte superior (2,2 ninfas por folha). As médias entre as alturas foram diferentes entre si (Figura 5).

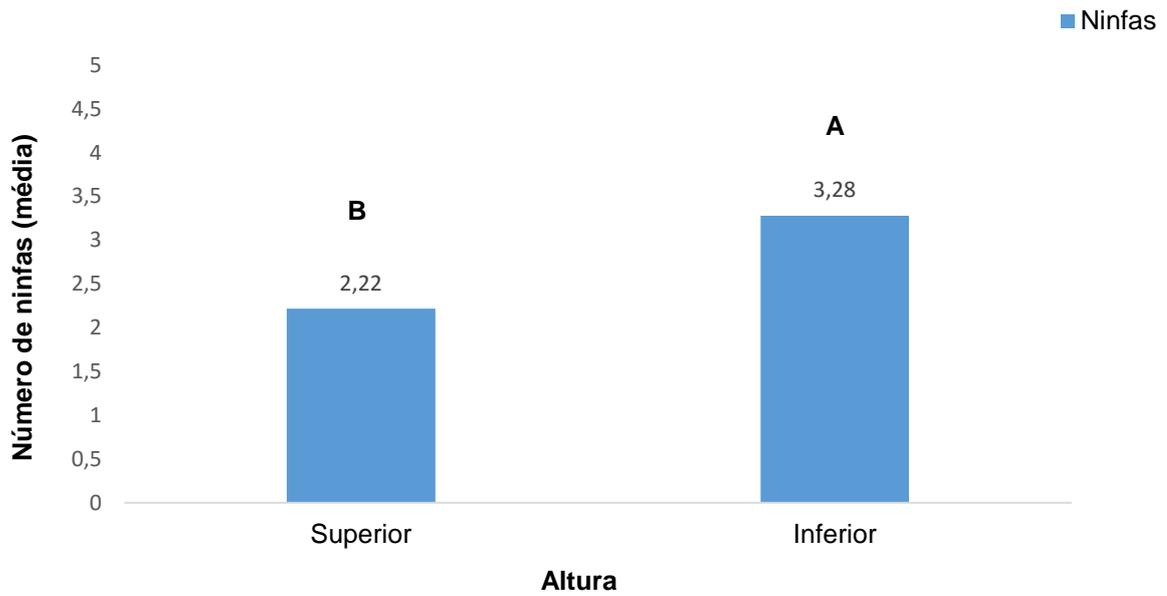


Figura 5. Número médio de ninfas de *Aleurocanthus woglumi* observadas em diferentes alturas das plantas de lima ácida Tahiti. Mogi Mirim (SP), out/2014 a jan/2016. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

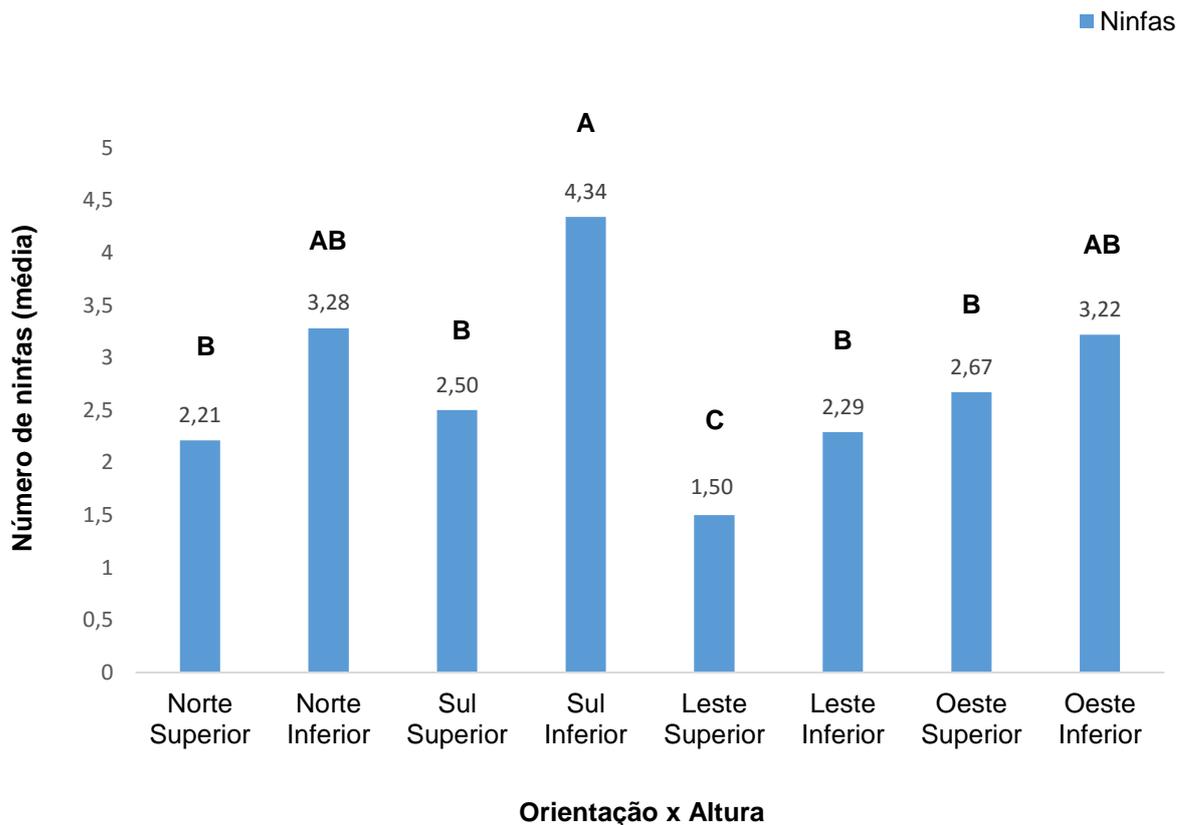


Figura 6. Número médio de ninfas de *Aleurocanthus woglumi* observadas em diferentes orientações e alturas das plantas de lima ácida Tahiti. Mogi Mirim (SP), out/2014 a jan/2016. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A análise da interação entre as variáveis orientação versus altura demonstrou que o quadrante sul inferior teve maior quantidade média de ninfas por folha (4,3), não diferenciando do norte inferior e oeste inferior e distintos do leste superior, norte superior, sul superior, leste inferior e oeste superior (Figura 6).

De acordo com a análise de variância das ninfas da MNC coletadas, houve diferença significativa para as variáveis orientação e altura analisadas individualmente (Tabela 1). Na análise de orientação versus altura também ocorreu efeito de interação.

Tabela 1. Análise de variância (ANOVA) para as ninfas de *Aleurocanthus woglumi* coletadas em folhas de lima ácida Tahiti. Mogi Mirim (SP), out/2014 a jan/2016.

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	102,79	7	14,68	9,88	<0,0001
Orientação	48,43	3	16,14	10,87	<0,0001
Altura	45,01	1	45,01	30,30	<0,0001
Orientação*Altura	9,35	3	3,12	2,10	0,1028
Erro	225,80	152	1,49		
Total	328,60	159			

4.1.2 Posturas

Para a variável orientação, as posturas apresentaram maiores valores médios no quadrante norte (0,26 posturas por folha), que foi semelhante aqueles encontrados nos quadrantes sul e oeste. A menor média foi obtida no quadrante leste (0,16 postura por folha) (Figura 7).

Na avaliação das diferentes alturas em que as folhas estavam dispostas, o número de posturas foi significativamente maior na parte inferior das plantas com uma média de 0,29 postura por folha (Figura 8). Esse resultado foi similar ao encontrado na análise das diferentes alturas para as ninfas.

Ao avaliar a interação orientação versus altura, o quadrante norte inferior apresentou a maior média de postura por folha (0,36), sendo semelhante estatisticamente aos valores obtidos nos quadrantes sul e oeste inferior. Contrariamente, a menor média desse parâmetro foi registrada no quadrante leste superior com o valor de 0,11 postura por folha (Figura 9).

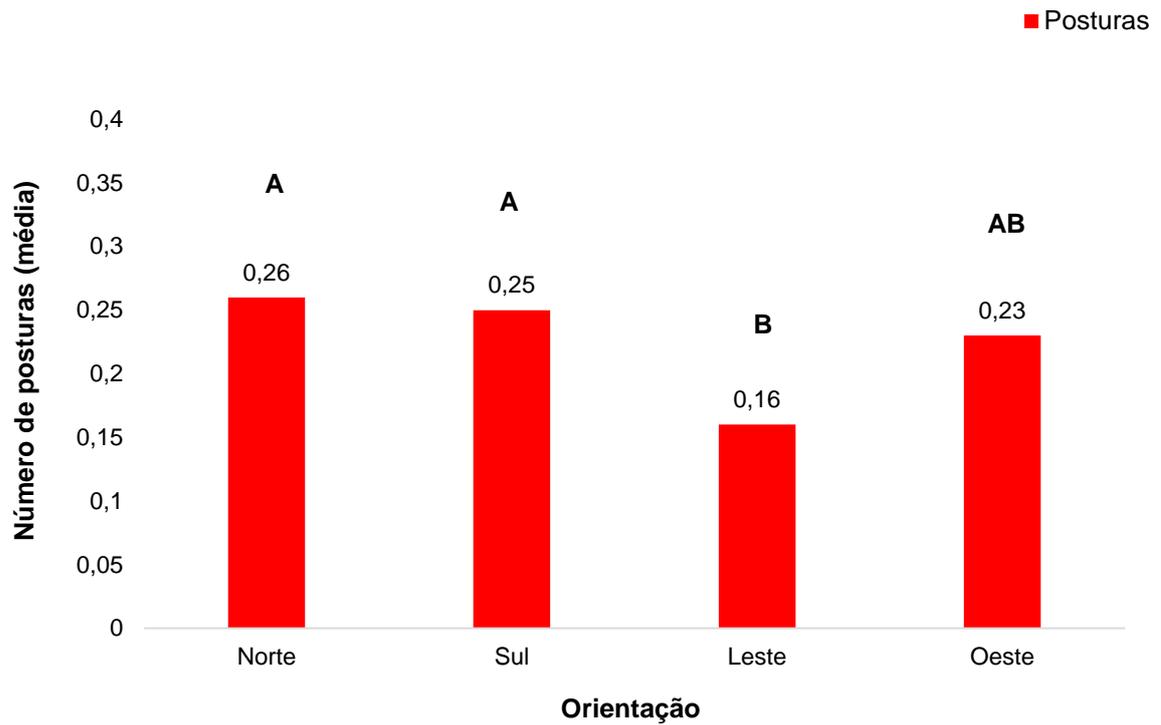


Figura 7. Número médio de posturas de *Aleurocanthus woglumi* em 34 coletas de out/2014 a jan/2016 encontradas em diferentes orientações das plantas de lima ácida Tahiti. Mogi Mirim, SP. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

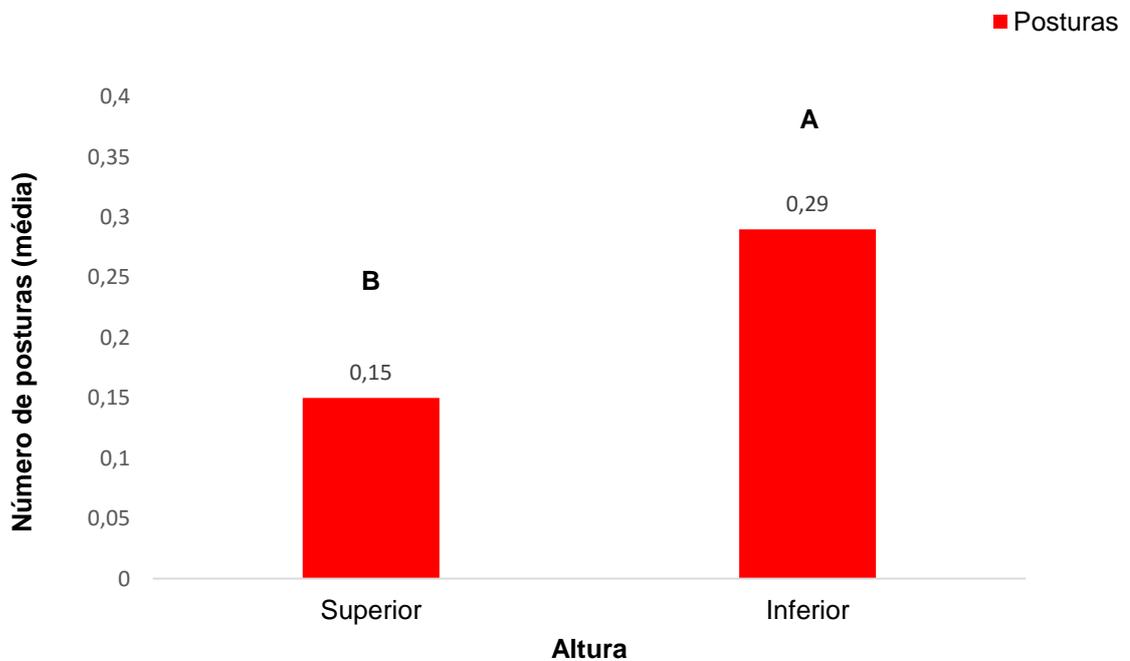


Figura 8. Número médio de posturas de *Aleurocanthus woglumi* observadas em diferentes alturas das plantas de lima ácida Tahiti. Mogi Mirim (SP), out/2014 a jan/2016. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

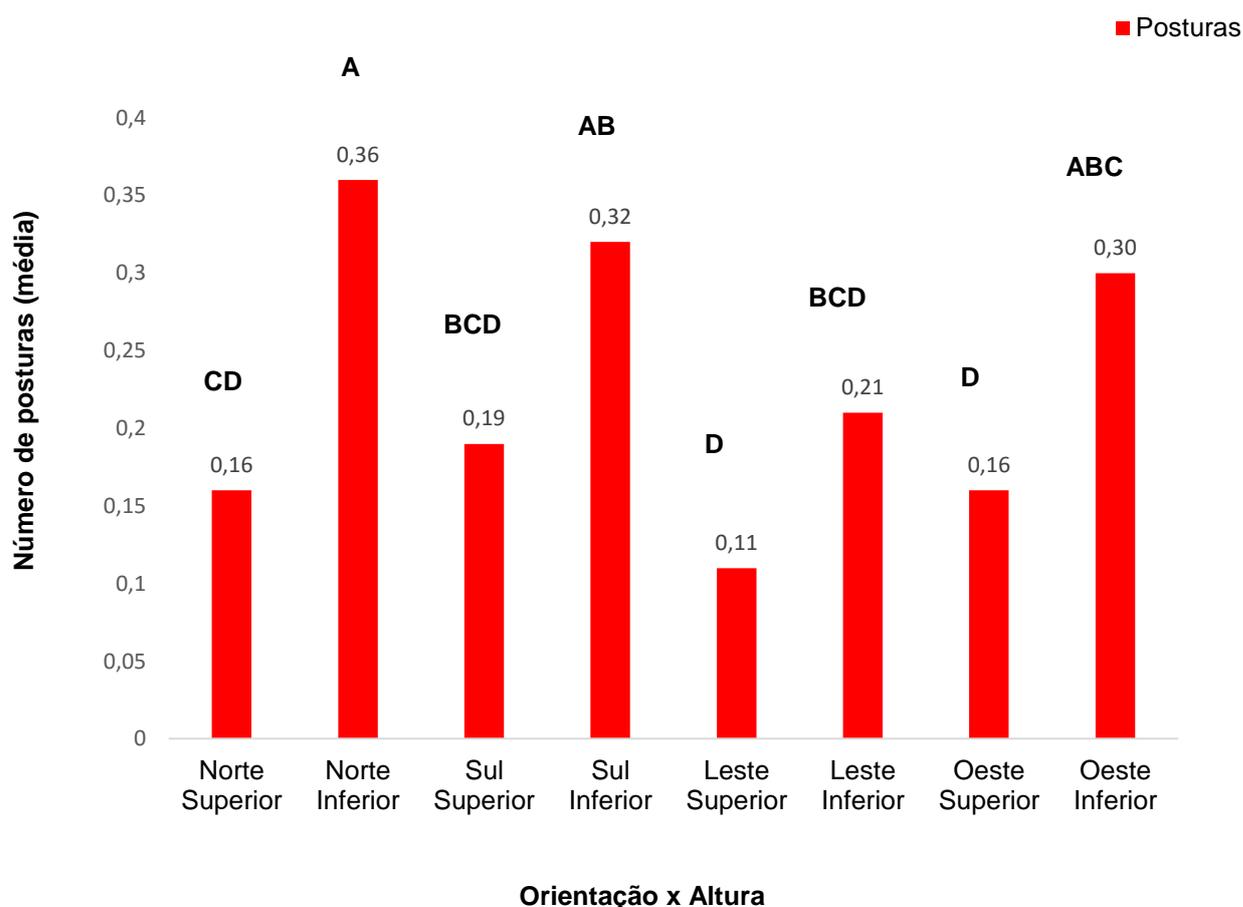


Figura 9. Número médio de posturas de *Aleurocanthus woglumi* por folha, observadas em diferentes orientações e alturas de plantas de lima ácida Tahiti, Mogi Mirim (SP), out/2014 a jan/2016. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados da análise de variância para a média de posturas por folha obtida durante as coletas indicam que a variável altura teve diferença ao ser analisada individualmente. Para a variável orientação não foi observada diferença ao ser avaliada individualmente (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância (ANOVA) para as posturas de *Aleurocanthus woglumi* coletadas em folhas de lima ácida Tahiti. Mogi Mirim (SP), out/2014 a jan/2016.

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,11	7	0,16	7,38	<0,0001
Orientação	0,27	3	0,09	4,12	0,0077
Altura	0,80	1	0,80	37,14	<0,0001
Orientação*Altura	0,05	3	0,02	0,72	0,5420
Erro	3,26	152	0,02		
Total	4,37	159			

4.1.3 Ovos por postura

As médias de ovos por postura foram semelhantes nos quadrantes norte, sul e leste, sendo que no quadrante norte (23,80) obteve-se significativamente mais posturas que o quadrante oeste (21,80) (Figura 10).

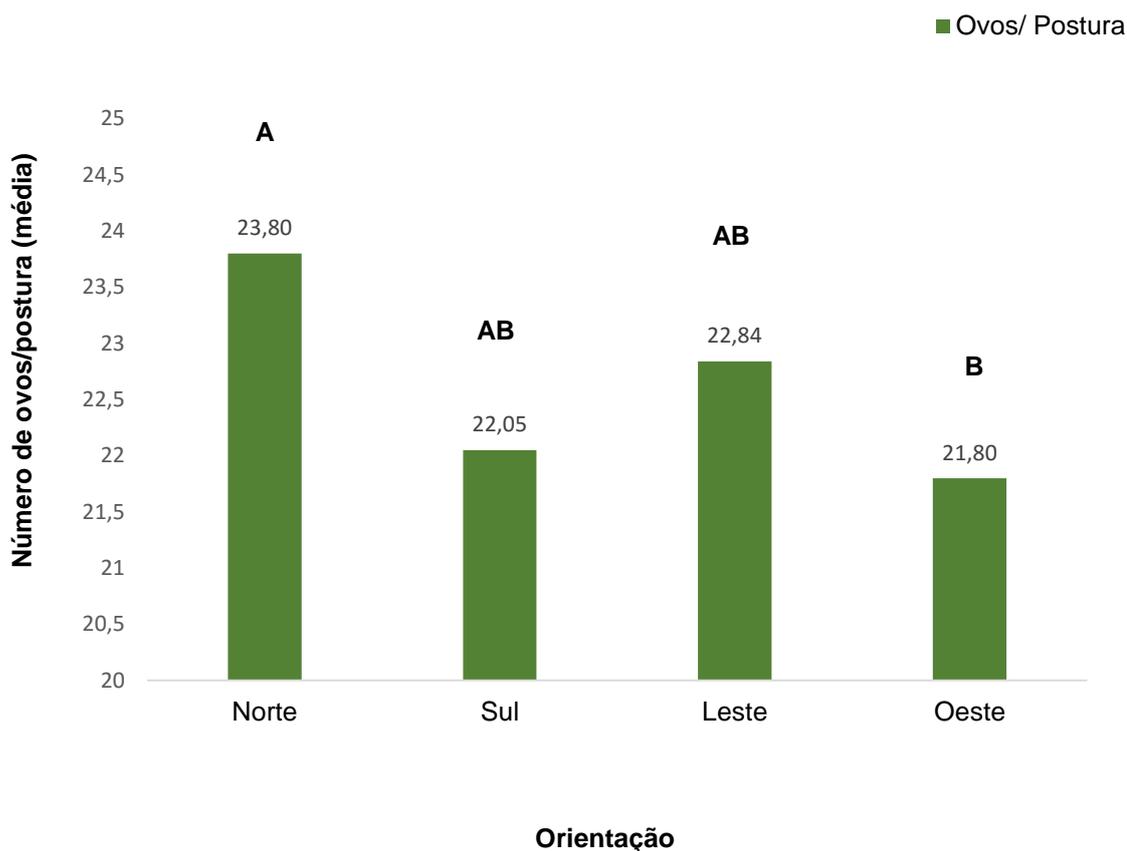


Figura 10. Número médio de ovos por postura de *Aleurocanthus woglumi* observadas em diferentes orientações das plantas de lima ácida Tahiti. Mogi Mirim (SP), out/2014 a jan/2016. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na avaliação de número médio de ovos por postura relacionado a variável altura, o maior valor foi encontrado na parte inferior das plantas coletadas com 23,4 ovos por postura, enquanto na altura superior foi registrado 21,89 ovos por postura (Figura 11).

Os maiores valores de ovos por postura foram obtidos no norte inferior (23,9) e norte superior (23,7), que foram superiores àqueles obtido no oeste superior (20,3 ovos por postura) (Figura 12). Observa-se que os valores médios de posturas foram muito próximos entre os quadrantes e as alturas.

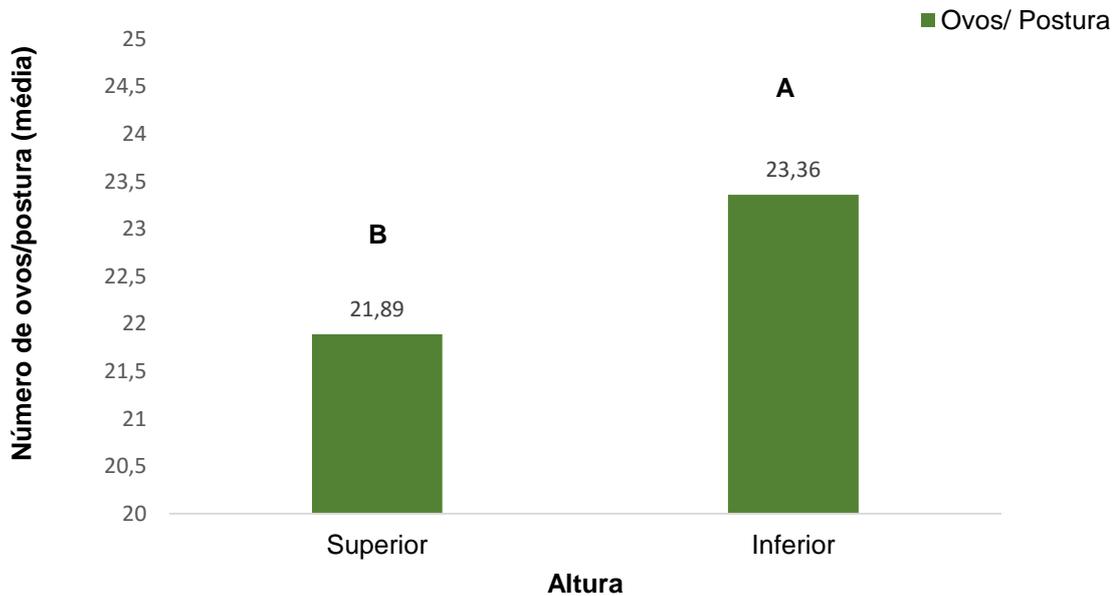


Figura 11. Número médio de ovos por postura de *Aleurocanthus woglumi* observadas em diferentes alturas das plantas de lima ácida Tahiti. Mogi Mirim (SP), out/2014 a jan/2016. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

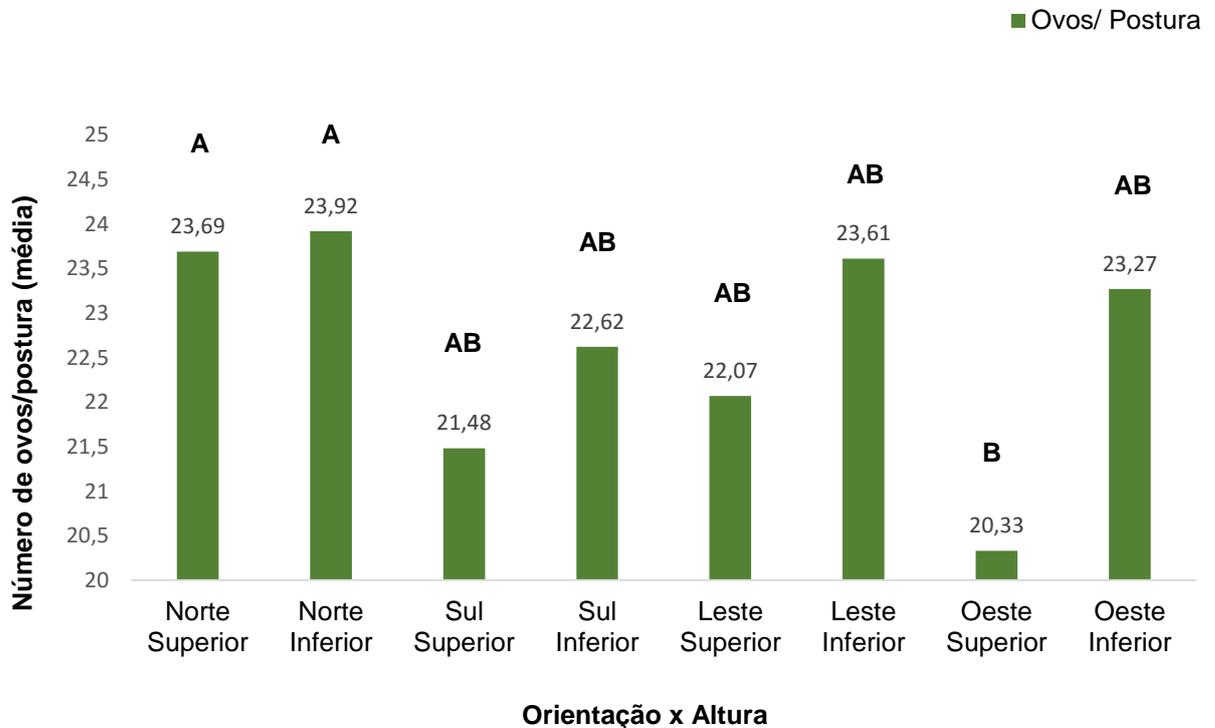


Figura 12. Número médio de ovos por postura de *Aleurocanthus woglumi* observadas em diferentes orientações e alturas das plantas de lima ácida Tahiti. Mogi Mirim (SP), out/2014 a jan/2016. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nas análises realizadas utilizando-se os valores médios de ovos por postura, foi observada diferença significativa nas variáveis individualmente avaliadas (Tabela 3).

Tabela 3. Análise de variância (ANOVA) para os ovos por postura de *Aleurocanthus woglumi* coletadas em folhas de lima ácida Tahiti. Mogi Mirim (SP), out/2014 a jan/2016.

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	221,36	7	31,62	2,68	0,0121
Orientação	97,89	3	32,63	2,76	0,0441
Altura	85,73	1	85,73	7,26	0,0078
Orientação*Altura	37,75	3	12,58	1,07	0,3657
Erro	1795,19	152	11,81		
Total	2016,55	159			

Raga, Basilli e Soares (2012) avaliaram o comportamento de oviposição de *A. woglumi* observando o número de posturas por folha recentes coletadas nos quadrantes norte, sul, leste e oeste e, como resultado, obtiveram que o número de posturas no quadrante sul foi significativamente superior ao quadrante oeste, sendo este semelhante aos demais quadrantes. Os autores verificaram também que não houve diferença entre os quadrantes norte, sul, leste e oeste quanto ao número de ovos por postura. Nos resultados obtidos neste trabalho, as posturas por folha nos quadrantes norte e sul apresentaram maiores valores médios e foram diferentes daqueles obtidos no leste. Em relação ao número de ovos por postura, o quadrante norte foi superior ao oeste.

Os estudos de Medeiros et al. (2009) no estado do Maranhão apontaram maior número de posturas na época de seca nos quadrantes norte e sul. Já a distribuição do número de posturas, ovos e ninfas de *A. woglumi* foi semelhante nos quadrantes norte, leste, sul e oeste nas plantas de laranja-natal-folha-Murcha (*C. sinensis* L. Obs.), tangerina-tanjaroa (*C. reticulata* Blanco), limão-rugoso-do-Maranhão (*Citrus* sp.) e limão-galego (*C. aurantifolia* Swing.), todas enxertadas em limoeiro-cravo (*Citrus limonia* Osb.) no período chuvoso. Cherry & Fitzpatrick (1979) apontaram que não houve diferença de infestação da MNC nos quatro quadrantes de orientação das plantas cítricas na cidade de Fort Lauderdale na Florida, E.U.A.

Nas avaliações de Vieira et al. (2009) houve maior concentração de posturas, ovos e ninfas nos quadrantes leste e oeste no período seco; já no período chuvoso, a distribuição do número de posturas, ovos e ninfas de *A. woglumi* foi semelhante nos quatro quadrantes.

Em relação às alturas estudadas, as médias de posturas e ninfas foram maiores na altura inferior a 1,50 m. A preferência da MNC em localizar-se na área mais baixa da planta pode estar relacionada a proteção do inseto contra efeitos ambientais e climáticos como chuvas, ventos, exposição à radiação solar, maior umidade na planta e no solo pela absorção de água ou ainda pelo menor risco de mortalidade por inimigos naturais. A dispersão da MNC se dá verticalmente na planta e horizontalmente entre as plantas (SILVA, 2011). A parte inferior da planta apresenta maior sombreamento, isso pode-se inferir que às infestações da mosca-negra-dos-citros apresentam preferência por intensidade moderada de luz solar (SILVA, 2011).

Dessa forma, foi notada a presença da praga nas duas alturas coletadas, sendo que por observações no campo os adultos estavam parcialmente mais localizados na parte superior das plantas e nas folhas mais novas, e as ninfas em maior quantidade na parte inferior, o que pode ser um indício de que o inseto adulto se alimenta na área superior e tem preferência de oviposição nas folhas localizadas em menor altura. Os estudos de Cherry & Fitzpatrick (1979) também indicaram que a metade inferior da planta é a área preferencial de infestação da MNC.

4.2 Flutuação populacional

Em alguns períodos propícios para a maior postura foram os verificados nas coletas: 2, 4, 8, 10, 14, 22, 24 e 30. Em relação ao número de ninfas as coletas que tiveram número mais significativo foram: 1, 7, 9, 11, 15, 24 e 30. É possível observar a relação entre o número de postura e o número de ninfas (Figura 13). Na coleta 8 é possível notar um pico de posturas, o que pode ter influência direta no pico de ninfas observado na coleta 9. Comportamento similar ocorreu na coleta 10 onde também houve um pico de posturas, e posteriormente na coleta 11, houve elevação da média de ninfas em relação a coletas anteriores. Igualmente foi observado aumento de posturas na coleta 14 e de ninfas na coleta 15.

No presente experimento, a MNC foi encontrada infestando o pomar cítrico durante todas as épocas compreendidas pelo estudo. Raga e Costa (2008) também observam a presença do inseto durante o ano todo. Assim como foi verificado a incidência de adultos em todas as avaliações durante o ano no experimento com lima ácida Tahiti realizado por Vieira et al. (2014) e também em outras espécies cítricas, já mencionadas, conforme verificado por Medeiros et al. (2009) no Maranhão.

Na Índia, Patel e Patel (2006) concluíram que a população da MNC foi observada durante todo o ano, porém com picos populacionais no verão e diminuindo significativamente no inverno. Gonçalves (2013) verificou resultado semelhante em laranja “Pêra” em Manaus, AM.

Na avaliação da flutuação populacional da MNC em pomar de laranja ‘Pêra’ no município de Artur Nogueira, SP, Imperato (2014) observou que as fases imaturas ocorreram em todo o período de coleta com seus picos populacionais em setembro e outubro de 2012 e de 2013, coincidindo com os menores valores de umidade relativa (%) e precipitação. Foi ressaltado pela autora que a relação entre a precipitação pluviométrica e a umidade relativa mostrou-se como principal fator responsável na infestação da praga na área experimental. Assim como no estudo de Imperato (2014), realizado em outubro de 2014, no pomar de realização do levantamento da flutuação populacional, também foi o mês de maior incidência de posturas e ninfas da MNC.

Os picos populacionais dos insetos são suscetíveis a influências de diversos fatores presentes no campo. Além das variáveis como clima, umidade, temperatura, nutrição do vegetal, ainda há ocorrência de outras pragas competindo por alimento com a MNC numa mesma planta. Ressalta-se ainda que a densidade populacional ocorrida durante o estudo, pode ser variável de acordo com a intensidade de inimigos naturais, fungos entomopatogênicos e parasitoides presentes nas diferentes épocas do ano no pomar.

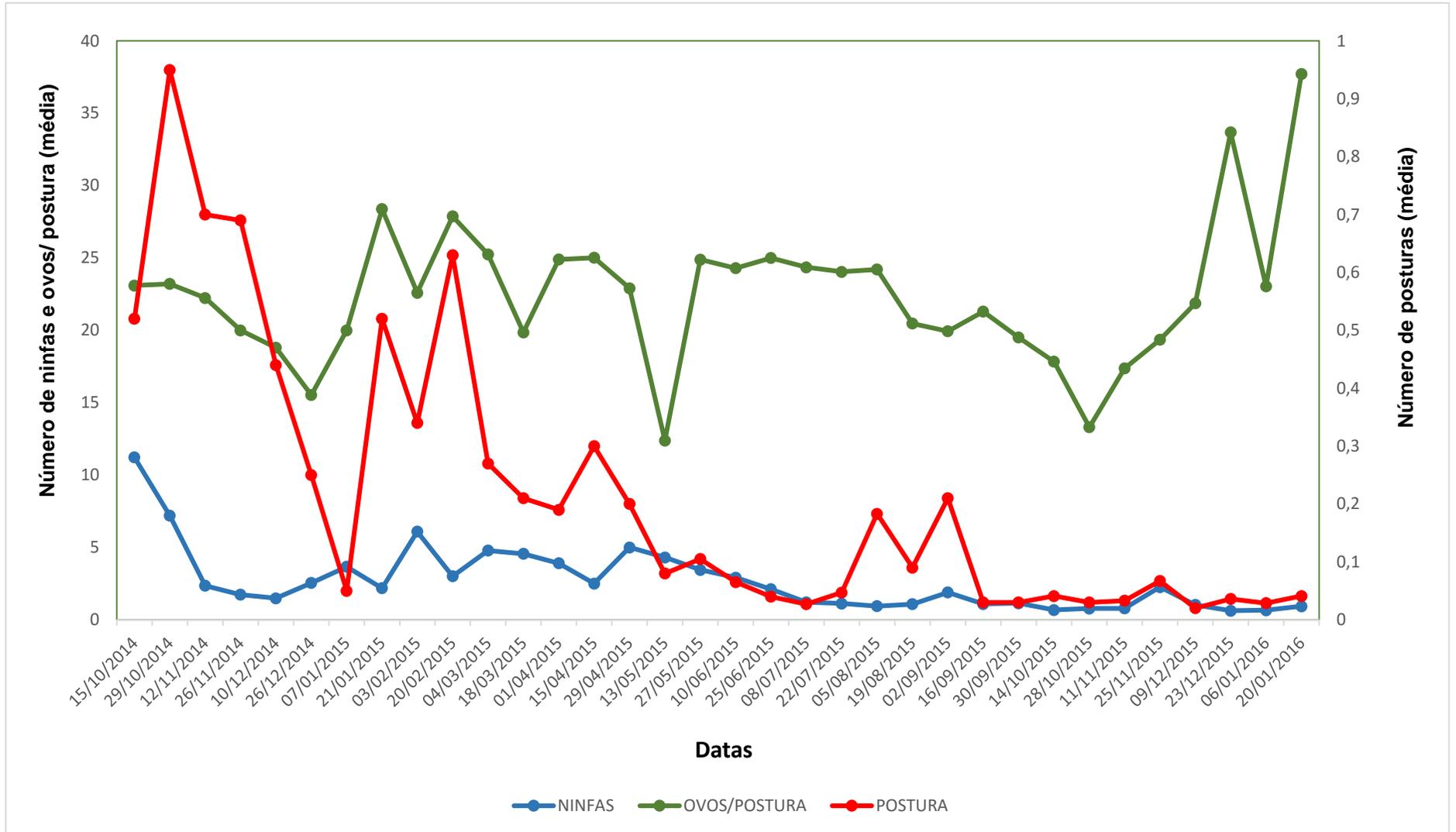


Figura 13. Flutuação populacional da mosca-negra-dos-citros *Aleurocanthus woglumi* por folha de lima ácida Tahiti, baseada em número médio de ninfas, posturas e ovos por postura. Mogi Mirim, SP, out/2014 a jan/2016.

4.2.1 Avaliação de ovos

Um total de 2.668 folhas apresentaram pelo menos uma postura sem nenhuma eclosão de ninfas. Obtiveram-se 259 posturas com 19 ovos, sendo essa densidade a mais frequente (Figura 14).

A média de ovos por postura foi de 22,90 (138.216 ovos totais / 6.034 posturas totais). As maiores frequências encontradas estão entre 16 e 21 ovos por postura. Enquanto a média total de ovos em folhas que apresentaram alguma postura foi de 2,26 espirais por folha (6.034 posturas totais / 2.668 folhas com posturas).

Resultado semelhante em relação à média de posturas por folha foi encontrado por Peña et al. (2009) na avaliação de 60 folhas novas de *Citrus* infestadas com ovos da MNC. Os autores registraram 119 espirais, com média de 2 espirais por folha, constatando-se que em condições naturais são postos $31,2 \pm 14,8$ (10-82) ovos por espiral. Já, os estudos de Nguyen e Hamon (1993) e EPPO (1997) apontaram que os ovos por posturas variam de 35 a 50 ovos. Cunha (2003) concluiu em suas análises o número médio de 26 a 58 ovos por postura.

No experimento realizado por Raga, Basilli e Soares (2012) foi obtida uma média de 28,42 ovos por postura. Também foi obtido valor semelhante no trabalho desenvolvido por Pena et al. (2008) analisando o número de ovos em folhas de laranja 'Westin' (*Citrus sinensis* L. Osbeck) com média de 27,6 ovos por postura.

Imperato (2014) obteve média de 24,51 ovos por postura de *A. woglumi* em folhas de tangerina Ponkan. A maior frequência de ovos por postura nas folhas de tangerineira foi de 18, representando 5,2% (109 posturas) do total de posturas recuperadas na tangerina. O maior número de ovos obtidos em uma postura foi de 71 e o menor de um. No experimento dessa autora, aproximadamente 88% das posturas tinham entre 11 e 40 ovos.

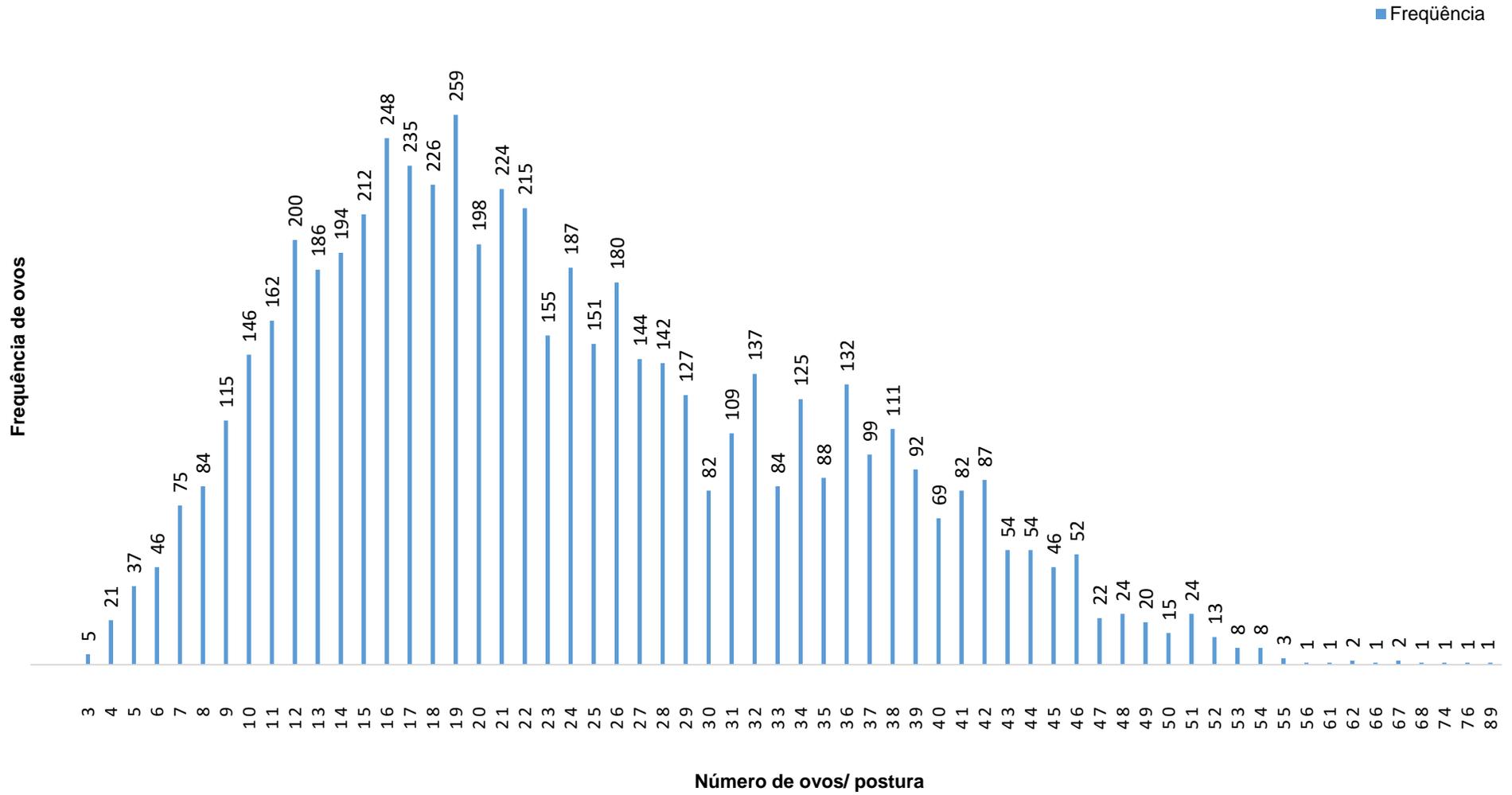


Figura 14. Frequência do número de ovos por postura de *Aleurocanthus woglumi* em pomar de lima ácida Tahiti. Mogi Mirim, SP, out/2014 a jan/2016.

4.3 Distribuição espacial

O ensaio de dispersão foi baseado em seis coletas quinzenais consecutivas e compreendeu o período de transição entre duas estações do ano de 2015 (verão e outono), nas quais foram contadas as ninfas e posturas observadas em cada folha.

O parâmetro estatístico referente às variáveis: porcentagem (%) de ninfas infectadas por *A. aleyrodis*; porcentagem (%) de ninfas infectadas por *Ae. webberi*; nº médio de ninfas de *A. woglumi* por folha; nº médio de posturas de *A. woglumi* por folha (Tabela 4).

Todas as variáveis analisadas apresentaram distribuição normal submetidos ao teste de Kolmogorov Smirnov. Os valores alcançados para o coeficiente de variação são classificados como altos, segundo o critério de Warrick e Nielsen (1980). O maior valor (92,38) foi atribuído ao número de ninfas infectadas por *A. aleyrodis* (%). Além disso, observa-se que os valores de média e mediana para este atributo não são próximos, demonstrando sua variabilidade dentro da área de estudos.

Utilizando mesmo critério, o número médio de posturas de *A. woglumi* por folha e o número de ninfas infectadas por *Ae. webberi* (%) também apresentam variação nas escalas do terreno. O número médio de ninfas de *A. woglumi* por folha apresentou o menor valor de CV (%) 31,86, dentre as variáveis analisadas relacionado ao fato de que a sua incidência é menor na área que pode estar associada ao pomar a condições desfavoráveis ao inseto (Tabela 4).

Os semivariogramas analisados (Tabela 5) não indicaram preferências de direção ou não apresentaram anisotropia e a variabilidade espacial incide seguindo um mesmo padrão para todas as direções (VIEIRA, 2000).

A proporção $C_0 + C_0/C_0+C_1$ é utilizada para definir a dependência espacial das variáveis analisadas, definida como: se a razão é $< 0,25$, há uma forte dependência espacial; se entre $0,25$ a $0,75$ a dependência espacial é moderada; e se a razão é $> 0,75$ dependência espacial é fraca (Cambardella et al., 1994). Os valores dessa relação demonstram que a dependência espacial é classificada como forte para o número de ninfas infectadas por *Ae. webberi* (%), moderada para o número de posturas *A. woglumi* por folha (média) e fraca para o número de ninfas *A. woglumi* por folha (média) e o número de ninfas infectadas por *A. aleyrodis* (%) (Tabela 5).

A validação cruzada facilitou a escolha pelo modelo do semivariograma e forneceu melhores previsões para a continuidade espacial dos atributos estudados. Os valores mais próximos de 1 indicam que a previsão está próxima dos valores reais (Wackernagel, 1995). Quanto aos modelos, o Gaussiano foi predominante. Observado que a incidência das posturas é contínua no terreno, isso possibilita que a análise dessa variável seja observada em grande parte das plantas estudadas.

Tabela 4. Número médio de ninfas de *Aleurocanthus woglumi* por folha, número médio de posturas de *Aleurocanthus woglumi* por folha, percentual de ninfas de *Aleurocanthus woglumi* infectadas por *Aschersonia aleyrodís* e *Aeregita webberi* em pomar de Lima ácida Tahiti. Artur Nogueira, mar/2015 a junho/2015.

Variável	Média	Mediana	CV	Assimetria	Curtose	1PV ¹
Nº ninfas infectadas <i>A. aleyrodís</i> (%)	16,89	12,70	92,38	1,12	0,72	<0,0100
Nº ninfas infectadas <i>A. webberi</i> (%)	0,15	0,00	52,17	6,73	49,89	<0,0100
Nº ninfas <i>A. woglumi</i> / folha (média)	13,56	12,92	31,86	1,21	2,11	<0,0100
Nº posturas <i>A. woglumi</i> / folha (média)	0,73	0,67	72,20	2,36	9,97	<0,0100

PV1= teste de Komogorov-Smirnov; CV= coeficiente de variação

Tabela 5. Dependência espacial de ninfas infectadas por *Aschersonia aleyrodís* (%), *Aeregita webberi* (%), ninfas de *Aleurocanthus woglumi* por folha (média) e posturas *Aleurocanthus woglumi* por folha (média) em pomar de Lima ácida Tahiti. Artur Nogueira, mar/2015 a junho/2015.

Variável	Modelo	¹ C ₀	² C ₀ /C ₀ +C ₁	Alcance	³ R ²	⁴ VC	⁵ GDE
Nº ninfas infectadas <i>A. aleyrodís</i> (%)	Esférico	101,500	214,800	188,60	0,99	0,72	47,25
Nº ninfas infectadas <i>Ae. webberi</i> (%)	Gaussiano	0,0010	0,722	81,40	0,89	0,81	0,14
Nº ninfas <i>A. woglumi</i> /folha (média)	Gaussiano	0,8600	19,2200	83,40	1,00	0,70	4,47
Nº posturas <i>A. woglumi</i> /folha (média)	Gaussiano	0,001	0,177	89,70	0,81	0,73	0,56

¹C₀ = Efeito Pepita; ²C₀/C₀+C₁ = Grau de dependência espacial; ³R² = Coeficiente de determinação; ⁴VC1 = Validação Cruzada; ⁵GDE = Grau de dependência espacial.

Sobre o alcance, o maior valor foi atribuído ao número de ninfas infectadas por *A. aleyrodis*, que representa 75% do alcance da malha amostral. Para a porcentagem de ninfas infectadas por *Ae. webberi* (%), nº de ninfas de *A. woglumi* por folha (média), nº de posturas de *A. woglumi* por folha (média), os alcances foram de 81,40; 83,40 e 89,70 m, respectivamente. Esses alcances representam em média 87% da malha amostral demonstrando uma distribuição do inseto em toda a área.

Ao analisar os mapas de *A. aleyrodis* (%) (Figura 15) observa-se que as ninfas infectadas estão presentes em toda a área estudada, apresentando manchas com as maiores incidências em todo terreno.

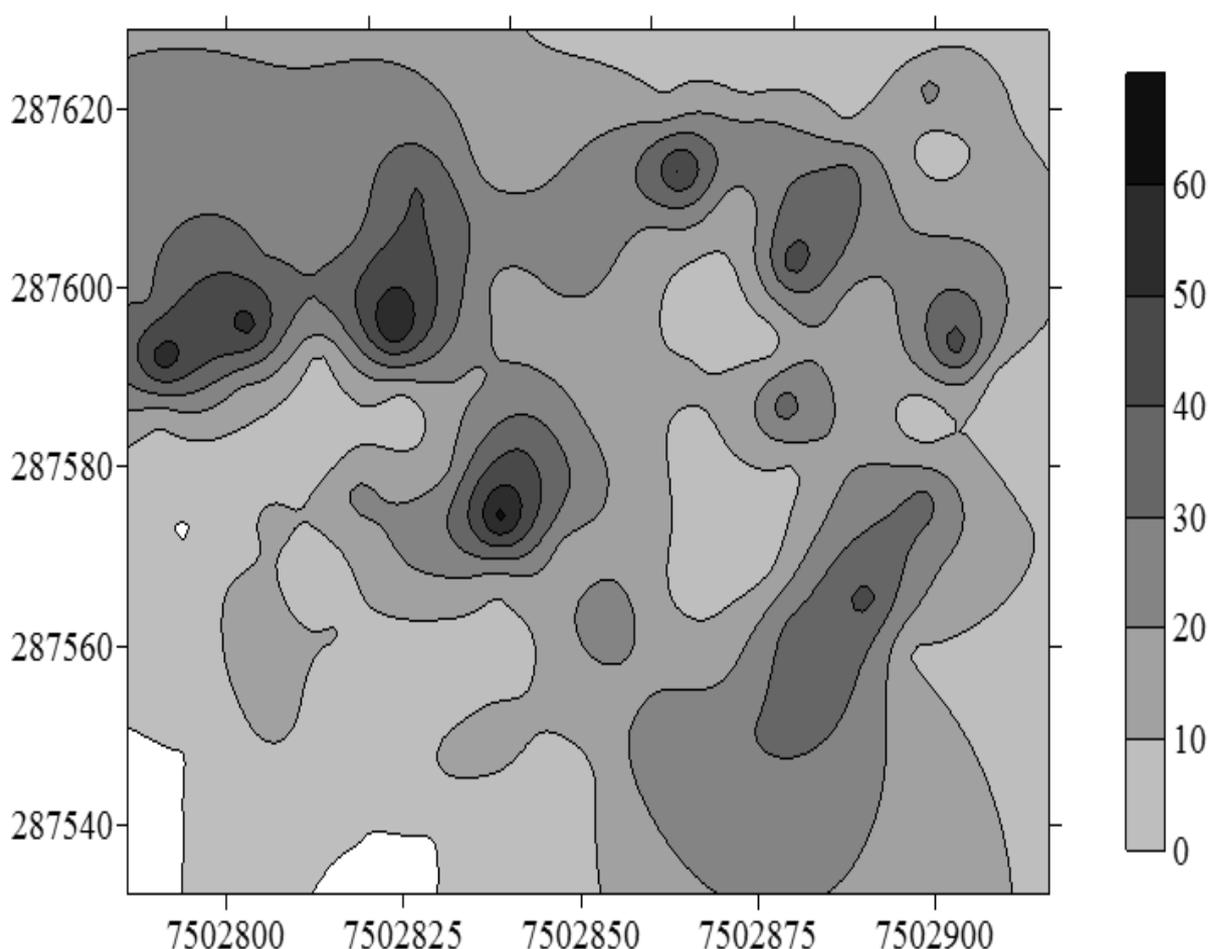


Figura 15. Mapa do atributo de porcentagem de ninfas de *Aleurocanthus woglumi* infectadas por *Aschersonia aleyrodis* em pomar de Lima ácida Tahiti. Artur Nogueira, mar/2015 a junho/2015.

As ninfas infectadas por *Ae. webberi* apresentam uniformidade quanto à intensidade na área, o que pode estar diretamente relacionado a condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento do fungo e que são relativamente uniformes para toda a área de estudo (Figura 16).

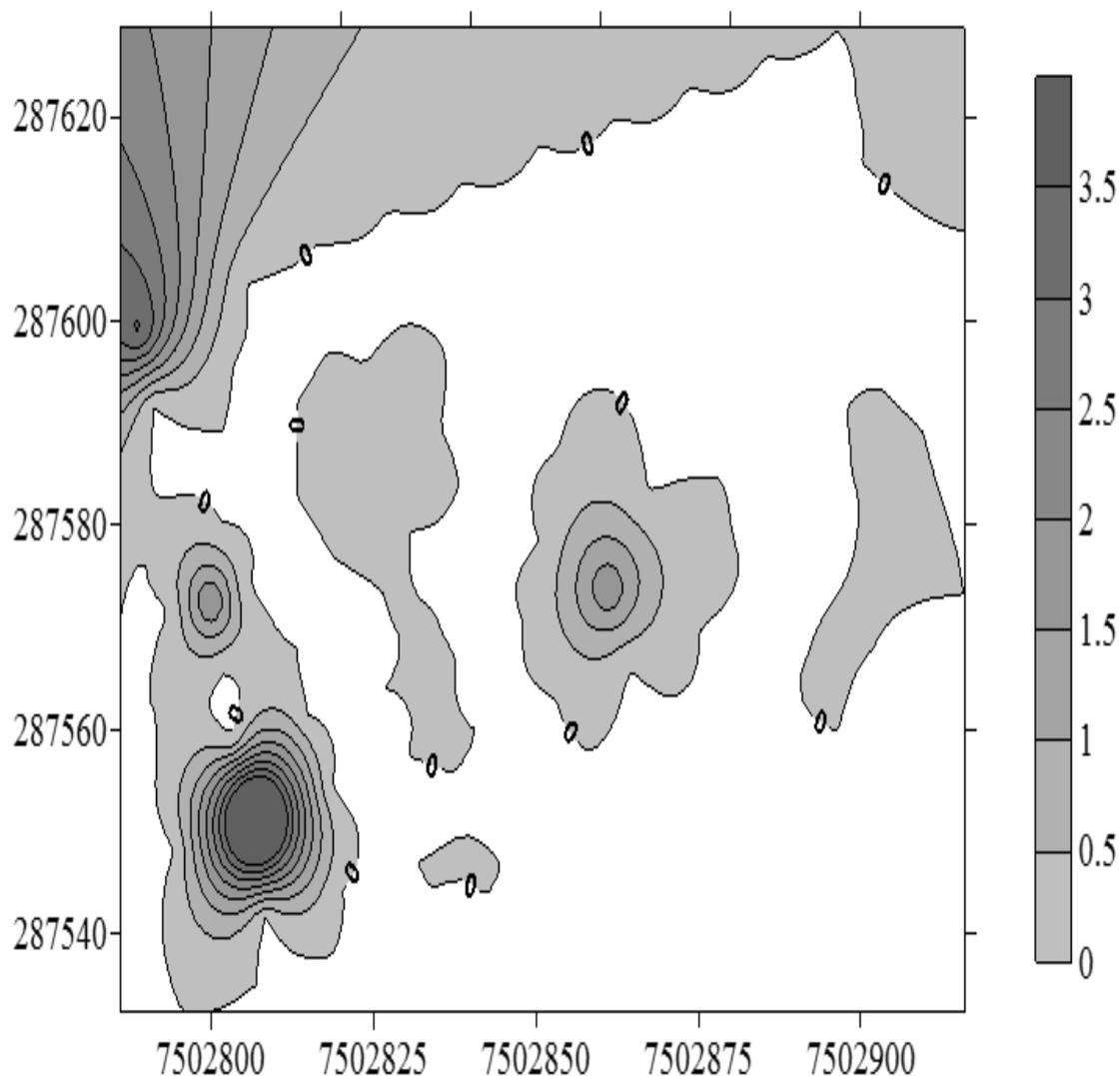


Figura 16. Mapa de porcentagem de ninfas de *Aleurocanthus woglumi* infectadas por *Aeregita webberi* (%) em pomar de Lima ácida Tahiti. Artur Nogueira, mar/2015 a junho/2015.

O mapa de número médio de ninfas de *A. woglumi* por folha (Figura 16), demonstra que a maior incidência na área está de noroeste a sudoeste do mapa, apresentando também algumas manchas de menor intensidade ao centro da área de estudos, entretanto observa-se maior concentração nas extremidades.

O mapa do número médio de posturas de *A. woglumi* (Figura 17) permite inferir que a sua presença é mais intensa a noroeste e nordeste do terreno estudado. Também é possível observar manchas com menores intensidades por todo terreno estudado.

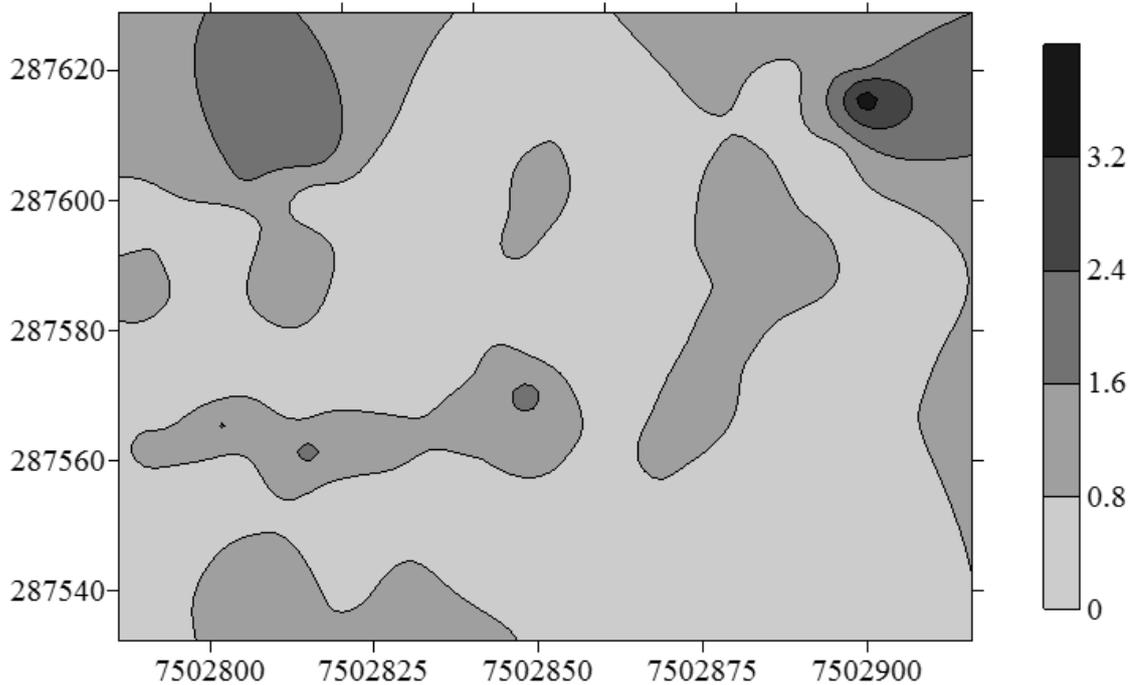


Figura 17. Mapa do número médio de postura de *Aleurocanthus woglumi* por folha (média) em pomar de Lima ácida Tahiti. Artur Nogueira, mar/2015 a junho/2015.

Vieira (2008), ao analisar a distribuição da MNC em lima ácida Tahiti, determinou que os adultos se distribuem espacialmente de forma agregada no pomar. Isso corrobora para o conhecimento da presença agregada de ninfas e posturas encontradas no presente trabalho.

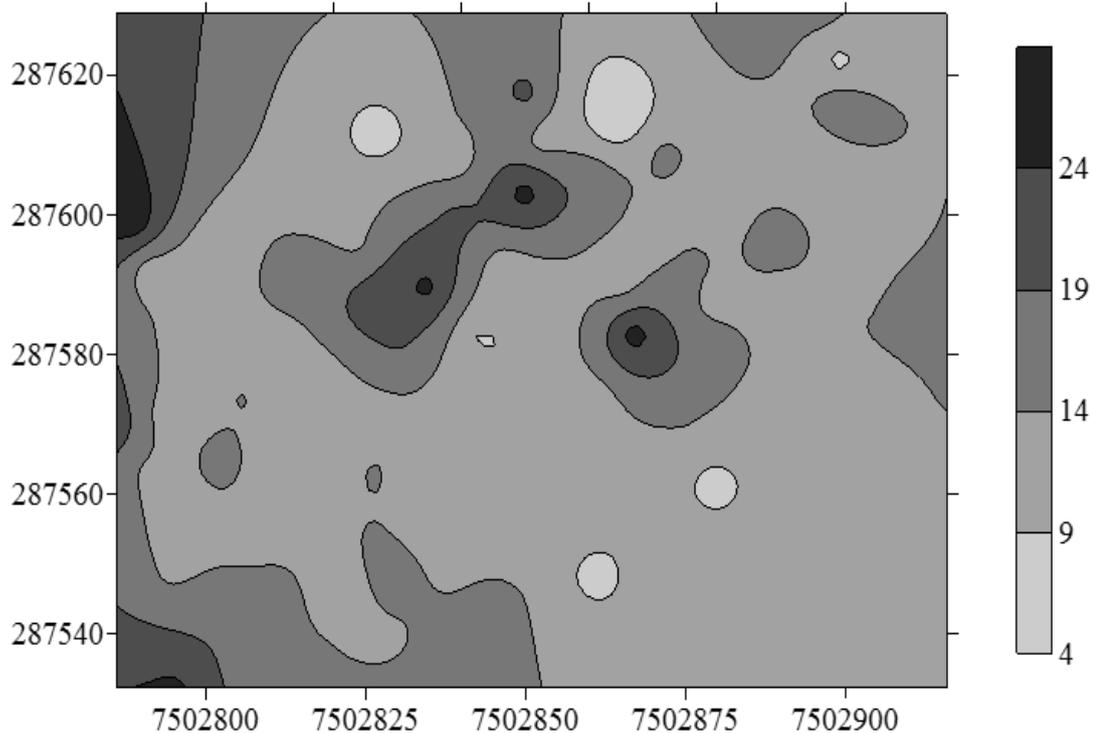


Figura 18. Mapa do número de ninfas *Aleurocanthus woglumi* por folha (média) em pomar de Lima ácida Tahiti. Artur Nogueira, mar/2015 a junho/2015.

4.4 Índice de Morisita

Para compreensão da interação da MNC na área, analisando sua dispersão entre plantas obteve o resultado da formula para as ninfas:

$$I\delta \text{ NINFA} = 100. \frac{(2.657.039,083 - 15.929,833..)}{(253759590 - 15.929,833..)} \quad I\delta = 1,040857237$$

Para as posturas:

$$I\delta \text{ POSTURA} = 100. \frac{(8897,6111 - 862,333)}{(743619 - 862,333)} \quad I\delta = 1,081818655$$

Ambos os resultados encontrados caracterizam a distribuição de ninfas e posturas como agregada. Vieira et al (2014) analisou a distribuição espacial da MNC em um pomar de lima ácida Tahiti e verificou resultado semelhante na captura de adultos em armadilhas amarelas, constando o padrão agregado de distribuição da espécie.

Os estudos de Cherry & Fitzpatrick (1979) demonstraram que a MNC se apresenta com um padrão agregado, principalmente nas folhas da metade mais baixa das plantas de citros. Possivelmente isso ocorra como resposta a fatores climáticos. As áreas de maior agregação do inseto possuíam também melhores condições como a proteção contra o vento, a incidência direta da chuva e as altas temperaturas na superfície das folhas.

4.5 Inimigos naturais

No período que compreendeu 14 coletas entre julho de 2015 e janeiro de 2016, foram observadas em campo diversas espécies de inimigos naturais de pragas citrícolas. Esse fato pode estar relacionado ao fato de o pomar estudado ter um manejo baseado na produção orgânica que não utiliza agroquímicos para controlar insetos-pragas. Os inimigos naturais diretamente relacionados ao controle da MNC que foram identificados são os fungos *A. aleyrodís* e *Ae. Webberi*. Apesar de terem sido identificados outros agentes controladores das pragas, não é possível afirmar que os mesmos estejam diretamente relacionados ao controle da MNC, visto que existem outras pragas no pomar.

Durante as avaliações dos experimentos de flutuação populacional e dispersão espacial da MNC, foram observadas e contabilizadas as ninfas infectadas pelo fungo *A.*

aleyrodis (Figura 19C). Em todas as coletas observou-se a presença do fungo *A. aleyrodis* no pomar. Foram contabilizadas 10.435 ninfas infectadas durante as coletas, representando um total de 2.910 folhas com a presença de pelo menos uma ninfa infectada pelo fungo. As ninfas infectadas representam um total de 10,69% de folhas com a presença de *A. aleyrodis*.

O fungo *Ae. webberi* também foi observado infectando ninfas de MNC em folhas da lima ácida Tahiti durante todo o período do estudo (Figura 19D). No total, 14.533 ninfas da MNC foram encontradas infectadas pelo fungo, contabilizando 1.709 folhas e representando 6,28 % das folhas coletadas.

Para levantamento das espécies de joaninhas coletaram-se 280 armadilhas adesivas amarelas com diversos insetos capturados, incluindo outras pragas como espécie de mosca-das-frutas (Tephritidae) e alguns inimigos naturais como a larva do bicho-lixeiro e joaninha. Foram contabilizados os insetos com o mesmo padrão taxonômico e foram identificados como espécie 1, 2, 3, 4, 5 e 6 (Figura 20).

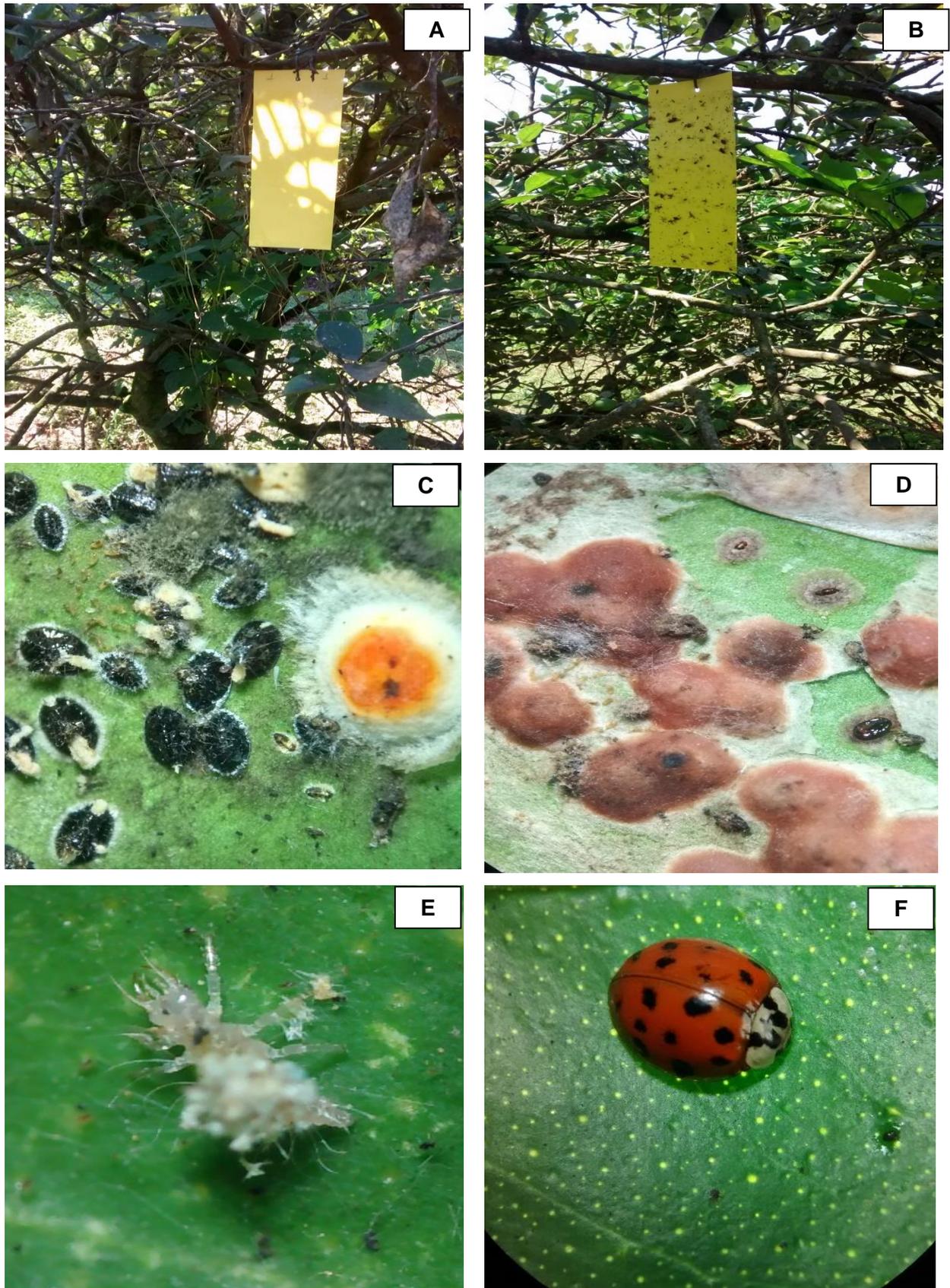


Figura 19. (A) Armadilha amarela no campo; (B) armadilha amarela após 15 dias no campo; (C) ninfas da *Aleurocanthus woglumi* infectadas por *Aschersonia aleyrodidis*; (D) ninfas de *Aleurocanthus woglumi* infectadas por *Aeregita webberi*; (E) larva do bicho-lixeiro; (F) joaninha.

Fotos:

Saldanha,

2015.

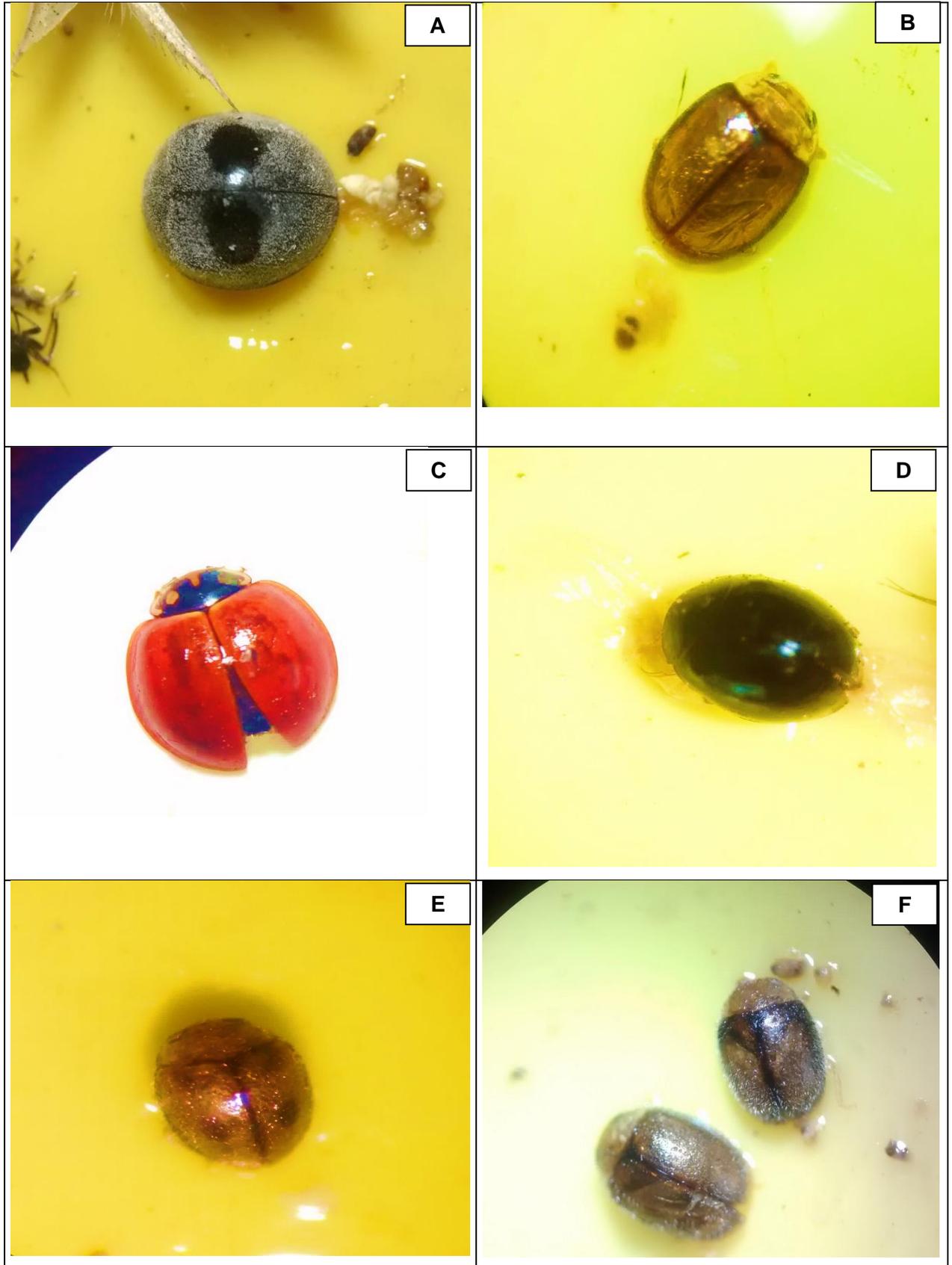


Figura 20. (A) Espécie 1; (B) espécie 2; (C) espécie 3; (D) espécie 4; (E) espécie 5; (F) espécie 6. Fotos: Saldanha, 2015.

Tabela 6. Quantificação das principais espécies de coccinellidae encontradas nas armadilhas amarelas. Mogi Mirim, SP. Jul/2015 a jan/2016.

	Espécie 1	Espécie 2	Espécie 3	Espécie 4	Espécie 5	Espécie 6
Coleta 1	32	36	5	53	35	1
Coleta 2	29	42	13	49	50	3
Coleta 3	23	44	2	57	39	2
Coleta 4	36	49	2	66	33	4
Coleta 5	39	24	1	40	8	2
Coleta 6	63	47	1	49	14	1
Coleta 7	48	51	1	52	15	2
Coleta 8	21	54	8	39	27	5
Coleta 9	19	64	3	55	43	4
Coleta 10	21	43	2	48	53	2
Coleta 11	22	47	5	29	43	3
Coleta 12	20	55	13	24	32	4
Coleta 13	25	28	6	51	55	2
Coleta 14	40	53	7	23	44	1

Na avaliação de espécies de coccinélídeos coletados obteve um total de 438 indivíduos da espécie 1; na espécie 2 o número a somatória de todas as coletas resultou em 637 insetos; 69 exemplares da espécie 3 foram encontrados; em relação a espécie 4 foram contabilizados 635 indivíduos; já para a espécie 5 o total coletado foi de 491 e por fim, na

espécie 6 cerca de apenas 36 insetos foram observados. Ressalta-se que muitos outros insetos foram coletados, entretanto os expostos na tabela 6 foram os mais comumente encontrados.

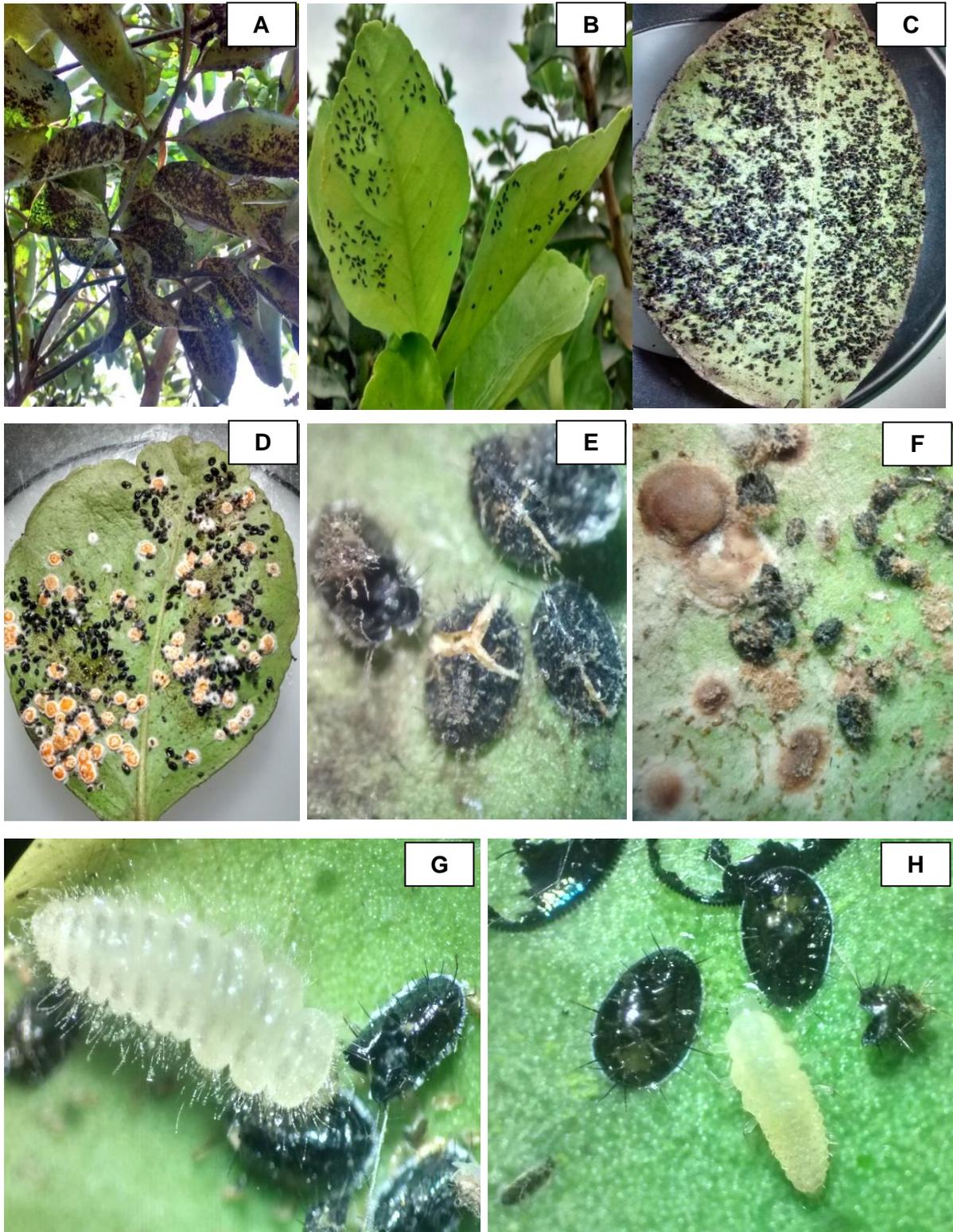


Figura 21. (A) Ramo com folhas infestadas por *Aleurocanthus woglumi*; (B) Infestação de adultos de *Aleurocanthus woglumi* em brotação de citros; (C) Ninfas em folha de citros; (D) *Aschersonia aleyrodis* em folha de lima ácida Tahiti; (E) *Aschersonia aleyrodis* em ninfa de *Aleurocanthus woglumi*; (F) *Aegerita webberi* em ninfas de *Aleurocanthus woglumi*; (G) Larva de joaninha predando ninfa de *Aleurocanthus woglumi*; (H) Larva de joaninha em folha de lima ácida Tahiti. Fotos: Saldanha, 2015.

5 CONCLUSÕES

A flutuação populacional de *Aleurocanthus woglumi* altera-se ao decorrer do ano, sendo o maior média encontradas para ninfas no quadrante sul superior;

As maiores médias encontradas para posturas e ovos por posturas encontraram-se no quadrante norte inferior;

A altura inferior a 1,50 m é a preferencial para a oviposição dos adultos e incidência de ninfas e posturas de *Aleurocanthus woglumi*;

A distribuição espacial de *Aleurocanthus woglumi* apresenta padrão agregado;

Inimigos naturais como joaninhas e fungos entomopatogênicos foram presentes nas plantas infestadas por *Aleurocanthus woglumi* no pomar orgânico de lima ácida Tahiti.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, S. A. Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae). In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. Cap. 23, p.969-1022.
- BARBOSA, D. G. F.; GONDIM JÚNIOR, M. G. C.; BARROS, R.; OLIVEIRA, J. V. **Diversidade de Ácaros em Aceroleira (*Malpighia emarginata* ADC) na Universidade Federal Rural de Pernambuco em Recife, PE**. Neotropical Entomology, v. 32, n.4, p. 577-583, 2003.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO; SECRETÁRIA DE POLÍTICA AGRÍCOLA; DEPARTAMENTO DE COMÉRCIO E ABASTECIMENTO AGRÍCOLA E PECUÁRIO. **Sumário Executivo: complexo laranja**. Julho/2013.
- CAHN, M. D.; HUMMEL, J. W.; BROUER, B. H. **Spatial analysis of fertility for site-specific crop management**. Soil Science Society of American Journal, Madison, v.58, n.11, p. 1240-1248, 1994.
- CALENDARR BRASIL. **Estações do ano**. Disponível em: <<http://www.calendarr.com/brasil/inicio-do-inverno/>>. Acesso em: 10 set. 2015.
- CAMBARDELLA, C. A. et al. **Field scale variability of soil properties in Central Iowa soils**. Soil Science Society of America Journal, Madison, v. 58, n. 5, p.1501-1511, 1994.
- CANARD, M.; PRINCIPI, M. M. **Life histories and behavior**. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T. R. (Eds). Biology of Chrysopidae. The Hague: W. JunkPublishers, p. 57-149, 1984.
- CHERRY, R.; FITZPATRICK, G. **Intra-tree dispersion of citrus blackfly**. Environmental Entomology, 8: 997-999,1979.
- CPTEC - Centro de previsão de tempo e estudos climáticos. **Estações do ano**. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/>>. Acesso em 28 ago. 2015
- CUNHA, M. L. A. **Distribuição geográfica, aspectos biológicos e controle químico da mosca negra dos citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae), nas condições ambientais do Estado do Pará**. Belém. 2003. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2003.
- DENT, D. **Insect pest management**. Cambridge: University Press, 2000. 2nd ed. 410p.
- DOWELL, R. V.; REINERT, J. A.; FITZPATRICK, G. E. **Development and survivorship of the citrus blackfly *Aleurocanthus woglumi* on six citrus hosts**. Environmental Entomology, Maryland, v. 7, n. 4, p. 524-525, 1978.
- DOWELL, R.; FITZPATRICK, G. E. **Effect of temperature on the growth and survival of the citrus blackfly**. Canadian Entomologist, v. 110, n. 7, p.1347 - 1350, 1978.

EMÍDIO, Z. P. O. **Estações do ano**. Disponível em: <<http://www.ipmet.unesp.br/4estacoes/>>. Acesso em: 01 set. 2015.

EPPO-EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION. ***Aleurocanthus woglumi***. In: Quarantine Pests for Europe, 2. ed, Wallingford: CAB International, p. 25-29, 1997.

ERTHAL JUNIOR, M. **Controle biológico de insetos pragas**. Anais. I Seminário Mosaico Ambiental: Olhares sobre o ambiente, 2011.

FELIPPE, N.; RAGA, A. **Population dynamics of citrus blackfly in Tahiti in the state of São Paulo**. Abstracts XII International Congress of Citrus. Valencia: Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, p. 296, 2012.

FIGUEIREDO, M.G.; BARROS, A.L.M.; FRIZZONE, J.A.; BELASQUE JUNIOR, J. **Dano econômico evitado pelo controle de doenças na citricultura paulista**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, p. 1-12, 2009.

FIGUEIREDO, L. C. **Manejo fitossanitario de la mosca prieta de los citricos (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) em las condiciones de la empresa de citricos sola**. 63 f. Dissertação (Maestria em Fruticultura Tropical) - Instituto de Investigaciones de Fruticultura tropical, La Havana, 2002.

FLANDERS, S. E. **Observations on citrus blackfly parasites in India and México and correlated circumstances**. Canadian Entomologist, 101: 467 – 480, 1969.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://apps.fao.org>> Acesso em: 13 abr. 2015.

FRENCH, J. V.; MEAGHER, R.L. **Citrus blackfly: chemical control on nursery trees**. Subtropical Plant Science, 45: 7-10, 1992.

FRENCH, J. V.; MORENO, D. S.; SUMMY, K. R.; SPARKS, A. N. J. R.; LUMMUS, P. F. **Citrus Center**. Texas A & M University - Kingsville Citrus Center, 2005.

GALLO, D; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L; BAPTISTA, G. C; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R.; ZUCCHI, R. A.; ALVEZ, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba/SP, v. 10, Ed. FEALQ, 920p., 2002.

GOLDEN SOFTWARE INC. (Golden, Estados Unidos). **Surfer for windows: release 7.0, contouring and 3D surface mapping for scientist's engineers user's guide**. New York, 1999. 619p.

GONÇALVES, M. S. **Flutuação populacional da mosca-negra-dos-citros, *Aleurocanthus woglumi* (Hemiptera: Aleyrodidae) e de seus inimigos naturais em um plantio de citros, Manaus, Amazonas, Brasil**. Dissertação de mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Manaus, 68 f, 2013.

GONZALEZ, J. G.; BENITEZ, E. R.; LOPEZ-AVILA, A. **Biología y hábitos alimenticios de *Delphastus pusillus* (Coleoptera: Coccinellidae) depredador de moscas blancas.** Revista Colombiana de Entomología. 24 (3-4) p. 95-102, 1998.

GRAVENA, S. & STERLING, W. L. **Natural predation on the cotton leafworm (Lepidoptera: Noctuidae).** Journal of Economic Entomology, v. 76, n. 4, p. 779, 1983.

GUERREIRO, J.C. **A importância das joaninhas no controle biológico de pragas no Brasil e no mundo.** Revista Científica Eletrônica de Agronomia, n.5, p.1-4, 2004.

IMPERATO, R. I. **Incidência de mosca-negra-dos-citros *Aleurocanthus woglumi*, Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae) em duas espécies cítricas na região centro-leste do estado de São Paulo: dinâmica populacional, aleirodídeos associados, diversidade de parasitoides (Hymenoptera), influência de fatores abióticos e aspectos nutricionais.** Dissertação de mestrado. Instituto Biológico de São Paulo. São Paulo, 96 p., 2014.

HICKEL, E. R. **Flutuação populacional de adultos da bicheira-da-raiz, *Oryzophagus oryzae*, e de outras espécies de gorgulhos aquáticos em arroz irrigado.** Revista de Ciências Agroveterinárias. Lages, v.12, n° 3, p. 247-254, 2013.

HOELMER, K. A.; OSBORNE, L. S.; YOKOMI, R. K. **Reproduction and feeding behavior of *Delphastus pusillus* (Coleoptera: Coccinellidae), a predator of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae).** Journal of economy entomology, v. 86, n. 2, p. 322-329, 1993.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA -INMET. **Estações do ano.** Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=estacoesDoAno>>. Acesso em: mar. 2015.

KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. **Field scale variability of soil properties in Central Iowa soils.** Soil Science Society of America Journal, Madison, v. 58, n. 5, p. 1501-1511, 1994.

Köppen, W. 1948. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra.** Fondo de Cultura Económica. México. 479p.

LOPES, C. M. D.; RONCHI-TELES, B. **Evite a introdução da mosca negra, *Aleurocanthus woglumi* no Amazonas.** Delegacia Federal de Agricultura no Amazonas, DFA-AM. Folder técnico, 2003.

LOPES, E. B.; ALBUQUERQUE, I. C.; COSTA, F. R.; BORGES, J. A. M. **Mosca-negra-dos-citros (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) (Hemiptera: Aleyrodidae) chega à Paraíba.** AMEPA-PB, EMPRESA ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DA PARAÍBA. Estação Experimental de Lagoa Seca. (Relatório Técnico-Fitossanitário), 17 p., 2009.

LOURENÇÃO, A. L.; YUKI, V. A.; ALVES, S. B. **Epizootia de *Aschersonia cf. goldiana* em *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) biótipo B no estado de São Paulo.** Soc. Entomol. Bras., vol.28, nº.2, Londrina, 1999.

MAIA, P. S. P. **Caracterização da distribuição espacial da mosca negra dos citros (*Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915) em pomar georreferenciado para determinar um plano de amostragem sequencial.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 77 p., 2008.

MAIA, W. J. M. S. **Manual de identificação de *Aleurocanthus woglumi* e de seus inimigos naturais.** Belém: FUNPEA, 56 p., 2010.

MAIA, W. J. M. S.; MAIA, T. J. A. F.; MENDONÇA, D. C.; LEÃO, T. A. C.; PINHEIRO, S. J. P.; OLIVEIRA, A. S. S.; BERNARDES, B. B. **Diversidade da entomofauna de inimigos naturais de *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae), nos municípios paraenses de Belém, Capitão Poço e Irituía.** Anais do Congresso brasileiro de entomologia. Gramado, p. 400, 2004.

MAIA, W. J. M. S.; SANTOS FILHO, B. G.; OLIVEIRA NETO, C. F. O.; ALVES, G. A. R.; MAURÍCIO, D.; MAIA, T. J. A. F.; SANTOS, R. S. E. **Influência de fumagina provocada por *Aleurocanthus woglumi* (Hemiptera) sobre a fisiologia e a produtividade de plantas de *Citrus* sp.** Anais 12° Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, Fortaleza, resumo 103, 2009.

MAIA, W. J. M. S.; SOUZA, J. C.; MARQUES, L. C.; SILVA, L. M. S.; BENADUCE, R. V.; GENTIL, R. M. **Infestação em citros por *Aleurocanthus woglumi* (Ashby) e perspectivas de controle biológico aplicado no Pará.** Anais do 9º Simpósio de Controle Biológico. Recife, Pernambuco, 183 p., 2005.

MARTINÉZ, N. B, J. B. TERÁN; F. GERAUD. **Enemigos naturales de la mosca prieta de los cítricos *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera: Aleyrodidae) en Venezuela.** Agronomía Tropical, 29: 453-458, 1979.

MEAGHER, R.L.; FRENCH, J. V. **Augmentation of parasitoids for biological control of citrus blackfly in Southern Texas.** Florida Entomologist 87: 186-193, 2004.

MEDEIROS, F. R.; LEMOS, R. N. S.; OTTATI, A. L. T.; ARAÚJO, J. R. G.; MACHADO, K. K. G.; RODRIGUES, A. A. C. **Dinâmica populacional da mosca-negra-dos-citros *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae) em *Citrus* spp. no município de São Luís – MA.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal – SP, v. 31, n. 4, p.1016-1021, Dezembro, 2009.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Citros.** 2013. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/citrus>>. Acesso em: 20 abr. 2013.

MONTES, R. M.; MONTES, S. M. N. M.; RAGA, A. **Uso do silício no manejo de pragas.** Documento técnico 017. Jan/ 2015. Disponível em: <www.biologico.sp.gov.br>. Acesso em 10 set. 2015.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; MILAN, P.; LOPES, F. F.; CRESSONI, F.; KALAKI, R. **O retrato da citricultura brasileira.** Ribeirão Preto: CitrusBR, 2010. 137 p.

NGUYEN, R., J.R. BRAZZEL; C. POUCHER. **Population density of the citrus blackfly, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera: Aleyrodidae), and its parasites in urban Florida in 1979-81.** Environmental Entomology, 12: 878-884, 1983.

NGUYEN, R.; HAMON, A. B. **Citrus blackfly, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera: Aleyrodidae).** Gainesville: Florida Department of Agriculture & Consumer Service – Division of Plant Industry, 3p. Circular n° 360, 1993.

NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A.; SÁNCHEZ, J. **Manual práctico de control biológico para una agricultura sustentable.** Barcelona: Asociación Vida Sana, 1999.

OLIVEIRA, M. R. V.; SILVA C. C. A.; NÁVIA, D. **Praga quarentenária A1 a mosca-negra-dos-citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae).** Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1999.

OLIVEIRA, M. R. V.; SILVA, C. C. A.; NAVIA, D. **Mosca negra dos citros *Aleurocanthus woglumi*: alerta quarentenário.** Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 12p., 2001.

OLIVEIRA, R; ALVES, P. R. R.; COSTA, W. J. D.; BATISTA, J. L.; BRITO, C. H. **Capacidade predatória de *Ceraeochrysa cubana* sobre *Aleurocanthus woglumi*.** Revista Caatinga, Mossoró, v. 27, n. 3, p. 177 – 182, jul. – set., 2014.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FILHO, B.S.; BENTO, J. M. S. (Eds). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores.** São Paulo, Ed. Manole. 2002.

PATEL, P. S; PATEL, G. M. **Population Dynamics of important pests of citrus, *Citrus aurantifolia*, Swingle.** Indian Journal of Entomology. 68: 255-259, 2006.

PENA, M. R.; SILVA, N. M.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L.; HADDAD, M. L. **Biologia da Mosca-Negra-dos-Citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae), em três plantas hospedeiras.** Neotropical Entomology, v. 38, n°. 2, p. 254-261, 2009.

PENA, M. R.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L.; SILVA, N. M.; YAMAMOTO, P. T.; GONÇALVES, M. S. **Ocorrência da mosca-negra-dos-citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae) no estado de São Paulo.** Rev. Agric. 83: 61-65, 2008.

PENA, M.R. **Biologia da mosca-negra-dos-citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby 1915 (Hemiptera: Aleyrodidae) em três plantas hospedeiras e uso do fungo *Aschersonia* sp., como agente entomopatogênico.** Dissertação (Mestrado em Agricultura e Sustentabilidade na Amazônia). Universidade Federal do Amazonas, 97 f., 2007.

RAGA, A.; COSTA, V. A. **Mosca negra dos citros.** Documento técnico 001, p. 1-9. São Paulo. ISSN 1983-134X. Abril, 2008.

RAGA, A.; IMPERATO, R.; MAIA, W. J. M. **Mosca negra dos citros.** Citrus Research & Technology. Cordeirópolis, v. 34, n° 2, p. 57-63, 2013.

RAGA, A.; MAIA, W. J. M. S. **Exército predador**. Cultivar Hortaliças e Frutas, ano XI, n. 82, ISSN 1518-3165.Out-Nov., 2013.

RAGA, A.; MARSARO JUNIOR, A. L.; RACCA FILHO, F.; COSTA, V. A. **Novos registros de Aleyrodidae (Hemiptera) no estado de Roraima, Brasil**. Arquivos do Instituto Biológico, v. 78, nº 3, p. 439-441, 2011.

RAGA, A.; BASILLI, J. F. M.; SOARES, D. Z. **Comportamento de oviposição da mosca-negra-dos-citros *Aleurocanthus woglumi* (Hemiptera: Aleyrodidae) em plantas cítricas**. Idesias 30: 111-114, 2012.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara/ Koogan, 470 p., 2003.

ROBERTSON, G.P. **GS+ geostatistics for the environmental sciences: GS+ user's guide**. Plainwell: Gamma Design Software, 1998. 152p.

RONCHI-TELES, B.; PENA, M. R.; SILVA, N. M. **Observações sobre a ocorrência de Mosca-Negra-dos-Citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915 (Hemiptera: Aleyrodidae) no estado do Amazonas**. Acta Amazônica, Manaus, v. 39, n. 1, p. 241-244, 2009.

SCHLOTZHAVER, S. D.; LITTELL, R. C. **SAS: system for elementary statistical analysis**. 2.ed. Cary, 1997. 905p.

SILVA, A. B. **Mosca negra dos citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby, praga potencial para a citricultura brasileira**. p. 147 - 156. In: Poltronieri, L.S., D.R. Trindade & I. P. Santos. Pragas e doenças de cultivos amazônicos. Belém: Embrapa Amazônia Ocidental. 379 p., 2005.

SILVA, A. B. **Mosca-negra-dos-citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby, praga potencial para a citricultura brasileira**. In: POLTRONIERI, L. S.; TRINDADE, D. R.; SANTOS, I. P.; Pragas e doenças de cultivos amazônicos. Belém: Embrapa Amazônia Ocidental, p. 147 - 156. 2005.

SILVA, A. G.; BOIÇA JUNIOR, A. L.; FARIAS, P. R. S.; BARBOSA, J. C. **Infestação da mosca-negra-dos-citros em pomares de citros, em sistemas de plantio convencional e agroflorestal**. Rev. Bras. Frutic. v.33, nº.1, 2011.

SILVA, A. G.; FARIAS, P. R. S.; BOIÇA JUNIOR, A. L.; SOUZA, B. H. S. **Mosca-Negra-dos-Citros: características gerais, bioecologia e métodos de controle dessa importante praga quarentenária da citricultura brasileira**. EntomoBrasilis, 4(3): 85-91, 2011. Disponível em: <www.periodico.ebras.bio.br/ojs>. Acesso em 19 mai. 2015.

SILVA, A. G. **Dinâmica populacional de mosca-negra-dos-citros (*Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915) em pomares de citros em sistema agroflorestal e monocultura**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 79p., 2010.

SMITH, H.D.; MALTBY, H.L.; JIMENEZ, E.J. **Biological control the citrus blackfly in Mexico**. USDA-ARS Technical Bulletin, n.1311, p.1-30, 1964.

SWIGLE, W.T. **The botany of citrus and its wild relatives**. In: REUTHER, W.; WEBBER, H.J.; BATCHELOR, L.D. (Ed.) *The Citrus industry*. 2ed. Berkeley: University of California, v. 1, n. 3, p. 190-430, 1967.

VALICENTE, F. H. **Controle biológico de pragas com entomopatógenos**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.30, n.251, p.48-55, jul/ ago, 2009.

VIEIRA, D. L.; OTTATI, A. L. T.; LEMOS, R. N. S.; LOPES, G. S.; ARAUJO, J. R. G. **Flutuação populacional e dependência espacial de *Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915 (Hemiptera: Aleyrodidae) em *Citrus latifolia***. Rev. Bras. Frutic. v. 36 n. 4, Jaboticabal Dec., 2014.

VIEIRA, S. R. **Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo**. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H. & SCHAEFER, C. E. G. R., eds. *Tópicos em ciência do solo*. Viçosa, MG

WACKERNAGEL, H. **Multivariate geostatistics**. Springer-Verlang, 1995.

WARRICK, A. W. & NIELSEN, D. R. **Spatial variability of soil physical properties in the field**. In: HILLEL, D., ed. *Applications of soil physics*. New York, Academic Press, 1980. p. 319-344.

YAMAMOTO, P. T.; BASSANEZI, R. B. **Seletividade de produtos fitossanitários aos inimigos naturais de pragas dos citros**. Laranja, Cordeirópolis, v. 24, n. 2, p. 353-382, 2003.