



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA
DOUTORADO EM FITOTECNIA

JOSEPH JONATHAN DANTAS DE OLIVEIRA

**MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE) NA REGIÃO DA SERRA DA
IBIAPABA/CE E PLANÍCIE LITORÂNEA/PI**

MOSSORÓ-RN

2018

JOSEPH JONATHAN DANTAS DE OLIVEIRA

**MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE) NA REGIÃO DA SERRA DA
IBIAPABA/CE E PLANÍCIE LITORÂNEA/PI**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Proteção de plantas

Orientador: Prof. Dr. Elton Lucio de Araújo

MOSSORÓ-RN

2018

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do autor, sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu respectivo autor sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência (SIR)

0,48m Oliveira, Joseph Jonathan Dantas de.
Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na região da serra da Ibiapaba/CE e planície litorânea/PI / Joseph Jonathan Dantas de Oliveira. – 2018.
61 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Elton Lucio de Araujo
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, 2018.

1. Tefritídeos. 2. Flutuação populacional. 3. Diversidade. 4. Distribuição geográfica. 5. Índices de infestação. I. Araujo, Elton Lucio de, orient. II. Título.

JOSEPH JONATHAN DANTAS DE OLIVEIRA

**MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE) NA REGIÃO DA SERRA DA
IBIAPABA/CE E PLANÍCIE LITORÂNEA/PI**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Proteção de Plantas

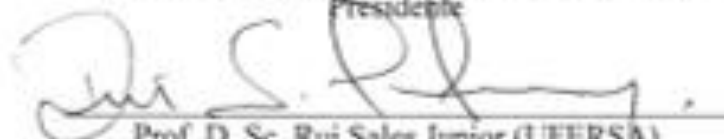
Defendida em: 31 / 08 / 2018.

BANCA EXAMINADORA



Prof. D. Sc. Elton Lúcio de Araújo (UFERSA)

Presidente



Prof. D. Sc. Rui Sales Junior (UFERSA)

Membro Examinador



Prof. D. Sc. Adrian José Molina Rugama (UFERSA)

Membro Examinador (Externo ao programa)



Prof. D. Sc. Mauricio Sekiguchi de Godoy (UFERSA)

Membro Examinador (Externo ao programa)



Prof. D. Sc. Ewerton Marinho da Costa (UFCG)

Membro Examinador (Externo a instituição)

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, por estar presente em todos os momentos e me permitir superar cada desafio.

Ao Programa de Pós-graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-árido – UFERSA e seu corpo docente por todo ensino, incentivo e dedicação, essenciais a minha formação.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) pela liberação parcial e apoio logístico.

Ao orientador Prof. D. Sc. Elton Lucio de Araújo por compartilhar seu conhecimento e experiência, sobretudo pela confiança e amizade.

Ao produtor Ernesto Emori, proprietário da empresa Agropecuária Sem Fronteiras, por permitir e apoiar a realização de parte da pesquisa em seus pomares acerola orgânica.

Aos meus irmãos Clícia Glásiele Dantas de Oliveira e Jecson Regman Dantas de Oliveira pelo apoio e valiosa contribuição.

Agradeço aos professores, membros Banca Examinadora, D. Sc. Rui Sales Junior, D. Sc. Adrian Molina Rugama, D. Sc. Ewerton Costa e D. Sc. Maurício Godoy pela disponibilidade e colaboração na revisão e aperfeiçoamento deste trabalho.

Aos companheiros de trabalho do IFPI, em especial os professores Jean Herllington, Flávio Crespo, Sandro Araújo, Ronaldo Oliveira, Raul Araújo, Nailton Castro, Josemi Cunha, Remédios Silva e Júlio Moreira pela motivação, apoio e amizade.

A todos os integrantes do Laboratório de Entomologia Aplicada da UFERSA, especialmente a Elania Fernandes, André Maia, Bárbara Silva, Edivino Silva e Adriano Carvalho pelo companheirismo e boas conversas nos momentos de descontração.

A todos os integrantes do Laboratório de Agricultura do IFPI, principalmente a Francisco Santos, Maria Helena, Francimar Silva e Thaís Carvalho pela amizade, boas conversas nas viagens e colaboração.

A todos que contribuíram de alguma forma na realização dessa pesquisa e que não foram mencionados. Meus sinceros agradecimentos!

"Não há maior obstáculo ao conhecimento do que o orgulho, e nenhuma condição mais essencial do que a humildade".

John Stott

RESUMO

Os problemas de ordem fitossanitária são um dos principais responsáveis por limitar a produção das frutícolas, com destaque para as moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae), que são uma das pragas mais importantes da fruticultura mundial. Dessa forma, os objetivos desse trabalho foram: Verificar a dinâmica populacional de moscas-das-frutas em pomares comerciais de acerola orgânica, no município de Tianguá/CE (Serra da Ibiapaba); conhecer as espécies, hospedeiros, índices de infestação e distribuição geográfica de moscas-das-frutas na região da Planície Litorânea no Piauí. O estudo foi desenvolvido em duas etapas. A primeira foi realizada por meio do monitoramento de três pomares comerciais de acerola orgânica, clones BRS 366 (Jaburu), BRS 235 (Apodi) e Junko, sendo quatro hectares por pomar. O período de realização do monitoramento foi de maio de 2015 a maio de 2017. Para captura dos tefritídeos foram utilizadas 12 armadilhas do tipo McPhail, tendo como atrativo proteína hidrolisada de milho à 5%. Semanalmente, os insetos coletados foram triados e posteriormente identificados no Laboratório de Entomologia Aplicada da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró – RN. A flutuação populacional dos tefritídeos foi estimada através do índice MAD (Mosca/Armadilha/Dia). No total foram coletados 30.003 moscas-das-frutas, sendo 22.390 exemplares de *Ceratitis capitata* (Wied.) e 7.613 pertencentes ao gênero *Anastrepha*. Os maiores picos populacionais ocorreram nos meses de junho/2015 e janeiro/2017 para *Anastrepha* e *C. capitata*, respectivamente, sendo as maiores capturas observadas no pomar do clone BRS 366. Foi observada fraca correlação entre os índices de captura de moscas-das-frutas e os fatores climáticos, no entanto verificou-se que a irrigação influenciou a dinâmica de moscas-das-frutas na área estudada. A segunda etapa desta pesquisa foi desenvolvida em 6 municípios da Planície Litorânea do Piauí, no período de janeiro de 2016 a março de 2018. Para verificação dos índices de infestação foram realizadas coletas quinzenais de frutos potencialmente hospedeiros de moscas-das-frutas, de acordo com a disponibilidade de frutos nas árvores. Foram verificados os hospedeiros e índices de infestação, além da distribuição geográfica dos tefritídeos. No total, foram realizadas 148 amostragens, das quais foram obtidos 7.718 frutos, com peso total de 133 Kg. Os frutos coletados pertencem a 17 famílias botânicas e 33 espécies de plantas, das quais 9 espécies de 4 famílias apresentaram infestações por moscas-das-frutas.

Palavras-chave: Tefritídeos. Flutuação populacional. Diversidade. Distribuição geográfica. Índices de infestação.

ABSTRACT

Phytosanitary problems are one of the main factors responsible for limiting fruit production, especially fruit flies (Diptera: Tephritidae), which are one of the most important pests in the world's fruit production. Thus, the objectives of this work were: To verify the population dynamics of fruit flies in commercial orchards of organic acerola, in the municipality of Tianguá / CE (Serra da Ibiapaba); to know the species, hosts, infestation indexes and geographical distribution of fruit flies in the region of the Litorânea Plain in Piauí. The study was developed in two stages. The first one was accomplished through the monitoring of three commercial orchards of organic acerola, clones BRS 366 (Jaburu), BRS 235 (Apodi) and Junko, being four hectares per orchard. The monitoring period was from May 2015 to May 2017. Twelve traps of the McPhail type were used to capture the tephritids, with 5% maize hydrolysed protein as attractive. The collected insects were screened weekly and later identified in the Laboratory of Applied Entomology of the Federal Rural Semi-Arid Federal University (UFERSA), Mossoró - RN. The population fluctuation of the tephritids was estimated through the MAD (Fly / Trap / Day) index. In total, 30,003 fruit flies were collected, with 22,390 specimens of *Ceratitis capitata* (Wied.) And 7,613 specimens belonging to the genus *Anastrepha*. The highest population peaks occurred in the months of June / 2015 and January / 2017 for *Anastrepha* and *C. capitata*, respectively, with the highest catches observed in the BRS 366 clone orchard. There was a weak correlation between the catch rates of fruit flies and climatic factors, however, it was verified that irrigation influenced the dynamics of fruit flies in the studied area. The second stage of this research was carried out in 6 municipalities of the Plain Litorânea do Piauí, from January 2016 to March 2018. In order to verify the infestation rates, biweekly collections of potentially fruit-bearing fruits of fruit flies were carried out, according to with the availability of fruits in the trees. The hosts and rates of infestation were verified, as well as the geographical distribution of tefritídeos. A total of 148 samples were taken, from which 7,718 fruits were obtained, with a total weight of 133 kg. The collected fruits belong to 17 botanical families and 33 plant species, of which 9 species from 4 families presented infestations by fruit flies.

Keywords: Tephritids. Population fluctuation. Diversity. Geographic distribution. Infestation rates.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

- Figura 1 - Foto de satélite da distribuição de armadilhas nas cultivares BRS 235 (Apodi), BRS 366 (Jaburu) e Junko do pomar de acerola orgânica na Serra da Ibiapaba do Ceará..... 25
- Figura 2 – Flutuação populacional de moscas-das-frutas em um pomar de acerola orgânica no município de Tianguá, Serra da Ibiapaba (CE)..... 27
- Figura 3 – Flutuação populacional, precipitação pluviométrica mensal acumulada e lâmina de irrigação em um pomar de acerola orgânica no município de Tianguá, Serra da Ibiapaba (CE)..... 28
- Figura 4 – Flutuação populacional, temperatura média mensal do ar e lâmina de irrigação em um pomar de acerola orgânica no município de Tianguá, Serra da Ibiapaba (CE)..... 29
- Figura 5 – Flutuação populacional de *Anastrepha* spp. e *Ceratitis capitata* em um pomar de acerola orgânica, com os clones BRS 235, BRS 366 e Junko, no município de Tianguá, Serra da Ibiapaba (CE)..... 31
- Figura 6 – Foto da área de acerola orgânica na Serra da Ibiapaba do Ceará (A – primeiro ano de monitoramento; B - segundo ano de monitoramento).... 34

LISTA DE MAPAS

CAPÍTULO 2

- Mapa 1 – Localização do pomar comercial de acerola orgânica utilizado na pesquisa, na Serra da Ibiapaba, no município de Tianguá (CE)..... 24

CAPÍTULO 3

- Mapa 1 – Localização da área de levantamento de frutos na região do Ecótono Caatinga-Amazônia da Planície Litorânea do Piauí..... 47

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

- Tabela 1 – Coeficiente de correlação entre o índice MAD e a temperatura média (T MED), precipitação pluviométrica acumulada mensal (PREC) e a lâmina de irrigação (LAM), no período de dois anos de monitoramento (maio de 2015 à maio de 2017) em pomar de acerola orgânica na Serra da Ibiapaba (CE)..... 30
- Tabela 2 – Índices de infestação em três clones de acerola orgânica de pomar comercial do município de Tianguá, Serra da Ibiapaba (CE)..... 32

CAPÍTULO 3

- Tabela 1 – Espécies de vegetais e número de frutos coletados no Ecótono Caatinga-Amazonia da Planície Litorânea do estado do Piauí, de janeiro de 2016 a março de 2018..... 49
- Tabela 2 – Hospedeiros de moscas-das-frutas do Ecótono Caatinga-Amazonia da Planície Litorânea do estado do Piauí, de janeiro de 2016 a março de 2018..... 50
- Tabela 3 – Índices de infestação de moscas-das-frutas do Ecótono Caatinga-Amazonia na Planície Litorânea do Piauí, de janeiro de 2016 a março de 2018..... 52
- Tabela 4 – Distribuição geográfica de moscas-das-frutas e seus parasitoides do Ecótono Caatinga-Amazonia da Planície Litorânea (PI), no período de janeiro de 2016 a março de 2018..... 53

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO GERAL.....	13
REFERÊNCIAS.....	16
CAPÍTULO 2 - DINÂMICA POPULACIONAL DE MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EM ACEROLA ORGÂNICA NO MUNICÍPIO DE TIANGUÁ, SERRA DA IBIAPABA (CE).....	20
RESUMO	20
ABSTRACT.....	21
1 INTRODUÇÃO.....	22
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
2.1 Local de realização da pesquisa.....	23
2.2 Coleta de moscas-das-frutas em armadilhas.....	25
2.3 Flutuação populacional.....	26
2.4 Coleta de moscas-das-frutas em frutos.....	26
2.5 Identificação taxonômica das moscas-das-frutas	26
3 RESULTADOS	27
4 DISCUSSÃO.....	32
5 CONCLUSÕES.....	36
REFERÊNCIAS	37
CAPÍTULO 3 - MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE), SEUS HOSPEDEIROS E PARASITOIDES NA REGIÃO DO ECÓTONO CAATINGA-AMAZÔNIA DA PLANÍCIE LITORÂNEA DO PIAUÍ.....	44
RESUMO	44
ABSTRACT.....	45
1 INTRODUÇÃO.....	46
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	47
2.1 Local de realização da pesquisa	47
2.2 Coleta de moscas-das-frutas e parasitoides.....	48
2.3 Índices de infestação	48
2.4 Identificação taxonômica das moscas-das-frutas e parasitoides.....	48
3 RESULTADOS	49
4 DISCUSSÃO.....	53

4.1	Espécies, hospedeiros e parasitoides.....	53
4.2	Índices de infestação e distribuição geográfica	55
5	CONCLUSÕES.....	56
	REFERÊNCIAS	57

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL

A produção mundial de frutas é de aproximadamente 800 milhões de toneladas por ano, sendo que o Brasil ocupa a terceira colocação no ranking desta produção, ficando atrás apenas da China e Índia (BELING; MULLER, 2015).

Os problemas fitossanitários são um dos principais entraves da produção destas frutícolas, com destaque para as moscas-das-frutas, que são as pragas de maior importância econômica na fruticultura mundial. Estes insetos causam danos aos frutos devido o consumo da polpa pelas larvas e também podem inviabilizar exportações devido às restrições quarentenárias impostas pelos principais mercados mundiais (DUARTE; MALAVASI, 2000).

São estimados que os prejuízos causados por moscas-das-frutas em todo mundo estão em torno de 2 bilhões de dólares, podendo afetar a colheita, embalagem e comercialização dos produtos (MALAVASI, 2014). No Brasil, apenas com ações e programas governamentais estima-se que anualmente são gastos cerca de 16 milhões de reais para controle e erradicação desta praga (MAPA, 2015).

Por isso, devido ao elevado risco econômico que representam as moscas-das-frutas, diversos países possuem um rigoroso sistema para detecção e monitoramento em seus territórios (WELDON et al., 2014). No território brasileiro essas medidas incluem, entre outras, manejo para mitigação de risco e tratamento hidrotérmico para frutos de manga, delimitação e manutenção de áreas livres ou de baixa prevalência de moscas-das-frutas para cucurbitáceas, e serviços de vigilância agropecuárias em portos, aeroportos e rodovias (SISLEGIS, 2018).

Entre os gêneros de tefritídeos mais importantes no mundo, estão os seguintes: *Anastrepha*, *Ceratitis*, *Bactrocera*, *Rhagoletis*, *Toxotrypana* e *Dacus* (MALAVASI et al., 2000). Destes, apenas o último não ocorre no território nacional, sendo *Bactrocera* representada unicamente pela espécie *B. carambolae* Drew e Hancock restrita ao Oiapoque (AP), *Rhagoletis* possui relato de algumas espécies causando danos esporádicos na região Sul, *Toxotrypana* foram detectadas apenas espécies sem expressão econômica, e portanto, *Anastrepha* e *Ceratitis*, representado apenas por *C. capitata* (Wied.), são os principais responsáveis por causar danos na fruticultura brasileira (ZUCCHI, 2000).

As espécies de *Anastrepha* são nativas das américas e nunca foram detectadas populações em outros continentes, apenas poucos casos de intercepções de larvas em partidas de frutas (EPPO, 2018; PAPADOPOULOS, 2014). Mais da metade destas espécies (121) já

foram identificadas no Brasil, onde podem ser encontradas associadas a 275 espécies de hospedeiros (NORRBOM, 1985; ZUCCHI, 2007; ZUCCHI, 2008). A espécie *C. capitata* está distribuída na maioria das regiões tropicais e temperadas do mundo, podendo ser encontrada em mais de 260 hospedeiros (MALACRIDA et al., 2007; THOMAS et al., 2018). No Brasil, *C. capitata* já foi registrada em quase todos as Unidades Federativas, com exceção do Amapá, Amazonas e Sergipe, sendo relatada atualmente 93 espécies de hospedeiros (ZUCCHI, 2012).

Informações básicas como registro das espécies de moscas-das-frutas, suas plantas hospedeiras, parasitoides e flutuação populacional são fundamentais para o manejo integrado de moscas-das-frutas, além de melhorar a compreensão deste grupo de insetos (ZUCCHI, 2000; NASCIMENTO et al., 2000). Desta forma, recentemente diversos estudos tem sido realizados nesta área do conhecimento em diferentes estados brasileiros (ARAUJO et al., 2015; ALMEIDA et al., 2016; CUSTÓDIO et al., 2016; ADAIME et al., 2017; CUSTÓDIO et al., 2017; RAGA et al., 2017; TRASSATO et al., 2017).

Apesar do avanço das pesquisas relacionadas as moscas-das-frutas, ainda há uma grande necessidade de informações, devido principalmente algumas características pertencentes a estes insetos que dificultam o manejo, tais como: colonização de novas áreas, uso de diferentes famílias botânicas como hospedeiros, alta prolificidade, ciclo biológico curto, difícil controle e facilidade de disseminação antrópica.

Além disso, algumas frutícolas exóticas, hospedeiras de moscas-das-frutas, que possuem grande importância econômica para o Brasil, como a acerola (*Malpighia emarginata* L.), possui poucos estudos relacionados ao manejo integrado de moscas-das-frutas, apesar desta frutífera ser um dos principais hospedeiros de moscas-das-frutas, principalmente na região Nordeste (CARVALHO, 2004; ARAUJO et al., 2005).

Uma das principais práticas utilizadas a nível de campo para orientar o manejo destas pragas é o monitoramento por meio de armadilhas, pois permite, entre outros aspectos, indicar o momento exato para a utilização dos métodos de controle, acompanhar a flutuação populacional da praga, além de detectar a presença de pragas exóticas ou quarentenárias (NASCIMENTO et al., 2000). A armadilha McPhail é a mais utilizada em programas de monitoramento. Esta armadilha possui formato de sino, podendo ser confeccionada em vidro ou plástico, com uma abertura na base, e utiliza como atrativo alimentar proteína hidrolisada, que permite capturar machos e fêmeas de moscas-das-frutas de diferentes espécies (MALAVASI et al., 2007). O índice MAD (mosca/armadilha/dia) é utilizado para mensurar a flutuação populacional das moscas capturadas nas armadilhas (NASCIMENTO et al., 2000).

Vale ressaltar que armadilhas instaladas em uma cultura agrícola não permitem associar com precisão a espécie vegetal como hospedeiro de moscas-das-frutas, sendo possível a associação apenas quando realizado amostragem de frutos (NASCIMENTO et al., 2000; CANAL; ZUCCHI, 2000). No caso do Brasil, não se conhece os hospedeiros de boa parte das moscas-das-frutas identificadas, pois a maioria dos levantamentos são realizados com o uso de armadilhas. Segundo Zucchi (2008), 49,6% das espécies de *Anastrepha* não possui hospedeiros conhecidos e 24,8% possui apenas um hospedeiro associado.

Desta forma, devido à escassez de informações relacionadas às moscas-das-frutas nos Estados do Ceará e Piauí, os objetivos desse trabalho foram identificar as espécies de moscas-das-frutas, a dinâmica populacional e índices de infestação em um pomar de acerola orgânica da Serra da Ibiapaba do Ceará, além de conhecer as espécies, hospedeiro e parasitoides de moscas-das-frutas, bem como índices de infestação e distribuição geográfica na região do Ecótono Caatinga-Amazônia da Planície Litorânea do Piauí.

REFERÊNCIAS

- ADAIME, R.; SOUZA, M. S. M.; JESUS-BARROS, C. R.; DEUS, E. G.; PEREIRA, J. F.; STRIKIS, P. C.; SOUZA-FILHO, M. F. Frugivorous flies (Diptera: Tephritidae, Lonchaeidae), their host plants, and associated parasitoids in the extreme north of Amapá State, Brazil. **Florida Entomologist**, Flórida, v. 100, n. 2, p. 316-324, 2017.
- ALMEIDA, R. R.; CRUZ, K. R.; SOUSA, M. S. M.; COSTA-NETO, S. V.; JESUS-BARROS, C. R.; LIMA, A. L.; ADAIME, R. Frugivorous flies (Diptera: Tephritidae, Lonchaeidae) associated with fruit production on Ilha de Santana, Brazilian Amazon. **Fla. Entomol.**, Flórida, v. 99, n. 3, p. 426-436, 2016.
- ARAUJO, E. L.; MEDEIROS, M. K. M.; SILVA, V. E.; ZUCCHI R. A. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no semi-árido do Rio Grande do Norte: plantas hospedeiras e índices de infestação. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 889-894, 2005.
- ARAUJO, E. L., FERNANDES, E. C., SILVA, R. I. R., FERREIRA, A. D. C. L.; COSTA, V. A. Parasitoides (Hymenoptera) de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no semiárido do estado do Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 3, p. 610-616, 2015.
- BELING, R. R.; MULLER, I. (Eds.). **Anuário brasileiro de fruticultura 2015**. Santa Cruz do Sul-RS: Editora Gazeta Santa Cruz, 2015. 104 p.
- CANAL N. A.; ZUCCHI, R. A. Parasitóides – Braconidae. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos Editora, p.119-126, 2000.
- CARVALHO, R. S. **Monitoramento de parasitóides nativos e de tefritídeos antes da liberação de *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) no Submédio São Francisco**. Cruz das Almas: Embrapa, 2004. 6 p. (Comunicado técnico, 100).

CUSTÓDIO, A. C., LAGO, C. L., SOUZA-FILHO, M. F., LOUZEIRO, L. R. F.; RAGA, A. Moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae): novas associações hospedeiras. **Biológico**, São Paulo, v. 79, n. 2, p. 79, 2017.

CUSTÓDIO, A. C.; DONNARUMA, T. L.; SOUZA-FILHO, M. F.; LOUZEIRO, L. R. F.; RAGA, A. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae, Lonchaeidae) associadas as suas plantas hospedeiras no estado de São Paulo. **Biológico**, São Paulo, v. 78, n. 2, p. 36, 2016.

DUARTE, A.L.; MALAVASI, A. Tratamentos quarentenários. In: MALAVASI, A.; R.A. ZUCCHI. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimentos básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos Editora, p.187-192, 2000.

EPPO. 2018. **EPPO Global Database**. Disponível em: <<https://gd.eppo.int>>. Acesso em: 02 ago. 2018.

MALACRIDA, A. R.; GOMULSKI, L. M.; BONIZZONI, M.; BERTIN, S.; GASPERI, G.; GUGLIELMINO, C. R. Globalization and fruitfly invasion and expansion: the medfly paradigm. **Genética**, v. 131, n. 1, p. 1-9, 2007.

MALAVASI, A. Introductory Remarks. In: SHELLY, T.; EPSKY, N.; JANG, E. B.; REYES-FLORES, J.; VARGAS, R. (Eds.). **Trapping and the Detection, Control, and Regulation of Tephritid Fruit Flies**. The Netherlands: Springer, p. ix–x. 2014.

MALAVASI, A.; NASCIMENTO, A. S.; VIANA, R. E.; GONÇALVES, N. Guia de armadilhamento de moscas-das-frutas. Juazeiro: **MOSCAMED**, 2007.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A.; SUGAYAMA, R. L. Biogeografia. In: MALAVASI, A.;ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas de Importância econômica no Brasil: Conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão preto: Holos Editora, p. 93-98. 2000.

Ministério da Agricultura pecuária e abastecimento – MAPA. Agricultura destina R\$ 128 milhões contra moscas-das-frutas, 2015 Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2015/09/agricultura-destina-r-128-mi-contramoscas-das-frutas>>. Acesso em 07 de Jun. 2018.

NORRBOM, A.L. Phylogenetic analysis and taxonomy of the cryostrepha, daciformis, robusta and schausi species groups of *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae). 1985. 355f. **Tese** (PhD) - Pennsylvania State University, Pennsylvania, 1985.

NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO R. da S.; MALAVASI, A. Monitoramento populacional. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos Editora, p.109-112, 2000.

PAPADOPOULOS, N. T. Fruit Fly Invasion: Historical, Biological, Economic Aspects and Management. In: SHELLY, T.; EPSKY, N.; JANG, E. B.; REYES-FLORES, J.; VARGAS, R. (Eds.). **Trapping and the Detection, Control, and Regulation of Tephritid Fruit Flies**. The Netherlands: Springer, p. 219-252. 2014.

RAGA, A., PAULA, L. I. S., SOUZA-FILHO, M. F., CASTRO, J. L. Population Dynamics and Infestation Rate of Fruit Flies in Stone Fruits in São Paulo State, Brazil. **Annual Research & Review in Biology**, v. 14, n. 6, 11 p., 2017.

Sistema de Consulta à Legislação (SISLEGIS) - Módulo Cidadão, Disponível em:

<<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=abreLegislacaoFederal&chave=50674&tipoLegis=A>>. Acesso em 01 de Jun. 2018.

THOMAS, M. C.; HEPPNER, J. B.; WOODRUFF, R. E.; WEEMS, H. V.; STECK, G. J.; FASULO, T. R. Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Insecta: Diptera: Tephritidae). **University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences**. Publication Number: EENY-214 Originally published as DPI Entomology Circulars 4, 230 and 273. Disponível em: <<https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN37100.pdf>> Acesso em: 18 mai. 2018.

TRASSATO, L. B.; MONTEIRO NETO, J. L. L.; LIMA, A. C. S.; SILVA, E. S.; RONCHI-TELES, B.; CARMO, I. L. G. S. Primeira ocorrência de *Ceratitidis capitata* (Wied.) no Estado de Roraima, Brasil. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 11, n. 1, p. 88-91, 2017.

WELDON, C. W.; SCHUTZE, M. K.; KARSTEN, M. Trapping to Monitor Tephritid Movement: Results, Best Practice, and Assessment of Alternatives. In: SHELLY, T.; EPSKY,

N.; JANG, E. B.; REYES-FLORES, J.; VARGAS, R. (Eds.). **Trapping and the Detection, Control, and Regulation of Tephritid Fruit Flies**. The Netherlands: Springer, p. 175-217. 2014.

ZUCCHI, R. A. 2008. **Fruit flies in Brazil** - *Anastrepha* species their host plants and parasitoids. Disponível em: <www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/>, updated on May 16, 2018. Acesso em: 18 mai. 2018.

ZUCCHI, R. A. 2012. **Fruit flies in Brazil** - Hosts and parasitoids of the Mediterranean fruit fly. Disponível em: <www.lea.esalq.usp.br/ceratitidis/>, updated on January 18, 2018. Acesso em: 18 mai. 2018.

ZUCCHI, R.A. Diversidad, distribución y hospederos del género *Anastrepha* em Brasil. In: HERNÁNDEZORTIZ, V. (Ed.). **Moscas de la fruta em Latinoamérica (Diptera: Tephritidae): diversidad, biología y manejo**. Distrito Federal, México: S y G Editores, Cap. 3, p.77-100, 2007.

ZUCCHI, R. A. Taxonomia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, p.13-24, 2000.

CAPÍTULO 2

DINÂMICA POPULACIONAL DE MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EM ACEROLA ORGÂNICA NO MUNICÍPIO DE TIANGUÁ, SERRA DA IBIAPABA (CE)

RESUMO: Os objetivos do trabalho foram verificar as espécies, flutuação populacional e índices de infestação de moscas-das-frutas em pomares comerciais de acerola orgânica, no município de Tianguá (Serra da Ibiapaba/CE). O trabalho foi realizado no período de maio de 2015 a maio de 2017 em um pomar comercial em sistema de produção orgânica com clones de acerola, Pomar 1 - BRS 366, Pomar 2 - BRS 235 e Pomar 3 - Junko, sendo cada clone ocupando uma área de quatro hectares. Para monitoramento dos tefritídeos foram utilizadas armadilhas do tipo McPhail, tendo como atrativo proteína hidrolisada de milho à 5%. Semanalmente, os insetos coletados foram triados, acondicionados em recipientes plásticos etiquetados e posteriormente identificados no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN. A flutuação populacional dos tefritídeos foi estimada através do índice MAD (Mosca/Armadilha/Dia). O coeficiente de correlação linear de Pearson (r) foi utilizado para correlacionar os índices de captura com os dados de precipitação pluviométrica e médias mensais de temperatura do ar. Para verificação dos índices de infestação foram realizadas coletas quinzenais de frutos maduros de acerola orgânica nas árvores no período de janeiro a maio de 2017. Os pupários obtidos dos frutos foram contados, separados em placas de petri, onde permaneceram até a emergência dos adultos, que foram conservados em recipientes com álcool a 70% para posterior identificação. Foram coletadas 30.003, sendo 22.390 exemplares de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) e 7.613 de *Anastrepha* spp., sendo os maiores picos populacionais observados nos meses de junho de 2015 e janeiro de 2017, respectivamente. Existe relação linear significativa entre precipitação acumulada mensal e as populações de *Anastrepha* spp. ($r = -0,58$; $P < 0,05$), quando o pomar foi irrigado com $35\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ nos meses de escassez de chuvas e para as populações da espécie *C. capitata* a relação foi significativa com a temperatura média do ar para os dois anos de monitoramento, independente da lâmina de irrigação utilizada. Dos frutos foram obtidos um total de 355 adultos de moscas-das-frutas, sendo 71% *C. capitata* e 29% espécies de *Anastrepha*. Para *Anastrepha* foram identificadas as espécies *A. obliqua* (Macquart) (94%) e *A. zenildae* (Zucchi) (6%).

Palavras chave: *Anastrepha obliqua*, *Ceratitis capitata*, Flutuação populacional, tefritídeos

**POPULATION DYNAMICS OF FRUIT FLIES (DIPTERA: TEPHRITIDAE) IN
ORGANIC ACEROLA IN THE MUNICIPALITY OF TIANGUÁ, IBIAPABA (CE)**

ABSTRACT: The objectives of the study were to verify how species, population fluctuation and rates of infestation of fruit flies in commercial orchards of organic acerola, in the municipality of Tianguá (Serra da Ibiapaba / CE). The work was carried out from May 2015 to May 2017 in a commercial orchard in a production system with clones of acerola, Pomar 1 - BRS 366, Pomar 2 - BRS 235 and Pomar 3 - Junko, with each clone occupying an area of four hectares. McPhail-type traps were included for the monitoring of the tephritids, having as their protein hydrolysed maize at 5%. Weekly, insects were found in labeled plastic conditioners and later identified in the Laboratory of Entomology of the Federal Rural Semiarid University (UFERSA), Mossoró-RN. The population fluctuation of the tephritids was done through the MAD (Fly / Trap / Day) index. Pearson's linear sequence coefficient (pt) was used to correlate capture rates with rainfall data and monthly air temperature data. The infestation index was recorded in fifteen months of mature fruits of organic acerola in the trees from January to May 2017. They were kept in accessories with 70% alcohol for later identification. A total of 30,003 were collected, 22,390 of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) and 7,613 of *Anastrepha* spp., Being the highest population indicators observed in the months of June 2015 and January 2017, respectively. It is a linear linearity in the monthly accumulated solution and as one of the variables of *Anastrepha* spp. ($r = -0.58$, $P < 0.05$), when the orchard was irrigated with $35\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ in the months of rainfall shortages and for the sudden ones of the species, the average of the air for the two years independent of the irrigation blade used. The seeds were consumed in a total of 355 adult fruit flies, 71% *C. capitata* and 29% *Anastrepha* species. For *Anastrepha* were raised as *A. obliqua* (Macquart) (94%) and *A. zenildae* Zucchi (6%) species.

Keywords: *Anastrepha obliqua*, *Ceratitis capitata*, population floating, tephritids

1 INTRODUÇÃO

O seguimento de produtos orgânicos vem apresentando grande crescimento nos últimos anos no Brasil, somente entre os anos de 2013 a 2016 a quantidade de unidades de produção registradas passou de 6.700 para 15.700, alcançando uma área total de aproximadamente 750 mil hectares (FAO, 2017). Esse cenário acompanha a tendência mundial dos consumidores em melhorar hábitos alimentares, buscando maior consumo de alimentos mais saudáveis, sem resíduos de agrotóxicos e maior rastreabilidade (PEREIRA et al., 2015).

Entre os principais alimentos orgânicos no mercado, a acerola (*Malpighia emarginata* L.), que segundo Melo (2015) possui alto teor de vitamina C com até 5.000 miligramas por 100 gramas de polpa, vem ampliando cada vez mais a área de produção, sendo cultivada em todas as regiões brasileiras (MAPA, 2018), com destaque para o Estado do Ceará que processa e exporta produtos à base de acerola orgânica para países da Europa, Estados Unidos e China.

No cultivo de acerola, as moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são um dos principais responsáveis por limitar o volume e qualidade da produção, podendo causar grandes prejuízos econômicos. Os danos são causados inicialmente pelas fêmeas destes insetos que realizam puncturas em frutos maduros e posteriormente pelas larvas que consomem a polpa (DUARTE; MALAVASI, 2000).

No Brasil já foram registradas infestando frutos de acerola as espécies *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), *A. obliqua* (Macquart), *A. sororcula* Zucchi, *A. zenildae* Zucchi, e *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (ZUCCHI, 2008). Segundo Araujo et al. (2011), *C. capitata* é o principal Tephritídeo associado à acerola em pomares localizados na região Nordeste no Brasil.

Desta forma, realizar o manejo integrado de moscas-das-frutas é indispensável para controlar de forma adequada estas pragas na cultura da acerola. Nascimento e Carvalho (2000) relataram que o manejo integrado de moscas-das-frutas deve levar em consideração os conhecimentos relacionados a bioecologia do inseto.

Em sistemas de produção orgânica, que não há uso de agrotóxicos, o controle de pragas é uma das principais dificuldades, havendo maior necessidade de compreender interações ecológicas, além da substituição de métodos convencionais por métodos alternativos de controle. Estudos que abordem manejo de pragas em produção orgânica são muito escassos.

O conhecimento da dinâmica populacional é um dos fundamentos para a aplicação adequada do manejo de pragas, pois permite entre outros aspectos, identificar as espécies predominantes no cultivo, épocas de maior e menor densidade populacional, bem como o

momento mais adequado para utilização de métodos de controle. Entretanto, para melhor compreensão da dinâmica populacional de moscas-das-frutas é necessário também a verificação da relação deste parâmetro com fatores bióticos, como hospedeiros primários, secundários e inimigos naturais, e com fatores abióticos, como precipitação e temperatura, pois podem interferir favorecendo ou desfavorecendo as populações das pragas (BATEMAN, 1972; SALLES, 1995; ARAUJO; ZUCCHI, 2003, SILVA et al., 2014; COSTA; SILVA, 2016; SANTOS et al., 2017).

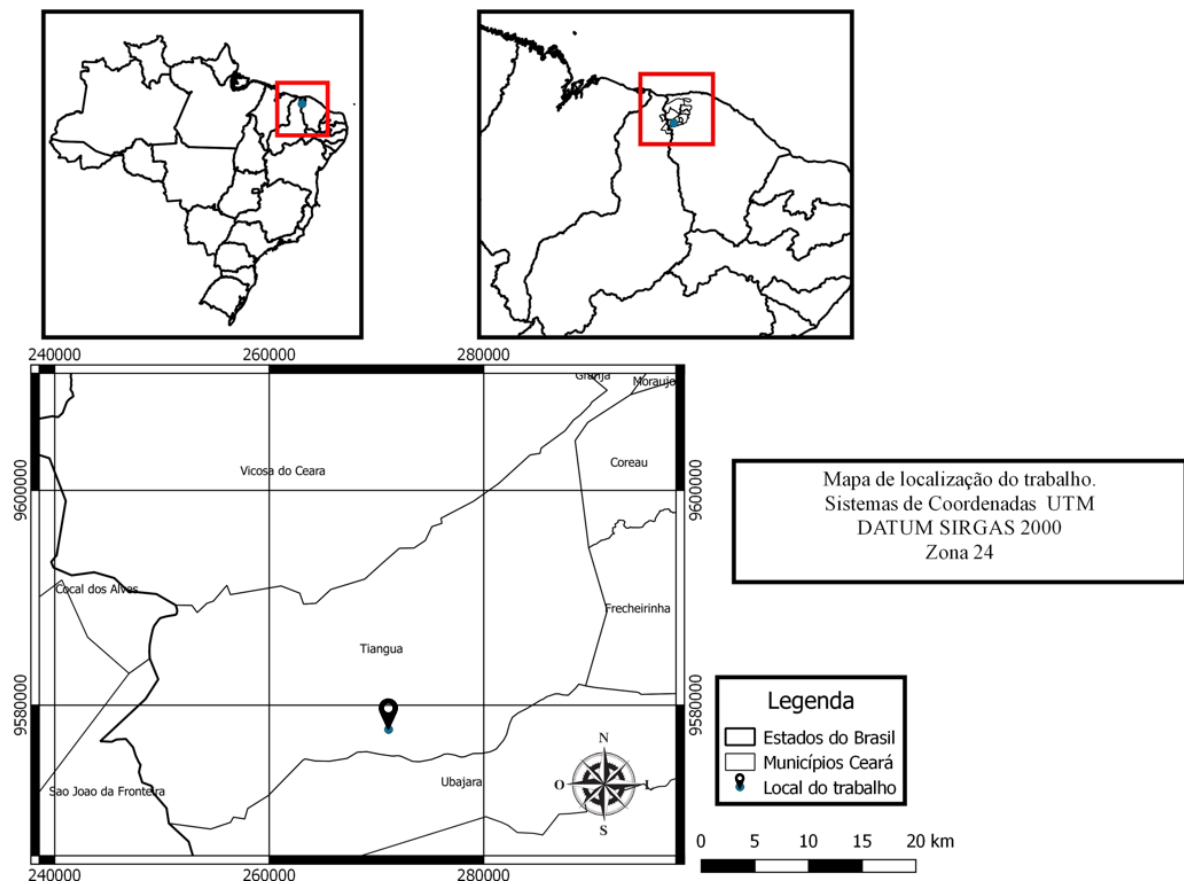
Aluja et al. (2012) afirmaram que entre os principais fatores responsáveis pelo insucesso no controle de moscas-das-frutas está a falta de compreensão da relação entre a dinâmica populacional a longo prazo com o agroecossistema e os padrões climáticos globais. Diversos trabalhos sobre dinâmica populacional têm sido realizados a nível nacional, sendo possível observar que as variações das densidades populacionais não ocorrem de forma padronizada nas diferentes regiões brasileiras (NASCIMENTO; CARVALHO, 2000; ALVARENGA et al. 2010; ARAUJO et al., 2013; SILVA et al., 2014; COSTA; SILVA, 2016; SANTOS et al., 2017).

Portanto, devido à escassez de informações relacionadas a dinâmica populacional de moscas-das-frutas em sistema de produção orgânico de acerola, que possam compor as estratégias de manejo integrado de pragas, os objetivos do presente trabalho foram: identificar as espécies de moscas-das-frutas, a dinâmica populacional, além dos índices de infestação em um pomar de acerola orgânica na Serra da Ibiapaba (CE).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de realização da pesquisa

O trabalho foi realizado no período de maio de 2015 a maio de 2017 num pomar comercial de acerola orgânica, localizado na Serra da Ibiapaba, município de Tianguá, estado do Ceará (S 3° 48' 57,4" e W 41° 3' 46,8" e 784m de altitude) (Mapa 1). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo As, caracterizado como clima tropical com estação seca no verão e com temperatura média do mês mais frio, maior ou igual a 18°C (ALVARES et al., 2013).



Mapa 1. Localização do pomar comercial de acerola orgânica utilizado na pesquisa, na Serra da Ibiapaba, no município de Tianguá (CE).

Fonte: OLIVEIRA, J. J. D., 2018.

O pomar era formado por três clones de acerola, BRS 235 (Apodi), BRS 366 (Jaburu) e Junko, com cada clone ocupando uma área de 4,0 hectares. Os tratamentos culturais realizados no pomar de acerola foram: irrigação por sistema de Pivô Central apenas nos meses de julho a janeiro, sendo no primeiro ano do estudo de $35\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ (70% da lâmina de irrigação de produção) e no segundo ano com $15\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ (30% da lâmina de irrigação de produção), controle de plantas espontâneas com roçadeira mecanizada, podas corretivas e de limpeza e adubação com composto orgânico. Além disso, vale destacar que não foi realizado controle fitossanitário para moscas-das-frutas durante o período do estudo.

2.2 Coleta de moscas-das-frutas em armadilhas

Para coleta das moscas-das-frutas foram utilizadas 12 armadilhas do tipo McPhail, utilizando como atrativo alimentar a proteína hidrolisada de milho diluída a 5% em água (400 mL da solução). As armadilhas foram distribuídas de forma equidistante (100 m) na proporção de uma armadilha por hectare, distanciadas a 25 metros da bordadura (Figura 1). Os insetos foram coletados semanalmente nas armadilhas, ocasião na qual o atrativo alimentar era renovado e os insetos acondicionados em recipientes contendo álcool a 70%. Em seguida, o material foi conduzido à sede da fazenda, onde foi realizada a triagem, sendo as moscas-das-frutas capturadas contabilizadas, separadas por gênero e armazenadas em recipientes com álcool a 70%, devidamente etiquetados. Posteriormente, todo material foi transportado ao Laboratório de Entomologia Aplicada da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) para realização da sexagem e identificação específica.

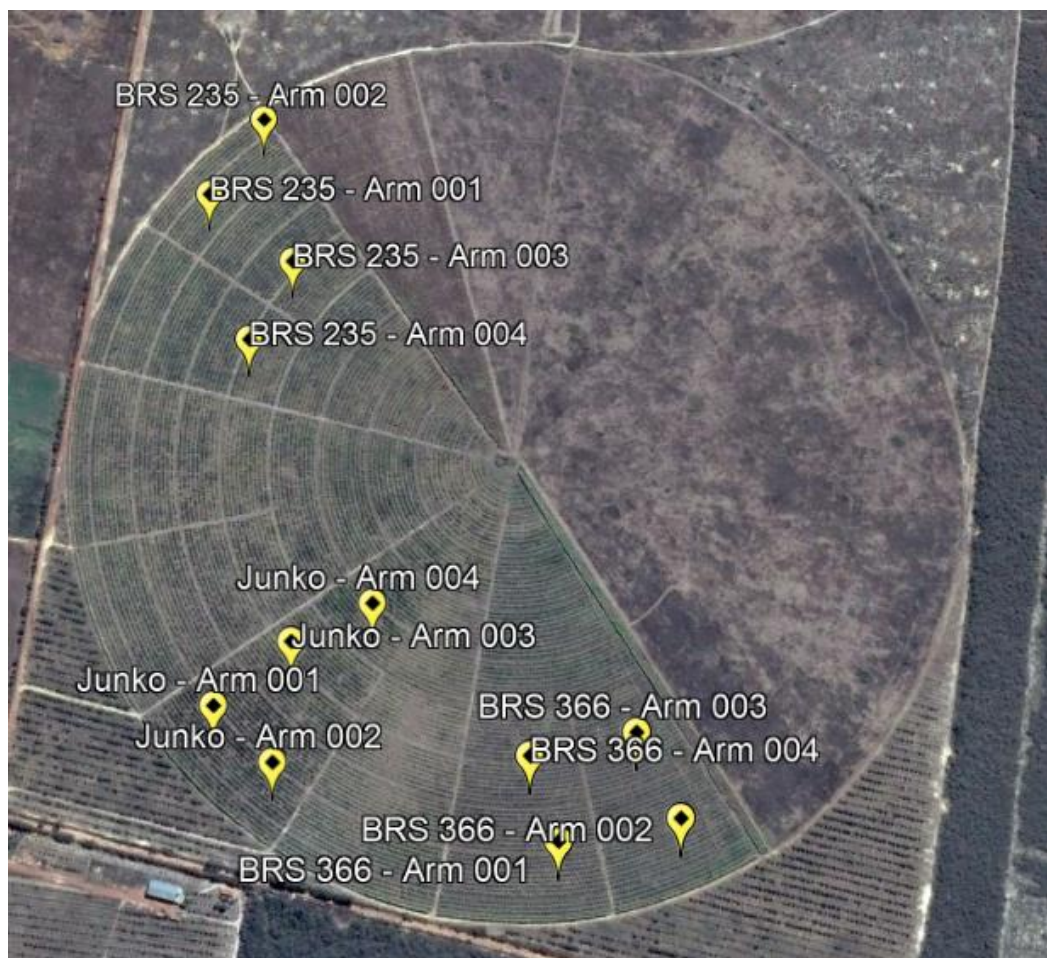


Figura 1. Foto de satélite da distribuição de armadilhas nas cultivares BRS 235 (Apodi), BRS 366 (Jaburu) e Junko do pomar de acerola orgânica na Serra da Ibiapaba do Ceará.

Fonte: Google Earth

2.3 Flutuação populacional

A flutuação populacional dos tefritídeos foi estimada através do índice $MAD = \text{Número de Moscas-das-frutas capturadas} \div \text{Número de Armadilhas instaladas} \div \text{Número de Dias de exposição das armadilhas}$. A flutuação populacional dos tefritídeos foi correlacionada com variáveis climáticas da região e a lâmina de irrigação utilizada durante o período, através do coeficiente de correlação linear de Pearson (r). Os dados de precipitação pluviométrica foram obtidos da estação meteorológica da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme) localizado na cidade de Tianguá (CE) e os dados de temperatura foram estimados por meio do software Estima T, versão 2.0 (CAVALCANTI, 2006).

2.4 Coleta de moscas-das-frutas em frutos

Foram realizadas coletas quinzenais de frutos maduros dos arbustos de acerola orgânica no período de janeiro a maio de 2017 para observação das espécies de moscas-das-frutas associadas ao cultivo e verificação dos índices de infestação. Os frutos coletados foram transportados ao Laboratório de Agricultura do Instituto Federal do Piauí (campus Cocal). Em seguida os frutos foram contados, pesados e transferidos para bandejas plásticas com uma fina camada de vermiculita e cobertas com tecido voile. Os frutos permaneceram nas bandejas por um período de 5 a 8 dias. Posteriormente, a vermiculita foi peneirada para obtenção dos pupários. Os pupários obtidos foram contados, separados por gênero em placas de Petri, onde permaneceram até a emergência dos adultos, que foram conservados em recipientes com álcool a 70% para posterior identificação.

Os índices de infestação foram calculados pelas seguintes fórmulas: Índice de infestação = $\text{Número de pupários} \div \text{Massa do fruto (Kg)}$ e Índice de infestação = $\text{Número de pupários} \div \text{Número de frutos}$.

2.5 Identificação taxonômica de moscas-das-frutas

Os exemplares adultos de moscas-das-frutas foram identificados observando-se o padrão alar, coloração do corpo e características do ápice do acúleo das fêmeas (ZUCCHI, 2000; Foote, 1980).

3 RESULTADOS

Foram capturadas um total de 30.003 moscas-das-frutas por meio de armadilhas McPhail nos dois anos do estudo, sendo 22.390 exemplares de *C. capitata* e 7.613 de *Anastrepha* spp., com razão sexual de 0,71 e 0,73, respectivamente. Nos exemplares de *Anastrepha* coletados foi identificada apenas a espécie *A. obliqua*. Foram capturadas moscas-das-frutas em todos os meses estudados (Figura 2), sendo observado a predominância de *Anastrepha* no primeiro ano com maior índice de captura ocorrendo no mês de junho de 2015 (13,96 MAD) e *C. capitata* predominou no segundo ano com pico populacional em janeiro de 2017 (56,55 MAD).

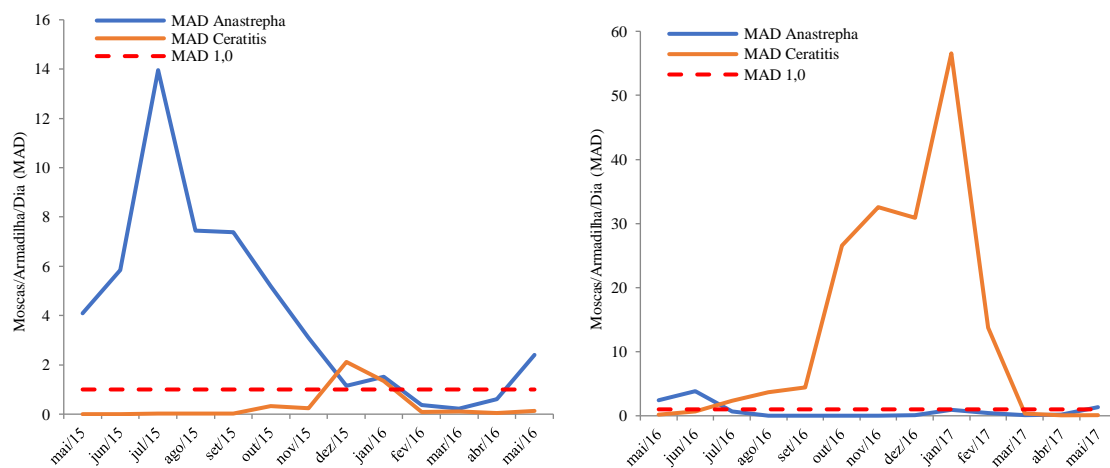


Figura 2. Flutuação populacional de moscas-das-frutas em um pomar de acerola orgânica no município de Tianguá, Serra da Ibiapaba (CE).

Fonte: OLIVEIRA. J. J. D., 2018.

Sobre a relação entre a precipitação pluviométrica e os índices de captura (MAD) foi verificado, de forma geral, que os picos populacionais de *Anastrepha* spp. em cada ano estudado ocorreram logo após ao período de maior precipitação, por outro lado os maiores picos de *C. capitata* nos dois anos ocorreram em período anterior aos meses de maior precipitação, com destaque para os elevados índices ocorridos no segundo ano, que ocorreram concomitantemente a irrigação de $15\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ (30% da lâmina de irrigação de produção) (Figura 3). No entanto, a correlação linear entre estas duas variáveis demonstraram valor significativo apenas para *Anastrepha* spp. ($P < 0,05$) no primeiro ano do estudo, com $r = -0,58$ (Tabela 1).

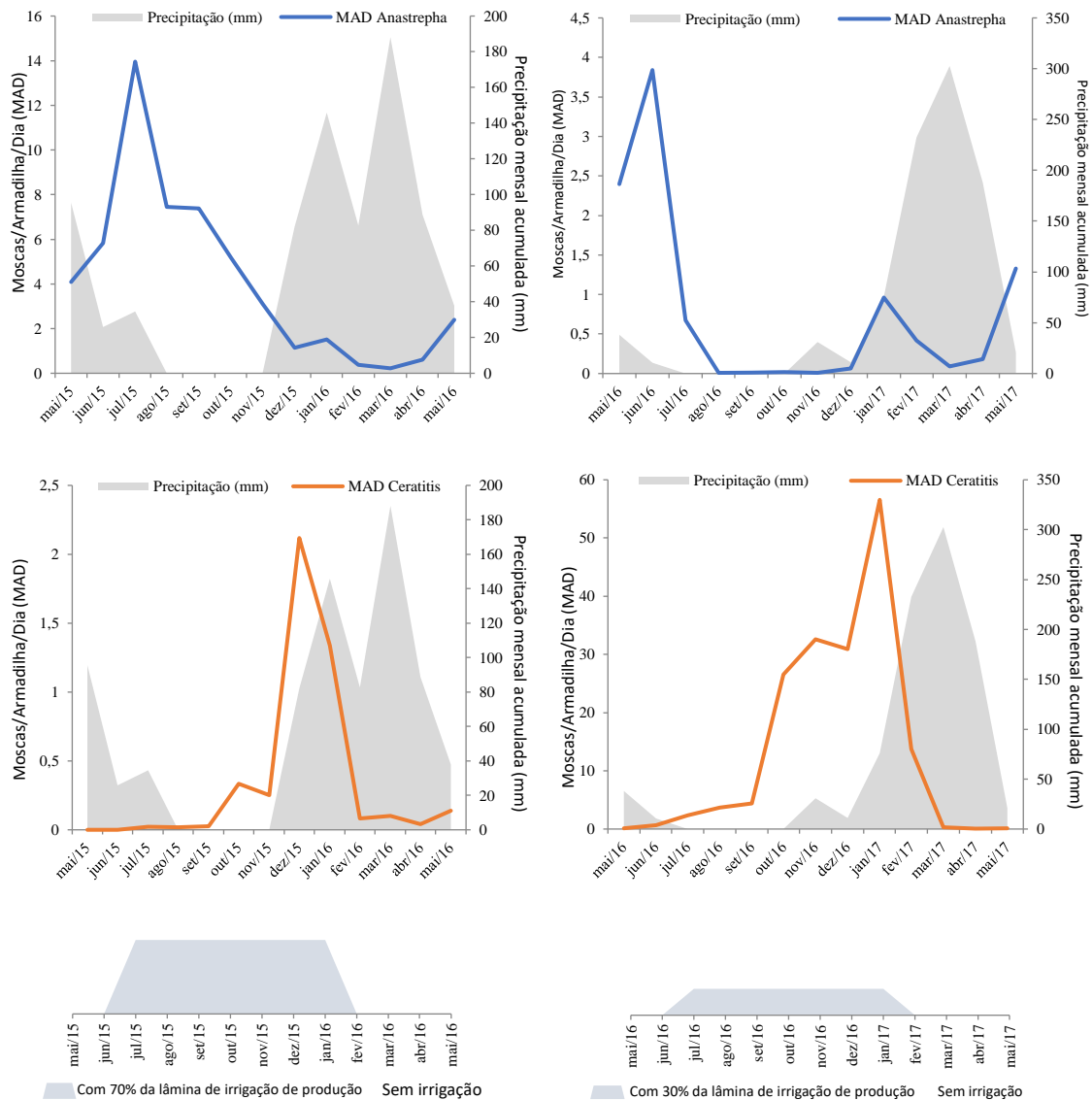


Figura 3. Flutuação populacional de moscas-das-frutas, precipitação pluviométrica mensal acumulada e lâmina de irrigação em um pomar de acerola orgânica no município de Tianguá, Serra da Ibiapaba (CE).

Fonte: OLIVEIRA. J. J. D., 2018.

Com relação as variáveis flutuação populacional (índice MAD) de moscas-das-frutas e temperatura média mensal do ar ($^{\circ}\text{C}$) foi observado que nos meses mais quentes de cada ano houve também aumento dos índices populacionais de *C. capitata*, mas para *Anastrepha* spp. não foi possível verificar uma relação direta entre a temperatura e os índices populacionais (Figura 4). Analisando a correlação da flutuação populacional de moscas-das-frutas (índice MAD) e temperatura média mensal ($^{\circ}\text{C}$) verificou-se valores não significativos para *Anastrepha* spp. e correlação positiva moderada significativa ($P < 0,05$) para *C. capitata*, com $r = 0,64$ e $r = 0,58$, para o primeiro e segundo ano, respectivamente (Tabela 1).

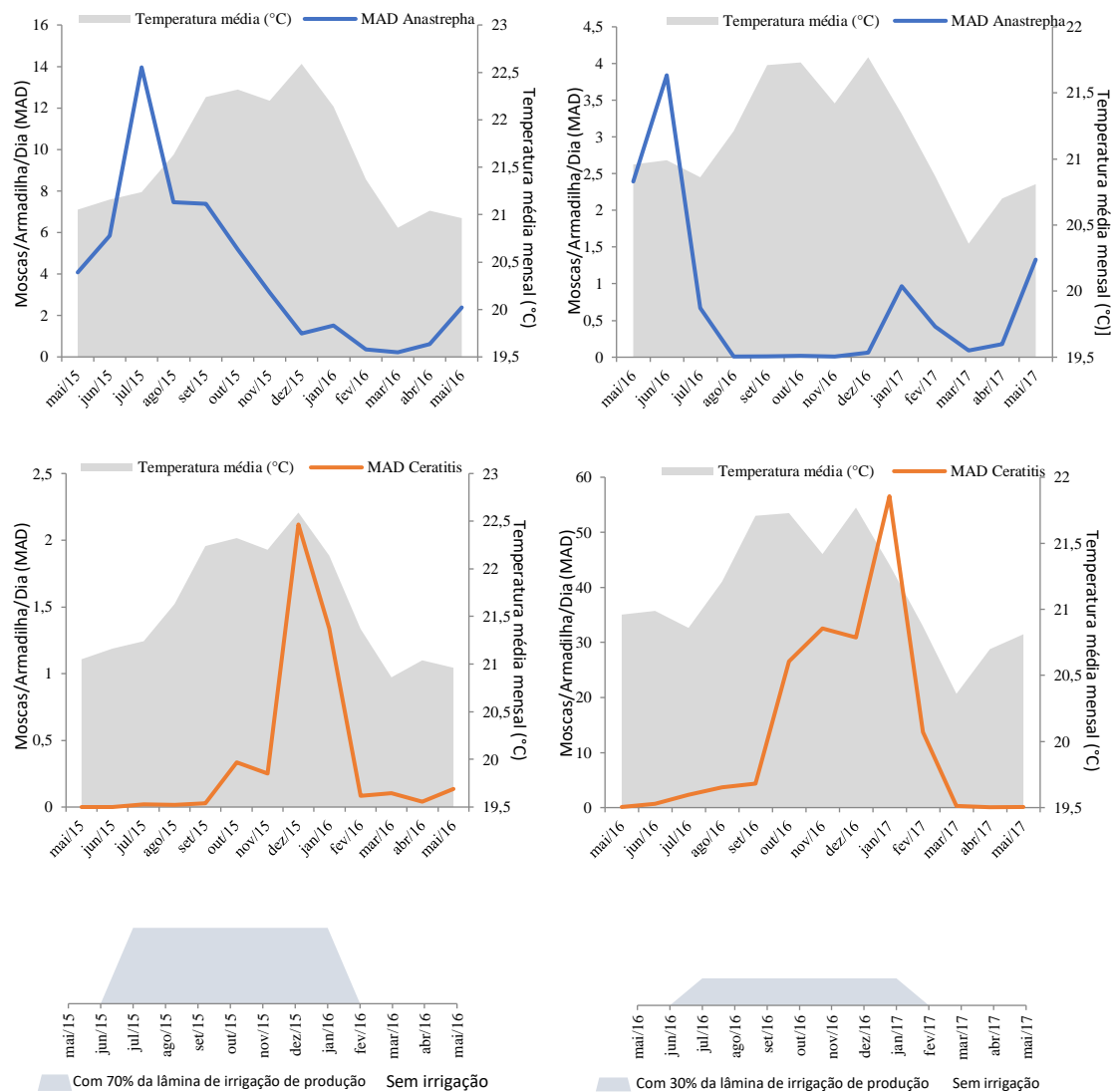


Figura 4. Flutuação populacional de moscas-das-frutas, temperatura média mensal do ar e lâmina de irrigação em um pomar de acerola orgânica no município de Tianguá, Serra da Ibiapaba (CE).

Fonte: OLIVEIRA. J. J. D., 2018.

A análise da correlação linear entre a lâmina de irrigação e os índice MAD apresentou valor significativo apenas para *C. capitata* no segundo ano de monitoramento, no período que foi utilizado apenas 30% da lâmina de irrigação utilizada para produção na área ($15\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$) de junho de 2016 à janeiro de 2017, sendo os demais valores não significativos a nível de 5% de probabilidade (Tabela 1).

Tabela 1. Coeficiente de correlação entre o índice MAD e a temperatura média (T MED), precipitação pluviométrica acumulada mensal (PREC) e a lâmina de irrigação (LAM), no período de dois anos de monitoramento (maio de 2015 à maio de 2017) em pomar de acerola orgânica na Serra da Ibiapaba (CE).

Espécies	Coeficiente de correlação linear (Pearson)					
	PREC		T MED		LAM	
	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano
<i>Anastrepha spp.</i>	-0,58*	-0,22 ^{ns}	0,018 ^{ns}	-0,26 ^{ns}	0,45 ^{ns}	-0,50 ^{ns}
<i>Ceratitis capitata</i>	0,29 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	0,64*	0,59*	0,42 ^{ns}	0,58*

* Significativo ($P < 0,05$); ^{ns} não significativo.

Fonte: OLIVEIRA. J. J. D., 2018.

Com relação aos índices MAD nos clones de acerola, verificou-se que o clone BRS 366 obteve as maiores quantidades de moscas-das-frutas capturadas, com 52% do total dos exemplares de *Anastrepha spp.* e 63% do total de *C. capitata*, além dos maiores picos populacionais, que ocorreram em setembro de 2015 e novembro de 2016, respectivamente (Figura 5). Para os clones BRS 235 e Junko os picos populacionais ocorreram em épocas semelhantes para ambas espécies de moscas-das-frutas, mas de forma geral, o índice MAD no clone BRS 366 permaneceu elevado por maiores períodos.

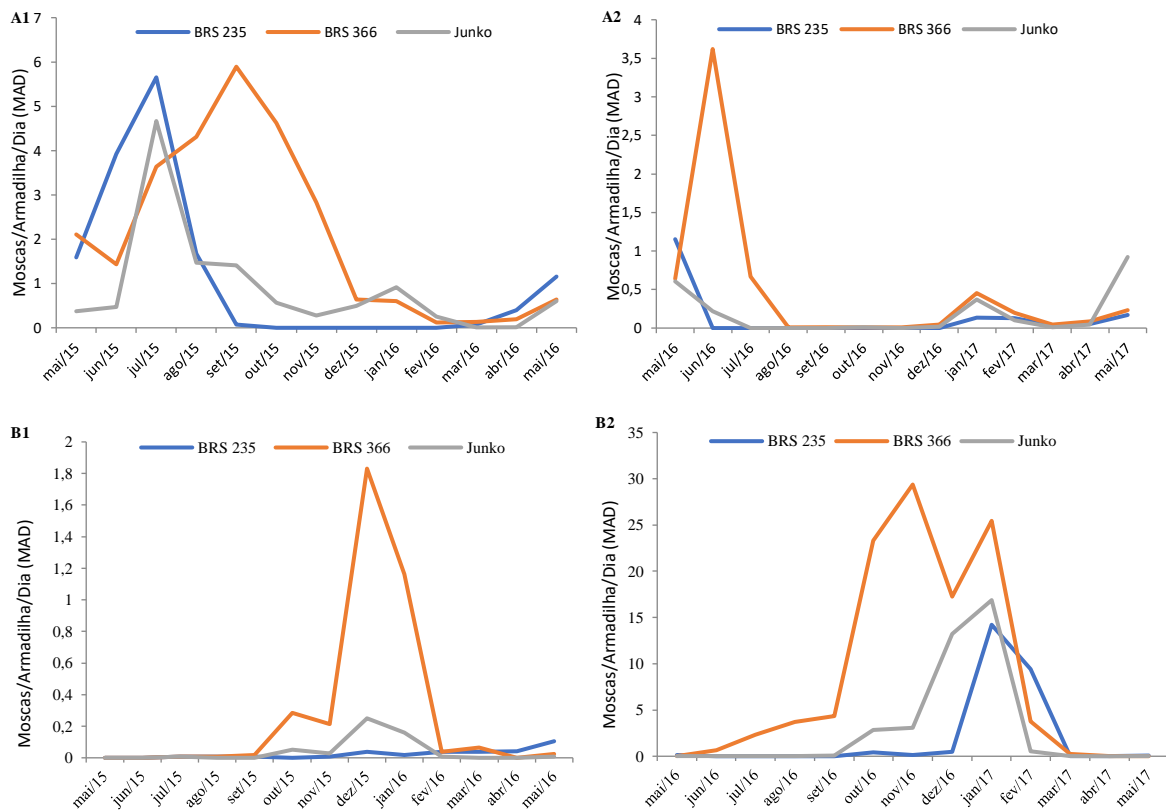


Figura 5. Flutuação populacional de *Anastrepha* spp. (A1;A2) e *Ceratitis capitata* (B1;B2) em um pomar de acerola orgânica, com os clones BRS 235, BRS 366 e Junko, no município de Tianguá, Serra da Ibiapaba (CE).

Fonte: OLIVEIRA. J. J. D., 2018.

Durante os quatro meses de coleta de frutos foram obtidos um total de 11.618 frutos e 63,4 Kg de acerola orgânica distribuídos da seguinte forma: clone Junko (4.176 frutos e 22,9 Kg), BRS 366 (4.238 frutos e 21,0 Kg) e BRS 235 (3.204 frutos e 19,5 Kg). Nos clones de acerola os maiores índices de infestação foram encontrados no clone Junko e os menores no BRS 235. (Tabela 2). Dos frutos foram obtidos um total de 355 adultos de moscas-das-frutas, sendo 71% *C. capitata* e 29% espécies de *Anastrepha* spp., com razão sexual de 0,49 e 0,50, respectivamente. Para *Anastrepha*, foram identificadas as espécies *A. obliqua* (94%) e *A. zenilidae* (6%).

Tabela 2. Índices de infestação em três clones de acerola orgânica de pomar comercial do município de Tianguá, Serra da Ibiapaba (CE).

Clones	<i>Anastrepha</i> spp.		<i>C. capitata</i>	
	Pupário/Kg	Pupário/fruto	Pupário/Kg	Pupário/fruto
Junko	9,16	0,05	6,85	0,04
BRS 366	4,28	0,02	5,42	0,03
BRS 235	2,47	0,01	3,70	0,02

Fonte: OLIVEIRA. J. J. D., 2018.

4 DISCUSSÃO

Do ponto de vista econômico e quarentenário as espécies *C. capitata*, *A. obliqua* e *A. zenilidae* encontradas nos levantamentos deste trabalho são muito importantes para produção mundial de frutas, pois são extremamente polífagas, podem causar graves danos diretos, além de ocasionar restrições quarentenárias nas exportações de frutas *in natura* (VARGAS et al., 2014; EPPO, 2018). Estas espécies estão amplamente distribuídas no território brasileiro, além de serem encontradas em dezenas de hospedeiros (ZUCCHI, 2008; ZUCCHI, 2012).

Com relação aos índices de captura das moscas-das-frutas foi verificado que na maior parte dos dois anos estudados permaneceram acima do nível de controle, sendo que, segundo Nascimento et al. (2000), o nível recomendado para moscas-das-frutas, em geral, é de 1,0 MAD. A ausência de controle específico para moscas-das-frutas, bem como a colheita da maior parte da produção de acerola no estágio imaturo (verde) pode ter favorecido o aumento populacional no período estudado, pois frutos maduros, que são preferidos para oviposição, permaneciam muitas vezes no campo.

Os maiores índices encontrados para *Anastrepha* spp. (13,96 MAD) e *C. capitata* (56,55 MAD) ocorreram no mês de junho de 2015 e janeiro de 2017, respectivamente. Comparando estes resultados e os trabalhos realizados em diferentes regiões brasileiras é possível observar que os picos populacionais de moscas-das-frutas não ocorrem de forma semelhante (ALVARENGA et al., 2010; ARAUJO et al., 2011; ARAUJO et al., 2013; SILVA et al., 2014; COSTA; SILVA, 2016; SANTOS et al., 2017).

Além disso, *Anastrepha* foi predominante no primeiro ano do monitoramento, apresentando a maior quantidade de exemplares capturados neste período, sendo *A. obliqua* a única espécie identificada no levantamento com armadilhas. Ohashi et al. (1997) em trabalho

realizado na região equatorial do estado do Pará, verificou altas infestações de *A. obliqua* em frutos de acerola, sendo o único tefritídeo associado a esta fruta na região. Apesar de ser uma espécie generalista associada a 50 hospedeiros no Brasil (ZUCCHI, 2008), geralmente, é registrada a preferência de *A. obliqua* por hospedeiros da família Anacardiaceae (URAMOTO et al., 2004; ARAUJO et al., 2005; LIMA JÚNIOR et al., 2007; SÁ et al., 2008; ALVARENGA et al., 2009; PIROVANI et al., 2010).

Já no segundo ano de monitoramento a espécie *C. capitata* foi predominante e apresentou os maiores índices MAD de todo período do levantamento. Araujo et al. (2011) em estudo realizado na região semiárida do Rio Grande do Norte também constataram elevados índices de captura para *C. capitata*, sendo considerada o principal tefritídeo associado a acerola na região estudada.

Vale destacar que é fundamental associar os dados da flutuação populacional com fatores abióticos, como precipitação e temperatura, pois estes podem exercer grande influência sobre as populações de moscas-das-frutas (BATEMAN, 1972; SALLES, 1995; SOUZA FILHO et al., 2000).

Assim, com base na análise das variáveis flutuação populacional e precipitação pluviométrica através da correlação linear de Pearson observou-se no primeiro ano de monitoramento para *Anastrepha* spp., quando o cultivo estava sendo irrigado com $35\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ nos meses mais secos do período, uma moderada correlação negativa ($r = - 0,58$), significativa ao nível de 5% de probabilidade. No geral, os picos de *Anastrepha* spp. neste trabalho ocorreram em meses que obtiveram baixa precipitação, no entanto estes também foram o período de maior frutificação do pomar. A relação entre a disponibilidade de frutos e as populações de moscas-das-frutas tem sido bem documentada em diferentes trabalhos realizados no Brasil (ARAUJO et al., 2008; DUARTE et al., 2015; LEMOS et al., 2015; TRASSATO et al., 2015).

O fato dos valores significativos não se repetirem no ano seguinte para *Anastrepha* spp. pode indicar, entre outros aspectos, que a redução da lâmina de irrigação para $15\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, pode ter desfavorecido as populações da praga no período seco. Segundo Bressan-Nascimento (2001) a dessecação foi o principal fator de mortalidade pupal de *A. obliqua* em condições de laboratório. Além disso, de acordo com Bateman (1972) em períodos mais secos do ano ocorre a redução da fecundidade das fêmeas de moscas-das-frutas.

Com relação a análise da correlação linear entre variáveis temperatura média do ar e flutuação populacional de moscas-das-frutas foi observado valores significativos ($P < 0,05$) para *C. capitata*, com coeficiente de correlação (r) iguais a 0,64 e 0,58, no primeiro e segundo ano,

respectivamente. Vale destacar que as temperaturas nos meses mais quente do ano neste estudo foram inferiores a 22,5 °C, sendo que em regiões do semiárido, onde a temperatura média foi de 28°C foram observadas correlações negativas significativas com as populações de *C. capitata* (ARAUJO, 2002; ARAUJO et al., 2008).

De acordo com Parra et al. (1982) dentre os parâmetros meteorológicos, a temperatura é o fator que mais afeta a dinâmica populacional de *C. capitata*. Ainda, segundo Duyck e Quilici (2002), em laboratório, verificaram um relacionamento linear forte e positivo entre temperatura e desenvolvimento e taxa de maturação de *C. capitata*.

A maior parte dos valores das correlações entre os fatores climáticos e a flutuação populacional não foram significativos, no entanto este resultado tem sido verificado em diferentes trabalhos realizados no território nacional (HAJI; MIRANDA, 2000; ARAUJO et al., 2008; MONTES et al., 2011; DUARTE et al., 2015; LEMOS et al., 2015; TRASSATO et al., 2015). Contudo, fatores abióticos podem influenciar de forma indireta as populações das moscas-das-frutas, proporcionando, por exemplo, condições adequadas a frutificação de hospedeiros alternativos e desenvolvimento dos pupários no solo (ARAUJO et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2009). Portanto é provável que os resultados da dinâmica populacional de moscas-das-frutas apresentados nos pomares de acerola orgânica tenham sido influenciadas por fatores bióticos.

Sobre os dados da correlação entre as lâminas de irrigação utilizadas nos dois anos de cultivo e a flutuação populacional foi verificado a existência de um relacionamento linear significativo ($r = 0,58$; $P < 0,05$) entre as populações de *C. capitata* e a irrigação do segundo ano do monitoramento, com $15\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ nos meses mais quentes e com escassez de chuvas. Durante esse período não houve colheita na área, contudo verificou-se um aumento de frutos maduros não comerciais no pomar, além da redução do número de folhas nas plantas e da cobertura do solo (Figura 6).



Figura 6. Foto da área de acerola orgânica na Serra da Ibiapaba do Ceará (A – primeiro ano de monitoramento; B - segundo ano de monitoramento).

Fonte: OLIVEIRA. J. J. D., 2018.

Considerando a irrigação de forma isolada, os dados sugerem que quando houve maior disponibilidade hídrica também ocorreu a predominância de *Anastrepha* spp., mas quando a irrigação foi reduzida, no período de escassez de chuvas, predominou *C. capitata*. Segundo Quesada-Moraga et al. (2012) as maiores porcentagens de emergência de adultos de *C. capitata* foram obtidas a 24,8 °C e umidade intermediária do solo de 5,0 a 13,0% em peso. Eskafi e Fernandez (1990) verificaram maior viabilidade pupal de *C. capitata* em solos com baixa umidade e temperatura de 26°C.

Informações sobre a influência da irrigação em populações de moscas-das-frutas são escassas. Entretanto, de forma geral, em regiões semiáridas com pomares irrigados são observados elevados índices de captura para *C. capitata* e regiões mais úmidas com precipitações bem distribuídas predominam espécies de *Anastrepha* (SILVA et al., 2006; ALVARENGA et al., 2010; ARAUJO et al., 2013; DUARTE et al., 2013; LEMOS et al., 2015). Com propósitos aplicados na região nordeste, onde há longos períodos de escassez de chuvas, é possível que a escolha por sistemas de irrigação que promovam maior molhamento superficial do solo, como pivô central, aspersão e microaspersão, possam favorecer as populações de *Anastrepha* e desfavorecer *C. capitata*. No entanto, a escolha de sistemas como gotejamento subterrâneo, pode desfavorecer as espécies de *Anastrepha* e favorecer *C. capitata*.

Observando os índices de captura de moscas-das-frutas nos clones de acerola foi verificado que ocorreram em épocas semelhantes, embora o Clone BRS 366 tenha se destacado com maior número de capturas. Este clone difere dos outros, pois foi lançado e recomendado para produção comercial de acerola orgânica na região com base no desempenho de suas características morfológicas, produção e qualidade de frutas (SOUZA et al., 2014), portanto, a maior quantidade de frutos presentes na área provavelmente influenciou nas maiores quantidades de moscas-das-frutas. Araujo et al. (2011) observaram que a acerola comum (propagada por sementes) possuía maiores índices de captura do que a acerola clonada em ambiente semiárido.

Nas coletas de frutos de acerola realizadas, os exemplares coletados pertenciam as espécies *C. capitata*, *A. obliqua* e *A. zenildae*, sendo a última identificado apenas três exemplares e portanto, as duas primeiras foram confirmadas como os principais tefritídeos associados ao cultivo de acerola na região. Os valores do índice de infestação total foram maiores do que o encontrado por Sá et al. (2008) que obtiveram índice de infestação de 0,9 (pupário/kg) em Belo Campo (BA) e Alvarenga et al. (2009) que encontraram o índice de 0,001 pupário/fruto, no norte de Minas Gerais.

5 CONCLUSÕES

O gênero *Anastrepha* predominou no primeiro ano de monitoramento, com pico populacional em junho de 2015 e *C. capitata* predominou no segundo ano com pico populacional em janeiro de 2017.

Existe relação linear significativa entre precipitação acumulada mensal e as populações de *Anastrepha* spp. ($r = - 0,58$; $P < 0,05$), quando o pomar foi irrigado com $35\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ nos meses de escassez de chuvas e para as populações de *C. capitata* a relação foi significativa com temperatura média do ar para os dois anos de monitoramento (0,64 e 0,58, primeiro e segundo ano, respectivamente; $P < 0,05$), independente da lâmina de irrigação utilizada.

A correlação linear entre o manejo de irrigação e os índices de captura apresentou valor positivo e significativo para *C. capitata* ($r = 0,58$; $P < 0,05$), no segundo ano de monitoramento, indicando que a pequena quantidade de água aplicada no cultivo por meio do sistema de irrigação por pivô central pode ter influenciado a dinâmica populacional desta espécie em áreas de produção de acerola orgânica na Serra da Ibiapaba.

O índice MAD de *Anastrepha* spp. e *C. capitata* são maiores nas áreas do pomar com o clone BRS 366 do que nas áreas com os clones Junko e BRS 235.

As moscas-das-frutas *C. capitata*, *A. obliqua* e *A. zenildae* foram as únicas espécies associadas aos frutos de acerola orgânica no pomar da Serra da Ibiapaba do Ceará.

Os índices de infestação totais de *Anastrepha* spp. (5,49 pupários/Kg) foram maiores do que *C. capitata* (5,41 pupários/Kg) nos quatro meses de levantamento no pomar de acerola orgânica da Serra da Ibiapaba do Ceará.

REFERÊNCIAS

ALUJA, M.; ORDANO, M.; GUILLÉN, L.; RULL, J. Understanding long-term fruit fly (Diptera: Tephritidae) population dynamics: implications for area wide management. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 105, n. 3, p. 823-836, 2012.

ALVARENGA, C. D.; MATRANGOLO, C. A. R.; LOPES, G. N.; SILVA, M. A.; LOPES, E. N.; ALVES, D. A.; NASCIMENTO, A. S.; ZUCCHI, R. A. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e seus parasitóides em plantas hospedeiras de três municípios do norte do estado de Minas Gerais. **Arquivo do Instituto Biológico**, v. 76, n. 2, p. 195-204, 2009.

ALVARENGA, C.D.; ALVES, D.A.; SILVA, M.A.; LOPES, E.N.; LOPES, G.N. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares da área urbana no norte de Minas Gerais. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.23, n.2, p.25-31, 2010.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇASVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

ARAUJO, E. L., LOPES, P. A. R.; SILVA, J. G., BITTENCOURT, M. A. L., RONCHI-TELES, B. Índices de captura e infestação da mosca do mediterrâneo em acerola comum e clonada. Mossoró: **Revista Verde**, v. 6, n. 4, p. 58-64, 2011.

ARAUJO, E. L.; MEDEIROS, M. K. M.; SILVA, V. E.; ZUCCHI, R. A. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no Semi-árido do Rio Grande do Norte: plantas hospedeiras e índices de infestação. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 6, p. 889-894, 2005.

ARAUJO, E. L., RIBEIRO, J. C., CHAGAS, M. C. M., DUTRA, V. S., SILVA, J. G. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em um pomar de Goiabeira, no Semiárido Brasileiro. Jaboticabal: **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 471-475, 2013.

ARAUJO, E. L.; SILVA, R. K. B.; GUIMARÃES, J. A.; SILVA, J. G.; BITTENCOURT, M. A. L. Levantamento e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em

goiaba *Psidium guajava* L., no município de Russas (CE). Mossoró: **Revista Caatinga**, v. 21, n. 1, p. 138-146, 2008.

ARAÚJO, E. L., ZUCCHI, R. A., Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiaba (*Psidium guajava* L.) em Mossoró, RN. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 1, p. 73-77, 2003.

BATEMAN, M. A. The ecology of fruit fly. **Annual Review Entomology**, Palo Alto, v.17, p.493-518, 1972.

BRESSAN-NASCIMENTO, S. Emergence and pupal mortality factors of *Anastrepha obliqua* (Macq.) (Diptera: Tephritidae) along the fruiting season of the host *Spondias dulcis* L. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 30, p. 207-215, 2001.

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, V. DE P. R.; SOUSA, F. DE A. S. DE. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. Campina Grande: **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 140-147, 2006.

COSTA, J. F.; SILVA, T. G. F. Prospecção do Nordeste brasileiro para a incidência da mosca-das-frutas em cenários de mudanças climáticas. Recife: **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 7, p. 2148-2163, 2016.

DÍAZ-FLEISCHER, F.; PIÑERO J. C.; SHELLY, T. E. Interactions Between Tephritid Fruit Fly Physiological State and Stimuli from Baits and Traps: Looking for the Pied Piper of Hamelin to Lure Pestiferous Fruit Flies. In: SHELLY, T.; EPSKY, N.; JANG, E. B.; REYES-FLORES, J.; VARGAS, R. (Eds.). **Trapping and the Detection, Control, and Regulation of Tephritid Fruit Flies**. The Netherlands: Springer, p. 145-172, 2014.

DUARTE, A. L.; MALAVASI, A. Tratamentos quarentenários. p. 187-192. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas de Importância Econômica no Brasil: Conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão preto: Holos Editora, 327 p., 2000.

DUARTE, R. T.; BAPTISTA, A. P. M.; PAZINI, W. C.; GALLI, J. C. Flutuação populacional de moscas-das-frutas em pomar de goiaba no município de Pindorama – SP. Dourados: **Revista Agrarian**, v. 8, n. 28, p. 133-138, 2015.

DUYCK, P. F.; QUILICI, S. Survival and development of diferente life stages of three *Ceratitis* spp. (Diptera: Tephritidae) reared at five constant temperatures. **Bulletin of Entomological Research**, v. 92, p. 461-469, 2002.

EPPO. 2018. **EPPO Global Database**. Disponível em: <<https://gd.eppo.int>>. Acesso em: 02 ago. 2018.

ESKAFI, F.M.; FERNANDEZ, A. Larval-pupal mortality of mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) from interaction of soil, moisture, and temperature. **Environmental Entomology**, College Park, v. 19, p. 1666-1670, 1990.

Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. **Futuro da produção orgânica é visto com otimismo no Brasil**. Disponível em: <<http://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/468245/>>, Acesso em: 22 ago. 2018.

FOOTE, R.H. **Fruit fly genera in the south of the United States**. Washington: USD, 1980. 79p. U.S.D.A., Science and Education Administration, Technical Bulletin 1600.

HAJI, F. N. P.; MIRANDA, I. G. Pernambuco. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos Editora, p.229-233, 2000.

LEMOS, L. J. U.; SOUZA-FILHO, M. F.; URAMOTO, K.; LOPES, G. N.; ZUCCHI, R. A. Espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) em pomares de goiaba: diversidade, flutuação populacional e fenologia do hospedeiro. São Paulo: **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 82, p. 1-5, 2015.

LIMA JÚNIOR, C. A.; SANTOS, W. S.; CARVALHO, C. A. L. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associadas ao umbu-cajá (Anacardiaceae) no vale do rio Paraguaçu, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 13, n. 3, p. 399-402, 2007.

MELO, E. A. (Ed.) **Alimentos regionais brasileiros**. 2. Ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2015, 484 p.

Ministério da Agricultura, pecuária e abastecimento – MAPA. **Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/cadastro-nacional-produtores-organicos>>, Acesso em: 22 ago. 2018.

MONTES, S. M. N. M.; RAGA, A.; BOLIANI, A. C.; SANTOS, P. C. Dinâmica populacional e incidência de moscas-das-frutas e parasitoides em cultivares de pessegueiros (*Prunus persica* L. Batsch) no município de Presidente Prudente-SP. Jaboticabal: **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 402-411, 2011.

NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. da S. Manejo integrado de moscas-das-frutas. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, p.169-173, 2000.

NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. S.; MALAVASI, A. Monitoramento populacional. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, p.109-112, 2000.

NAVARRO-LLOPIS, V.; VACAS, S. Mass Trapping for Fruit Fly Control. In: SHELLY, T.; EPSKY, N.; JANG, E. B.; REYES-FLORES, J.; VARGAS, R. (Eds.). **Trapping and the Detection, Control, and Regulation of Tephritid Fruit Flies**. The Netherlands: Springer, p. 513-555. 2014.

OHASHI, O. S.; DOHARA, R.; ZUCCHI, R. A.; CANALDAZA, N. A. Ocorrência de *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera: Tephritidae) em acerola *Malpighia puniceifolia* L. no estado do Pará. **Sociedade Entomológica do Brasil**, v.26, n.2, p.389-390, 1997.

OLIVEIRA, J. J. D.; ROCHA, A. C. P.; ALMEIDA, E. S.; NOGUEIRA, C. H. F.; ARAUJO, E. L. Espécies e flutuação populacional de moscas-das-frutas em um pomar comercial de

mangueira, no litoral do estado do Ceará. Mossoró: **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 222-228, 2009.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA NETO, S. Flutuação populacional e atividade diária de vôo da mosca do mediterrâneo em cafeeiro “Mundo Novo”. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, n. 7, p. 985-992, 1982.

PEREIRA, M. C.; MÜLLER, C. R.; RODRIGUES, F. S. A.; MOUTINHO, A. B. A.; RODRIGUES, K. L.; BOTELHO, F. T. Mudança no perfil sociodemográfico de consumidores de produtos orgânicos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 20, n. 9, p. 2797-2804, 2015.

PIROVANI, V. D.; MARTINS, D. S.; SOUZA, S. A. S.; URAMOTO, K.; FERREIRA, P. S. F. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae), seus parasitóides e hospedeiros em Viçosa, zona da mata mineira. **Arquivo do Instituto Biológico**, v. 77, n. 4, p. 727-733, 2010.

QUESADA-MORAGA, E.; VALVERDE-GARCÍA, P.; GARRIDO-JURADO, I. The effect of temperature and soil moisture on the development of the preimaginal mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Environmental Entomology**, v. 41, n. 4, p. 966–970, 2012.

SALLES L. A. B. Bioecologia e controle da mosca-das-frutas sul-americana. Pelotas: **Embrapa CPACT**, 1995, 58p.

SÁ, R. F.; NASCIMENTO, A. S.; BRANDÃO, M. H.; SILVA, S. T.; PÉREZ-MALUF, R. Índice de infestação e diversidade de moscas-das-frutas em hospedeiros exóticos e nativos no pólo de fruticultura de Anagé, BA. **Bragantia**, v. 67, n. 2, p. 401-411, 2008.

SANTOS, J. P.; REDAELLI, L. R.; ANA, J. S.; HICKEL, E. R. Flutuação populacional e estimativa do número de gerações de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) em pomar de macieira em Caçador, Santa Catarina, Brasil. São Paulo: **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 84, p. 1-7, 2017.

SILVA, F. F.; REDAELLI, L. R.; MEIRELLES, R. N.; SOGLIO, F. K. D. Danos de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em citrus, manejados no sistema orgânico de produção. Viçosa: **Revista Ceres**, v. 61, n. 5, p. 637-642, 2014.

SOUZA FILHO, M. F.; RAGA, A.; ZUCCHI, R. A. São Paulo. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos Editora, p.277-283, 2000.

SOUZA, K. O.; MOURA, C. F. H.; BRITO, E. S.; MIRANDA, M. R. A. Antioxidant compounds and total antioxidant activity in fruits of acerola from cv. Flor Branca, Florida Sweet and BRS 366. Jaboticabal: **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 294-304, 2014.

TRASSATO, L. B.; LIMA, A. C. S.; MONTEIRO NETO, J. L. L.; BANDEIRA, H. F. S.; SILVA, E. S.; STRÜCKER, A. Flutuação populacional de *Anastrepha striata* (Diptera: Tephritidae) em pomares comerciais de goiabeira. Boa Vista: **Revista Agro@ambiente**, v. 9, n. 3, p. 317-326, 2015.

URAMOTO, K.; WALDER, J. M. M.; ZUCCHI, R. A. Biodiversidade de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) no campus da ESALQ-USP, Piracicaba, São Paulo. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 48, n. 3, p. 409-414, 2004.

VARGAS, R. I.; LEBLANC, L.; PIÑERO, J. C.; HOFFMAN, K. M. Male annihilation, past, present, and future. In: SHELLY, T.; EPSKY, N.; JANG, E. B.; REYES-FLORES, J.; VARGAS, R. (Eds.). **Trapping and the Detection, Control, and Regulation of Tephritid Fruit Flies**. The Netherlands: Springer, p. 493-511. 2014.

ZUCCHI, R. A. Taxonomia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos Editora, p.13-24, 2000.

ZUCCHI, R. A. 2008. **Fruit flies in Brazil** - *Anastrepha* species their host plants and parasitoids. Disponível em: <www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/>, updated on May 16, 2018. Acesso em: 26 jul. 2018.

ZUCCHI, R. A. 2012. **Fruit flies in Brazil** - Hosts and parasitoids of the Mediterranean fruit fly. Disponível em: <www.lea.esalq.usp.br/ceratitidis/>, updated on January 18, 2018. Acesso em: 26 jul. 2018.

CAPÍTULO 3

MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE), SEUS HOSPEDEIROS E PARASITOIDES NA REGIÃO DO ECÓTONO CAATINGA-AMAZÔNIA DA PLANÍCIE LITORÂNEA DO PIAUÍ

RESUMO: Os objetivos do trabalho foram conhecer as espécies, hospedeiros e inimigos naturais de moscas-das-frutas, bem como os índices de infestação e distribuição geográfica na Planície litorânea do Piauí. A pesquisa foi desenvolvida em 6 municípios da Planície Litorânea do Piauí, no período de janeiro de 2016 a março de 2018. Para verificação dos índices de infestação foram realizadas coletas quinzenais de frutos potencialmente hospedeiros de moscas-das-frutas, de acordo com a disponibilidade nas árvores. Posteriormente, os frutos foram transportados ao Laboratório de Agricultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), onde foram contados, pesados, transferidos para bandejas plásticas com uma fina camada de vermiculita e cobertos com tecido voile. Após um período de 5 a 10 dias a vermiculita foi peneirada para obtenção dos pupários, que foram contados, separados em placas de petri, onde permaneceram até a emergência dos adultos. A identificação das espécies de moscas-das-frutas foi realizada com base no padrão alar, coloração do corpo e, principalmente, características morfométricas do ápice do acúleo das fêmeas. As espécies de moscas-das-frutas encontradas neste trabalho foram *Anastrepha obliqua*, *A. sororcula*, *A. zenilidae* e *Ceratitis capitata*. Foram registrados pela primeira vez no Brasil as frutíferas guabiraba (*Campomanesia aromatica*) e quebra-bucho (*Myrciaria* sp.) como hospedeiros de *A. zenilidae*. Apenas a família Braconidae foi associada as moscas-das-frutas na Planície Litorânea do Piauí. Entre os hospedeiros de *Anastrepha*, cajá, acerola e goiaba apresentaram as maiores infestações.

Palavras chave: Diversidade. *Anastrepha*. *Ceratitis capitata*. Parasitoides.

**FRUIT FLIES (DIPTERA, TEPHRITIDAE), THEIR HOSTS AND PARASITOIDS IN
THE CAATINGA-AMAZONIA ECOTONE REGION OF THE COASTAL PLAIN OF
PIAUÍ**

ABSTRACT: The objectives of the study were to know the species, hosts and natural enemies of fruit flies, as well as the infestation and geographic distribution indexes in the coastal plain of Piauí. The research was carried out in 6 municipalities of the Litiãne Plain of Piauí, from January 2016 to March 2018. In order to verify the infestation rates, biweekly collections of potentially fruit-bearing fruit fruits were carried out according to availability in the trees. Later, the fruits were transported to the Agricultural Laboratory of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Piauí (IFPI), where they were counted, weighed, transferred to plastic trays with a thin layer of vermiculite and covered with voile tissue. After a period of 5 to 10 days the vermiculite was sieved to obtain the puparia, which were counted, separated in petri dishes, where they remained until the emergence of the adults. The identification of fruit fly species was performed based on the wing pattern, body color and, mainly, morphometric characteristics of the apex of the aculeous of the females. The species of fruit flies found in this work were *A. obliqua*, *A. sororcula*, *A. zenildae* and *C. capitata*. The fruit trees guabiraba (*C. aromatica*) and jambo (*Myrciaria* sp.) Were registered for the first time in Brazil as hosts of *A. zenildae*. Only the Braconidae family was associated with fruit flies in the coastal plain of Piauí. Among the hosts of *Anastrepha*, cajá, acerola and guava presented the highest infestations.

Key words: Diversity. *Anastrepha*. *Ceratitis capitata*. Parasitoids.

1 INTRODUÇÃO

As moscas-das-frutas da família Tephritidae são insetos de grande importância econômica, pois causam danos a produção e comercialização de frutos em todo mundo (MALAVASI, 2014). Os danos são diretos, através do consumo da polpa da fruta pelas larvas ou indiretos, devido a restrições quarentenárias impostas por países importadores (DUARTE; MALAVASI, 2000). Nesse contexto, o aumento gradativo do nível de comércio mundial tornou necessário ampliar o conhecimento bioecológico das moscas-das-frutas para orientar o manejo integrado destas pragas, pois segundo Jang et al. (2014) a aplicação de medidas fitossanitárias harmonizadas é uma exigência para países que desejam se manter competitivos no mercado.

Assim, o conhecimento das interações tróficas entre as moscas-das-frutas e seus hospedeiros tem sido amplamente estudado no mundo, visando aprimorar o manejo de pragas polífagas e oligófagas, além de contribuir para a conservação de espécies estenófagas e monófagas em seus ambientes naturais (UCHÔA, 2012). Entretanto, há uma grande necessidade de expandir as informações das relações tritróficas, entre moscas-das-frutas, seus hospedeiros e parasitoides, pois em muitas regiões este conhecimento tem sido negligenciado, apesar da importância do controle natural para redução das populações da praga (ARAUJO; ZUCCHI, 2002; UCHÔA, 2012).

No Brasil, entre os gêneros de moscas-das-frutas de maior importância, se destacam *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) e *Ceratitis*, sendo esta última representada apenas pela mosca do mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (ZUCCHI, 2000). O gênero *Anastrepha* possui 121 espécies identificadas em todo território nacional, das quais somente 50,4% possuem hospedeiros conhecidos (ZUCCHI, 2008). Para a mosca do mediterrâneo são conhecidos 93 hospedeiros no Brasil e apenas nos estados do Amapá, Amazonas e Sergipe a espécie não foi detectada (ZUCCHI, 2012). Com relação aos parasitoides, a família Braconidae possuem as espécies mais comuns detectadas em levantamentos no Brasil (ARAUJO et al., 2015; NUNES et al., 2012; SILVA et al., 2010; TAIRA et al., 2013). No entanto, segundo Araujo et al. (2015) a composição das espécies de parasitoides pode variar muito em função do clima, diversidade de moscas-das-frutas e frutíferas infestadas nas diferentes regiões.

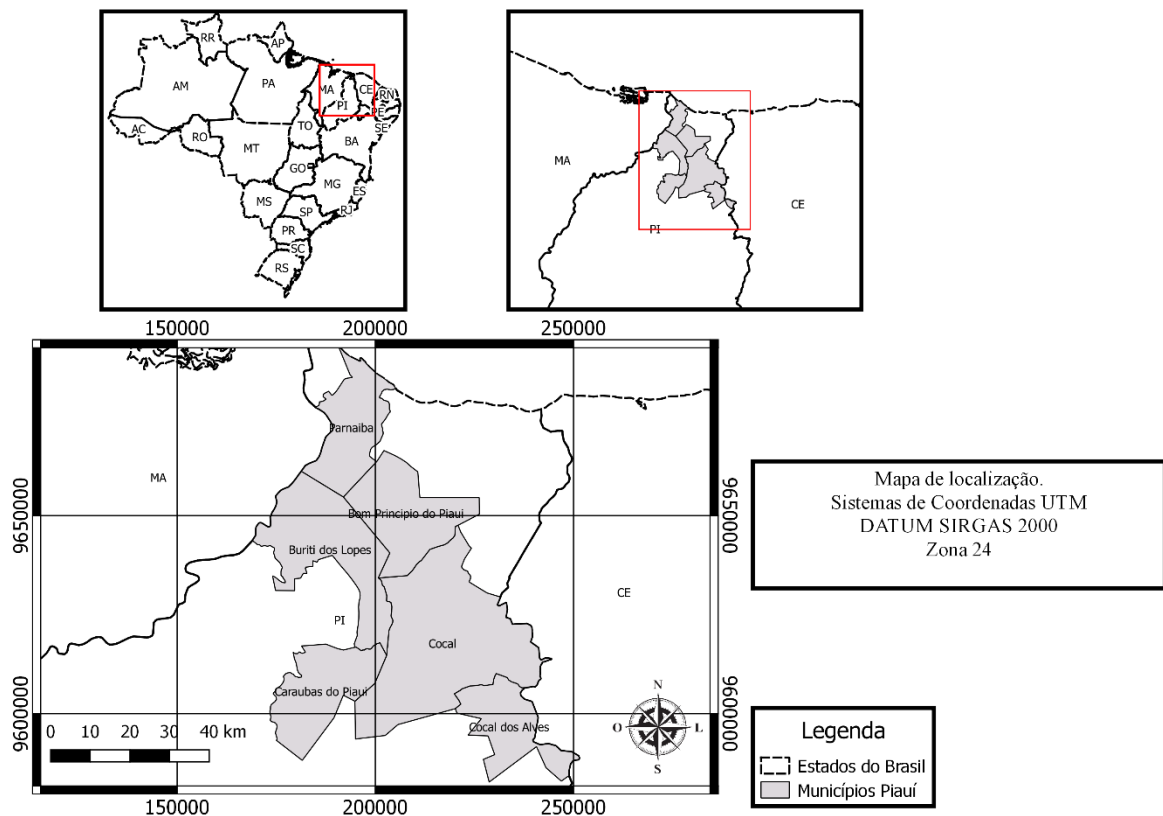
Nos últimos anos o levantamento de espécies no estado do Piauí tem se intensificado, sendo que já foram assinaladas 19 espécies de *Anastrepha*, além de *C. capitata* (MENEZES et al. 2000; OLIVEIRA; SILVA, 2015; ZUCCHI, 2008; ZUCCHI, 2012). Contudo, devido a grande extensão territorial deste estado e a presença de diferentes biomas como caatinga e cerrado, além de biomas de transição caatinga-amazônia e caatinga-cerrado, tornam necessários

mais estudos para melhor compreensão deste grupo de insetos na região. Portanto, os objetivos do trabalho foram conhecer as espécies, hospedeiros e inimigos naturais de moscas-das-frutas, bem como as relações tritróficas, índices de infestação e distribuição geográfica na região do ecótono caatinga-amazônia da planície litorânea do Piauí.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de realização da pesquisa

As coletas de frutos foram realizadas no período de janeiro de 2016 a março de 2018 em pontos das áreas urbanas e rurais de seis municípios localizados na região do ecótono Caatinga-Amazônia da Planície Litorânea do Piauí (Mapa 1). O clima destes municípios, segundo a classificação climática de Köppen, é caracterizado como As, clima tropical com estação seca no verão e temperaturas médias mensais superiores a 18 °C durante todo ano (ALVARES et al., 2013).



Mapa 1. Localização da área de levantamento de frutos na região do Ecótono Caatinga-Amazônia da Planície Litorânea do Piauí.

Fonte: OLIVEIRA, J. J. D., 2018.

2.2 Coleta de moscas-das-frutas e parasitoides

Os frutos de plantas nativas e exóticas, potenciais hospedeiros de moscas-das-frutas, foram coletados das copas das árvores e recém caídos no solo, de forma quinzenal, conforme a frutificação de cada espécie. Em seguida foram transportados ao Laboratório de Agricultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), onde foram contados, pesados, transferidos para bandejas plásticas com uma fina camada de vermiculita e cobertos com tecido voile. Após um período de 5 a 10 dias a vermiculita foi peneirada para obtenção dos pupários, que foram contados, separados por gênero em placas de Petri, onde permaneceram até a emergência dos adultos. As moscas-das-frutas e parasitoides adultos obtidos foram acondicionadas em recipientes etiquetados contendo álcool a 70% para posterior transporte ao Laboratório de Entomologia Aplicada da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) e identificação específica.

2.3 Índices de infestação

Os índices de infestação foram calculados pelas seguintes fórmulas: Índice de infestação = Número de pupários ÷ Massa do fruto (Kg) e Índice de infestação = Número de pupários ÷ Número de frutos.

2.4 Identificação taxonômica de moscas-das-frutas e parasitoides

Os exemplares adultos de moscas-das-frutas foram identificados observando-se o padrão alar, coloração do corpo e características do ápice do acúleo das fêmeas (ZUCCHI, 2000). A espécie *C. capitata* foi identificada através das características alares e das cerdas pós-oculares e escutelares (FOOTE, 1980). A identificação dos parasitoides foi realizada com base nas características das partes bucais (mandíbula e clipeo), das asas, do propódeo e na coloração (WHARTON; YODER, 2013). Todo o material identificado foi depositado no Laboratório de Entomologia Aplicada da UFERSA.

3 RESULTADOS

Durante o período estudado foram realizadas 148 amostragens, com o total de 7.269 frutos e 133 Kg. Os frutos coletados pertencem a 17 famílias botânicas e 32 espécies de plantas (Tabela 1), das quais nove espécies de quatro famílias apresentaram infestações por moscas-das-frutas. Dos frutos foram obtidos 755 exemplares adultos, sendo 85% do gênero *Anastrepha* e 15% da espécie *C. capitata*, com razão sexual 0,48 e 0,65, respectivamente. Além disso, das espécies vegetais com infestação de moscas-das-frutas foram obtidos um total de 218 exemplares de parasitoides, todos pertencentes a família Braconidae.

Tabela 1. Espécies de vegetais e número de frutos coletados no Ecótono Caatinga-Amazônia da Planície Litorânea do estado do Piauí, de janeiro de 2016 a março de 2018.

Família botânica	Espécies vegetais	Nº de frutos
Anacardiaceae	cajá (<i>Spondias mombin</i> L.)	403
	caju (<i>Anacardium occidentale</i> L.)	104
	manga (<i>Mangifera indica</i> L.)	191
	seriguela (<i>Spondias purpurea</i> L.)	490
Annonaceae	graviola (<i>Annona muricata</i> L.)	3
	ata (<i>Annona squamosa</i> L.)	8
Brassicaceae	trapiá (<i>Crateva tapia</i> L.)	28
Caricaceae	mamão (<i>Carica papaya</i> L.)	6
Combretaceae	castanhola (<i>Terminalia catappa</i> L.)	35
Euphorbiaceae	pinhão roxo (<i>Jatropha gossypifolia</i> L.)	105
Malpighiaceae	acerola (<i>Malpighia emarginata</i> L.)	3409
	murici pitanga (<i>Byrsonima ligustrifolia</i> A. Juss.)	309
Myrtaceae	goiaba (<i>Psidium guajava</i> L.)	238
	araçá (<i>Psidium guineense</i> Sw.)	171
	quebra-bucho (<i>Myrciaria</i> sp.)	320
	guabiraba (<i>Campomanesia aromatica</i> Griseb.)	463
Oxalidaceae	carambola (<i>Averrhoa carambola</i> L.)	226
Punicaceae	romã (<i>Punica granatum</i> L.)	3

Rubiaceae	marmelada (<i>Alibertia edulis</i> A. Rich)	7
	noni (<i>Morinda citrifolia</i> L.)	2
	jenipapo (<i>Genipa americana</i> L.)	6
Rutaceae	limão (<i>Citrus limon</i> L. Burmann f.)	3
	laranja (<i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck)	63
	tangerina (<i>Citrus reticulata</i> Blanco)	8
Sapotaceae	sapoti (<i>Achras zapota</i> L.)	12
	taturubá (<i>Pouteria macrophylla</i> Eyma)	74
Solanaceae	pimenta malagueta (<i>Capsicum</i>	56
	<i>frutensens</i> L.)	
	pimenta de cheiro (<i>Capsicum chinense</i>	25
	Jacq.)	
	melancia da praia (<i>Solanum</i>	14
	<i>capsicoides</i> All.)	
Passifloraceae	maracujá do mato (<i>Passiflora</i>	4
	<i>cincinnata</i> Mast.)	
Sapindaceae	pitomba (<i>Talisia esculenta</i> Radlk.)	182
Melastomataceae	puçá (<i>Mouriri elliptica</i> Mart.)	301

Fonte: OLIVEIRA, J. J. D., 2018.

Neste levantamento foram identificadas três espécies de *Anastrepha*: *Anastrepha obliqua* (Macquart), *A. sororcula* Zucchi e *A. zenildae* Zucchi. A espécie *A. obliqua* apresentou a maior quantidade de exemplares obtidos (49,2%), além de ser a mais polífaga, infestando acerola, carambola, seriguela, goiaba, manga e cajá.

A espécie *A. zenildae* foi a segunda mais polífaga, no entanto infestou apenas espécies da família Myrtaceae, em sua maioria nativas. Neste trabalho foi registrado pela primeira vez no Brasil guabiraba e quebra-bucho como hospedeiros de *A. zenildae*. Para *A. sororcula* foi observado infestações apenas em duas espécies de mirtáceas (Tabela 2), além das menores quantidades de moscas-das-frutas obtidas nos levantamentos.

Tabela 2. Hospedeiros de moscas-das-frutas do Ecótono Caatinga-Amazônia da Planície Litorânea do estado do Piauí, de janeiro de 2016 a março de 2018.

Espécie	Família	Espécie hospedeira (†)
<i>Anastrepha obliqua</i>	Anacardiaceae	cajá <i>Spondias mombin</i> L. (N) seriguela <i>Spondias purpurea</i> L. (E) manga <i>Mangifera indica</i> L. (E)

	Malpighiaceae	acerola <i>Malpighia emarginata</i> L. (E)
	Myrtaceae	goiaba <i>Psidium guajava</i> L. (N)
	Oxalidaceae	carambola <i>Averrhoa carambola</i> L. (E)
<i>Anastrepha sororcula</i>	Myrtaceae	araçá <i>Psidium guineense</i> Sw. (N)
		goiaba <i>Psidium guajava</i> L. (N)
<i>Anastrepha zenildae</i>	Myrtaceae	araçá <i>Psidium guineense</i> Sw. (N)
		goiaba <i>Psidium guajava</i> L. (N)
		guabiraba <i>Campomanesia aromatica</i> Griseb. (N)
		quebra-bucho <i>Myrciaria</i> sp. (N)
<i>Ceratitis capitata</i>	Malpighiaceae	acerola <i>Malpighia emarginata</i> L. (E)
	Anacardiaceae	seriguela <i>Spondias purpurea</i> L. (E)
		manga <i>Mangifera indica</i> L. (E)

(¹) N – Nativo; E – Exótico.

Fonte: OLIVEIRA, J. J. D., 2018.

A mosca do mediterrâneo (*C. capitata*) foi observada infestando três espécies de hospedeiros exóticos pertencentes as famílias Malpighiaceae e Anacardiaceae (Tabela 2). Estes são os primeiros registros de *C. capitata* infestando frutos de seriguela e manga no Piauí.

Das quatro espécies de tefritídeos identificadas nesse trabalho foram obtidos parasitoides. Assim, foi possível conhecer algumas relações tritróficas (fruto hospedeiro/moscas-das-frutas/parasitoides), sendo esta relação estabelecida apenas quando da amostra do fruto emergiu uma única espécie de mosca-das-frutas. Portanto, verificou-se que braconídeos estiveram associados a *A. obliqua* em manga, cajá e seriguela, além de *A. zenildae* em goiaba e *C. capitata* em acerola.

Com relação aos índices de infestação verificou-se que entre os hospedeiros de *Anastrepha*, cajá, acerola e goiaba apresentaram as maiores infestações, com 294,27, 41,20 e 32,43 pupários/Kg, respectivamente (Tabela 3). Por outro lado, as menores infestações de *Anastrepha* foram observados em manga (5,09 pupários/Kg) e quebra-bucho (5,28 pupários/kg).

Diferente do que ocorreu em *Anastrepha*, a maior infestação de *C. capitata* foi verificada em Seriguela com 50,23 pupários/Kg e a menor em acerola com 4,52 pupários/Kg (Tabela 3).

Tabela 3. Índices de infestação de moscas-das-frutas do Ecótono Caatinga-Amazônia na Planície Litorânea do Piauí, de janeiro de 2016 a março de 2018.

Hospedeiros	Amostras infestadas (n°)		Pupários obtidos (n°)		Índices de infestação			
					Pupários/fruto		Pupários/Kg	
	<i>Anastrepha</i>	<i>C. capitata</i>	<i>Anastrepha</i>	<i>C. capitata</i>	<i>Anastrepha</i>	<i>C. capitata</i>	<i>Anastrepha</i>	<i>C. capitata</i>
Anacardiaceae								
Cajá (<i>S. mombin</i>)	1	-	1371	-	4,68	-	294,27	-
Manga (<i>M. indica</i>)	10	1	92	10	1,61	3,33	5,09	8,39
Seriguela (<i>S. purpurea</i>)	5	3	64	111	0,26	0,53	24,15	50,23
Malpighiaceae								
Acerola (<i>M. emarginata</i>)	8	6	503	55	0,25	0,03	41,2	4,52
Myrtaceae								
Goiaba (<i>P. guajava</i>)	5	-	328	-	1,94	-	32,43	-
Araçá (<i>P. guineense</i>)	2	-	12	-	0,07	-	8,94	-
Quebra-bucho (<i>Myrciaria</i> sp.)	1	-	19	-	0,06	-	5,28	-
Guabiraba (<i>C. aromatica</i>)	1	-	4	-	0,01	-	10,2	-
Oxalidaceae								
Carambola (<i>A. carambola</i>)	3	-	51	-	0,39	-	14,38	-

Fonte: OLIVEIRA, J. J. D., 2018.

Sobre a distribuição geográfica, observou-se que entre os municípios que houveram coleta de frutos, apenas um (1) não foi constatado a presença de moscas-das-frutas nos levantamentos, os demais obtiveram pelo menos uma espécie de moscas-das-frutas associadas a um tipo de hospedeiro. Na maioria destes municípios as espécies de *Anastrepha* predominaram em relação a *C. capitata*, com destaque para Caraúbas do Piauí e Cocal, que apresentaram a maior diversidade de hospedeiros infestados. No entanto, vale destacar que *C. capitata* foi encontrada em 50% dos municípios deste levantamento (Tabela 4). Com relação ao parasitoides, verificou-se que os braconídeos foram detectados nos municípios de Caraúbas do Piauí, Cocal e Parnaíba.

Tabela 4. Distribuição geográfica de moscas-das-frutas e seus parasitoides do Ecótono Caatinga-Amazônia da Planície Litorânea (PI), no período de janeiro de 2016 a março de 2018.

Município	Frutífera	Moscas-das-frutas	Parasitoides
Bom Princípio do Piauí	Acerola (<i>M. emarginata</i>)	<i>C. capitata</i>	-
Caraúbas do Piauí	Acerola (<i>M. emarginata</i>)	<i>A. obliqua</i>	-
	Araçá (<i>P. guineense</i>)	<i>A. zenildae</i>	-
		<i>A. sororcula</i>	
	Cajá (<i>S. mombin</i>)	<i>A. obliqua</i>	Braconidae
	Goiaba (<i>P. guajava</i>)	<i>A. zenildae</i>	Braconidae
	Guabiraba (<i>C. aromatica</i>)	<i>A. zenildae</i>	-
	Quebra-bucho (<i>Myrciaria</i> sp.)	<i>A. zenildae</i>	-
Seriguela (<i>S. purpurea</i>)	<i>A. obliqua</i>	Braconidae	
Cocal	Carambola (<i>A. carambola</i>)	<i>A. obliqua</i>	-
	Goiaba (<i>P. guajava</i>)	<i>A. zenildae</i>	Braconidae
		<i>A. sororcula</i>	
		<i>A. obliqua</i>	
	Manga (<i>M. indica</i>)	<i>A. obliqua</i>	Braconidae
	<i>C. capitata</i>		
	Seriguela (<i>S. purpurea</i>)	<i>A. obliqua</i>	-
		<i>C. capitata</i>	
Cocal dos Alves	Acerola (<i>M. emarginata</i>)	<i>A. obliqua</i>	-
	Carambola (<i>A. carambola</i>)	<i>A. obliqua</i>	-
Parnaíba	Acerola (<i>M. emarginata</i>)	<i>A. obliqua</i>	Braconidae
		<i>C. capitata</i>	

Fonte: OLIVEIRA, J. J. D., 2018.

4 DISCUSSÃO

4.1 Espécies, hospedeiros e parasitoides

As espécies de moscas-das-frutas encontradas neste trabalho (*A. obliqua*, *A. sororcula*, *A. zenildae* e *C. capitata*) já haviam sido relatadas em levantamentos anteriores no estado do

Piauí (FEITOSA et al., 2007; MENEZES et al., 2000; ZUCCHI, 2008). Estes tefritídeos estão listados entre os mais importantes do Brasil do ponto de vista econômico (ZUCCHI, 2000), com destaque para *A. obliqua* e *C. capitata* que são espécies quarentenárias para países que importam frutas brasileiras.

No Piauí já foram identificadas 19 espécies de moscas-das-frutas, no entanto a baixa diversidade encontrada no presente trabalho pode ter sido influenciada pelas condições bioecológicas regionais, pois boa parte das área do levantamento se encontra em região de caatinga caracterizado por baixo índice pluviométrico e pouca disponibilidade de frutos hospedeiros de moscas-das-frutas, provavelmente fazendo com que espécies mais adaptadas a estas condições como *A. zenildae* e *A. sororcula*, além das generalistas *A. obliqua* e *C. capitata* fossem detectadas de forma generalizada. No semiárido do estado do Rio Grande do Norte, Araujo et al. (2005) destacaram que a menor riqueza das espécies de moscas-das-frutas encontrada em seu trabalho pode estar associada a baixa diversidade de hospedeiros na região, que possui como vegetação predominante a caatinga.

Das frutíferas hospedeiras, cajá, seriguela, araçá, carambola e manga estão restritas a produções domésticas amplamente distribuídas na região, no entanto guabiraba e quebra-bucho fazem parte da vegetação nativa na planície litorânea. Acerola e goiaba além de serem encontradas em produções domésticas em toda região, também são produzidas comercialmente, principalmente no município de Parnaíba.

A espécie *A. obliqua* foi observada infestando principalmente frutos de Anacardiaceae nesta pesquisa, corroborando com outros trabalhos realizados no Brasil (ALVARENGA et al., 2010; ARAUJO et al., 2005; ARAÚJO et al., 2014). *A. zenildae* e *A. sororcula* infestam no Brasil em sua maioria hospedeiros da família Myrtaceae (ZUCCHI, 2008; ZUCCHI, 2012), sendo que neste trabalho foi encontrado infestações apenas nesta família. Vale salientar que as mirtáceas nativas *Myrciaria* sp. e *Campomanesia aromática* foram relatados neste trabalho pela primeira vez como hospedeiros de *A. zenildae*. Estas frutíferas são comuns na mata nativa da região, sendo utilizada principalmente para consumo *in natura*.

Foi observada infestação de *C. capitata* apenas em hospedeiros exóticos (acerola, seriguela e manga). São conhecidos 93 espécies de hospedeiros nativos e exóticos apenas no Brasil da mosca do mediterrâneo, no entanto a preferência por hospedeiros exóticos tem sido amplamente registrada (ARAUJO et al., 2005; ALVARENGA et al., 2009; BARRETO, 2010; ZUCCHI, 2012).

A família de parasitoide encontrada neste estudo (Braconidae) é uma das mais comuns e mais importantes do Brasil (ARAUJO et al., 2015; NUNES et al., 2012; SILVA et al., 2010;

TAIRA et al., 2013). Segundo OVRUSKI et al. (2000) e OVRUSKI et al. (2006) os braconídeos também tem sido encontrados em outros países da América Latina parasitando *C. capitata* e *Anastrepha*. Neste trabalho foi verificada a associação de braconídeos com três espécies de moscas-das-frutas (*A. obliqua*, *A. zenildae* e *C. capitata*), sendo o maior número de interações tritróficas com as espécies de *Anastrepha* (manga, cajá, seriguela e goiaba) do que com *C. capitata* (acerola). Espécies da família Braconidae já foram detectadas no Piauí (ARAÚJO et al., 2014; BARRETO, 2010; GOMES NETO et al., 2016), no entanto este é o primeiro relato da interações tritróficas de braconídeos parasitando *A. obliqua* em manga e seriguela, *A. zenildae* em goiaba e *C. capitata* em acerola.

4.2 Índices de infestação e distribuição geográfica

Os maiores índices de infestação de *Anastrepha* foram observados em acerola, cajá e goiaba, com destaque para frutos de cajazeira com 294,27 pupários de *A. obliqua* por quilograma. Em várias regiões do Brasil *A. obliqua* infesta intensamente frutos de cajazeira. Gomes Neto et al. (2016) em coletas de frutos de cajazeira no município de Teresina observaram elevada infestação de *A. obliqua* (183,88 pupários/Kg). No Acre, Thomazini e Albuquerque (2009) também observaram que frutos de cajá possuíam alta infestação por *A. obliqua* (195 pupários/Kg). No Amapá, *A. obliqua* representou boa parte das moscas-das-frutas encontradas em frutos de cajá (LEMOS et al., 2017). As frutíferas de acerola e goiaba possui grande importância econômica para região da planície litorânea, sendo que com exceção da espécie *A. obliqua*, as espécies *C. capitata*, *A. zenildae* e *A. sororcula* já haviam sido relatadas para goiaba e *C. capitata* para acerola (BARRETO, 2010).

Os frutos de manga e quebra-bucho apresentaram as menores infestação por *A. obliqua* e *A. zenildae* neste estudo, respectivamente. A principal espécie associada a manga no Brasil é *A. obliqua*, sendo comumente registrada em diferentes estados brasileiros (BITTENCOURT et al., 2012; BOMFIM et al., 2007; FERREIRA et al., 2003). Neste trabalho também foram verificadas infestações de *C. capitata* em manga. Araujo et al. (2005) e Souza et al. (2008) relataram infestações de frutos de manga apenas por *C. capitata*. As maiores infestações da mosca do mediterrâneo foram verificadas em seriguela, no entanto este hospedeiro não é cultivado comercialmente na região, corroborando com os dados de Araujo et al. (2005) que registrou seriguela entre os principais hospedeiros de *C. capitata*, com 34,2 pupários/Kg. Infestações em seriguela também foram observadas no norte do estado de Minas Gerais, porém inferiores aos encontrados neste levantamento (ALVARENGA et al., 2009).

Com relação a distribuição geográfica de moscas-das-frutas verificou-se que *A. obliqua* foi detectada no maior número de municípios, seguido por *C. capitata*. Estas espécies se encontram amplamente distribuídas em todo território brasileiro e infestam diversas espécies de hospedeiros (ZUCCHI, 2008; ZUCCHI, 2012). As espécies *A. zenildae* e *A. obliqua* foram detectadas apenas nos municípios de Cocal e Caraúbas do Piauí associadas unicamente a hospedeiros nativos.

Os braconídeos já haviam sido relatados no município de Parnaíba (BARRETO, 2010), no entanto este trabalho amplia o conhecimento da distribuição geográfica para os municípios de Cocal e Caraúbas do Piauí da Planície Litorânea.

5 CONCLUSÕES

As espécies detectadas nos levantamentos de frutos foram: *A. obliqua*, *A. sororcula*, *A. zenildae* e *C. capitata*.

A espécie *A. obliqua* foi a mais predominante, polífaga e se encontra amplamente distribuída nos municípios da Planície Litorânea do Piauí.

Foram registrados pela primeira vez no Brasil as frutíferas guabiraba (*C. aromática*) e quebra-bucho (*Myrciaria* sp.) como hospedeiros de *A. zenildae*.

Foram obtidos apenas parasitoides da família Braconidae nas moscas-das-frutas encontradas neste trabalho.

As seguintes relações tritróficas foram observadas: braconídeos com *A. obliqua* em frutos de manga, cajá e seriguela, além de braconídeos com *A. zenildae* em frutos de goiaba e *C. capitata* em acerola.

Entre os hospedeiros de *Anastrepha*, cajá, acerola e goiaba apresentaram as maiores infestações.

As maiores infestações de *C. capitata* foram observadas em Seriguela (50,23 pupários/Kg).

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, C. D.; ALVES, D. A.; SILVA, M. A.; LOPES, E. N.; LOPES, G. N. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares da área urbana no norte de Minas Gerais. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 2, p. 25-31, 2010.

ALVARENGA, C. D.; MATRANGOLO, C. A. R.; LOPES, G. N.; SILVA, M. A.; LOPES, E. N.; ALVES, D. A.; NASCIMENTO, A. S.; ZUCCHI, R. A. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e seus parasitóides em plantas hospedeiras de três municípios do norte do estado de Minas Gerais. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 2, p.195-204, 2009.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇASVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

ARAÚJO, A. A. R.; SILVA, P. R. M.; SILVA, R. B. Q.; SOUSA, E. P. S.; SOARES, L. L. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associadas às frutíferas nativas de *Spondias* spp. (Anacardiaceae) e *Ximenia americana* L. (Olacaceae) e seus parasitoides no estado do Piauí, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 1739-1750, 2014.

ARAUJO, E. L.; FERNANDES, E. C.; SILVA, R. I. R.; FERREIRA, A. D. C. L.; COSTA, V. A. Parasitoides (Hymenoptera) de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no semiárido do estado do Ceará, Brasil. **Revista brasileira de fruticultura**, Jaboticabal, v.37, n. 3, p. 610-616, 2015.

ARAUJO, E.L.; MEDEIROS, M.K.M.; SILVA, V.E.; ZUCCHI, R.A. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no Semi-árido do Rio Grande do Norte: plantas hospedeiras e índices de infestação. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.34, n.6, p.889-894, 2005.

ARAUJO, E. L.; ZUCCHI, R. A. Parasitoides (Hymenoptera: Braconidae) de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na região de Mossoró/Assú, Estado do Rio Grande do Norte. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 69, n. 02, p. 65-68, 2002.

BARRETO, N. T. R. **Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e seus parasitóides em goiaba e acerola nos tabuleiros litorâneos, Parnaíba, Piauí, Brasil** 2010. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Piauí, Teresina.

BITTENCOURT, M. A. L.; SANTOS, O. O.; BRITO, E. A.; ARAUJO, E. L.; MARINHO, C. F. Parasitóides (Braconidae) associados à *Anastrepha* (Tephritidae) em frutos hospedeiros do Litoral Sul da Bahia. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 4, p. 811-815, 2012.

BOMFIM, D. A.; UCHÔA-FERNANDES, M. A.; BRAGANÇA, M. A. L. Hosts and Parasitoids of Fruit Flies (Diptera: Tephritoidea) in the State of Tocantins, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 6, p. 984-986, 2007.

DUARTE, A.L.; MALAVASI, A. Tratamentos quarentenários. p. 187-192. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas de Importância econômica no Brasil**: Conhecimento básico e aplicado. Ribeirão preto: Holos Editora, 327 p. 2000.

FEITOSA, S.S.; SILVA, P.R.R; PÁDUA, L.E.M.; SOUSA, M.P.S.; PASSOS, E.P.; SOARES, A.A.R.A. Primeiro registro de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em carambola nos municípios de Teresina, Altos e Parnaíba no estado do Piauí. **Semina - Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 4, p. 629-634, 2007.

FERREIRA, H. J.; VELOSO, V. R. S.; NAVES, R. V.; FILHO, J. R. B. Infestação de moscas-das-frutas em variedades de manga (*Mangifera indica* L.) no estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 33, n. 1, p. 43-48, 2003.

FOOTE, R.H. **Fruit fly genera in the south of the United States**. Washington: USD, 1980. 79p. U.S.D.A., Science and Education Administration, Technical Bulletin 1600.

GOMES NETO, A. V.; FRAZÃO, C. A. V.; SILVA, J. D. C.; FRANÇA, S. M.; RAMOS, J. E. R.; SILVA, P. R. R. Moscas-das-frutas e seus parasitoides em cajazeira no município de Teresina – PI. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 59, n. 4, p. 413-416, 2016.

JANG, E. B.; ENKERLIN, W.; MILLER, C. E.; REYES-FLORES, J. Trapping Related to Phytosanitary Status and Trade. In: SHELLY, T.; EPSKY, N.; JANG, E. B.; REYES-FLORES,

J.; VARGAS, R. (Eds.). **Trapping and the Detection, Control, and Regulation of Tephritid Fruit Flies**. The Netherlands: Springer, p. 589-608. 2014.

LEMOS, L. N.; DEUS, E. G.; NASCIMENTO, D. B.; JESUS-BARROS, C. R.; COSTA-NETO, S. V.; ADAIME, R. Species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae), Their Host Plants, and Parasitoids in Small Fruit Production Areas in the State of Amapá, Brazil. **Florida Entomologist**, Florida, v. 100, n.2, p.402-410, 2017.

MALAVASI, A. Introductory Remarks. In: SHELLY, T.; EPSKY, N.; JANG, E. B.; REYES-FLORES, J.; VARGAS, R. (Eds.). **Trapping and the Detection, Control, and Regulation of Tephritid Fruit Flies**. The Netherlands: Springer, p. ix–x. 2014.

MENEZES, R. V. S.; NUNES, E. M.; BRANCO, R. S. C.; ZUCCHI, R. A. Piauí. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, p.213-215, 2000.

NUNES, A. M.; MÜLLER, F. A.; GONCALVEZ, R. S.; GARCIA, M. S.; COSTA, V. A.; NAVA, D. E. Moscas frugívoras e seus parasitoides nos municípios de Pelotas e Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.1, p.6- 12, 2012.

OLIVEIRA, A. M.; SILVA M. A. Investigação sobre a interação tritrófica: moscas-das-frutas, parasitoides e hospedeiros nativos do cerrado. In: SANTOS, F. A. (Ed.) **Livro de Resumo: XIV Seminário de Iniciação Científica**. Teresina: UESPI, v. 1, n. 1, 2015.

OVRUSKI, S. M.; ALUJA, M.; SIVINSKI, J.; WHARTON, R. Hymenopteran parasitoids on fruit infesting Tephritidae (Diptera) in Latin America and the southern United State: diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control. **Integrated Pest Management Reviews**, v. 5, p. 81-107, 2000.

OVRUSKI, S. M.; OROÑO, L. E.; NÚÑES-CAMPERO, S.; SCHLISERMAN, P.; ALBORNOZ-MEDINA, L.; BEZDJIAN, L. P.; VAN NIEUWENHOVE, G. A.; MARTIN, C. B. A review of hymenopterous parasitoid guilds attacking *Anastrepha* spp. and *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) in Argentina: **7th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance**. Salvador: 2006. 113-125p.

SILVA, J.G.; DUTRA, V.S.; SANTOS, M.S.; SILVA, N.M.; VIDAL, D.B.; NINK, R.A.; GUIMARÃES, J.A.; ARAUJO, E.L. Diversity of *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) and associated braconid parasitoids from native and exotic hosts in southeastern Bahia, Brazil. **Environmental Entomology**, Annapolis, v.39, n.5, p.1457-1465, 2010.

SOUZA, A.J.B.; LIMA, M.G.A.; GUIMARÃES, J.A.; FIGUEIREDO, A.E.Q. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associadas às plantas hospedeiras do pomar do campus do Pici da Universidade Federal do Ceará. **Arquivo Instituto Biológico**, São Paulo, v.75, n.1, p.21-27, 2008.

TAIRA, T.L.; ABOT, A.R.; NICÁCIO, J.; UCHÔA, M.A.; RODRIGUES, S.R.; GUIMARÃES, J.A. Fruit flies (Diptera, Tephritidae) and their parasitoids on cultivated and wild hosts in the Cerrado-Pantanal ecotone in Mato Grosso do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v.57, n.3, p.300–308, 2013.

THOMAZINI, M. J.; ALBUQUERQUE, E. S. Parasitóides (Hymenoptera: Braconidae) de *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) no estado do Acre. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 1, p. 245-248, 2009.

UCHÔA, M. A. Fruit flies (Diptera: Tephritoidea): biology, host plants, natural enemies, and the implications to their natural control. In: LARRAMENDY, M. L.; SOLONESKI, S. (eds) **Integrated Pest Management and Pest Control: Current and Future Tactics**. In Tech, Rijeka, Croatia. p. 271–300, 2012.

WHARTON, R. A.; YODER, M. J. **Parasitoids of fruit-Infesting Tephritidae**. Disponível em: <<http://paroffit.org>>. Acesso em: 26 jul. 2018.

ZUCCHI, R. A. Taxonomia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, p.13-24, 2000.

ZUCCHI, R. A. 2008. **Fruit flies in Brazil** - *Anastrepha* species their host plants and parasitoids. Disponível em: <www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/>, updated on May 16, 2018. Acesso em: 26 jul. 2018.

ZUCCHI, R. A. 2012. **Fruit flies in Brazil** - Hosts and parasitoids of the Mediterranean fruit fly. Disponível em: <www.lea.esalq.usp.br/ceratitis/>, updated on January 18, 2018. Acesso em: 26 jul. 2018.