

PAULO ROBERTO PEREIRA DE FRANÇA

**FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE MOSCAS-DAS-FRUTAS (Diptera:
Tephritidae) EM POMARES COMERCIAIS DE MANGUEIRA E
VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE ÁREA DE BAIXA
PREVALÊNCIA EM PETROLINA, PE**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação do
Mestrado Profissional em Defesa
Sanitária Vegetal, para obtenção do
título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2016

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

F814f
2016

França, Paulo Roberto Pereira, 1953-
Flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera
Tephritidae) em pomares comerciais de mangueira e
viabilidade de implantação de área de baixa prevalência em
Petrolina, PE / Paulo Roberto Pereira França. - Belo
Horizonte, MG, 2016.
xii, 50f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador : Regina Lúcia Sugayama.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.
Referências bibliográficas: f.43-50.

1. Manga - Cultivo. 2. *Mangifera indica*. 3. Moscas-
da-frutas - Controle. 4. Moscas-da-frutas - Dinâmica
de populações. 5. Fitossanidade. 6. Fitopatologia.
7. *Ceratitis capitata*. 8. *Anastrepha*. I. Universidade Federal
de Viçosa. Outros órgãos. Programa de Pós-graduação em
Defesa Sanitária Vegetal. II. Título.

CDD 22. ed. 634.44

PAULO ROBERTO PEREIRA DE FRANÇA

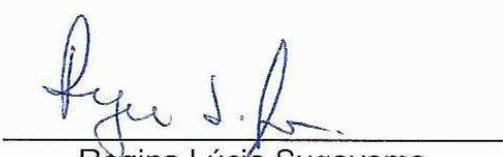
**FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE MOSCAS-DAS-FRUTAS (Diptera:
Tephritidae) EM POMARES COMERCIAIS DE MANGUEIRA E
VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE ÁREA DE BAIXA
PREVALÊNCIA EM PETROLINA, PE**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação do
Mestrado Profissional em Defesa
Sanitária Vegetal, para obtenção do
título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 29 de março de 2016.


Jair Fernandes Virginio


Sílvia Helena Galvão de Miranda


Regina Lúcia Sugayama
(Orientadora)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela bênção da vida.

À minha querida mãe Ivete Pereira de França e ao meu pai Eduardo Soares de França (*in memoriam*), pela minha existência e pelo amor incondicional.

À minha irmã Sônia Regina Pereira de França (*in memoriam*), pelo incentivo no início do curso; e às minhas sobrinhas Suene Regina Pereira e Manuela Regina Pereira, pelo apoio familiar.

Ao meu irmão Marcos José França e à sua esposa Suzana França, ao meu sobrinho Marcos Roberto França e às minhas sobrinhas Henriete França e Marriette França, pelo amor crescente.

À minha esposa Roseta Lippo de França e aos meus filhos Thiago José Lippo de França e Paulo Eduardo Lippo de França e as respectivas esposas Mariana Lippo e Laís Lippo, pela vida compartilhada e pelo apoio em todas as horas, superando as dificuldades durante as minhas ausências nas viagens a Viçosa, MG, e a Petrolina, PE.

Às minhas netinhas Alice Lippo e Eduarda Lippo, pela alegria de viver.

Ao meu sogro Francesco Lippo (*in memoriam*) e à minha sogra Filomena Lagioia, pelo carinho e amor constantes.

À Agência de Defesa e Fiscalização Agropecuária do Estado de Pernambuco (ADAGRO), na pessoa de sua Gerente Geral Erivânia Camelo

e de sua Gerente de Defesa e Inspeção Vegetal Raquel Miranda, pela minha liberação e pelo apoio à realização deste curso.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de participar do Curso.

À Biofábrica Moscamed Brasil, em nome de seu diretor-presidente Dr. Jair Fernandes Virginio, pelo fornecimento dos dados para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos Técnicos da Moscamed Erivaldo Alves e Fabrício Almeida, pelas coletas de informações para o aprimoramento desta dissertação.

A todos os fiscais agropecuários e aos meus amigos e colegas de trabalho da Unidade Estadual de Defesa Vegetal – ADAGRO/UEDV, pelas valiosas contribuições técnicas durante o desenvolvimento dos trabalhos, sem as quais sua realização não teria sido possível.

Aos Técnicos Agrícolas e estagiários da ADAGRO /UEDV, pela grande participação nas tabulações dos dados.

À Dra. Regina Sugayama, pela paciência, pelo apoio e ensinamento e pela orientação, sem a qual este trabalho não teria sido possível.

À Dra. Suzana Alencar Freire Dantas, pela coorientação e pelo apoio durante o desenvolvimento desta pesquisa.

A todos os professores do Mestrado da UFV, pelos ensinamentos e pelo interesse na Defesa Vegetal, em especial ao coordenador do curso, Professor Angelo Pallini Filho.

A todos os funcionários da Coordenação do Mestrado, pelo apoio.

Aos meus colegas do Mestrado, pela convivência e amizade.

A todas as pessoas que, de alguma maneira, contribuíram para o desenvolvimento desta Dissertação.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Moscas-das-frutas.....	4
2.2. Flutuação e dinâmica populacional.....	7
2.3. Plantas hospedeiras.....	10
2.4. Área de Baixa Prevalência de Pragas – ABPP	11
2.4.1. Planos operativos para as Áreas de Baixa Prevalência de Pragas (ABPP)	13
2.4.2. Determinação de níveis especificados da praga em uma Área de Baixa Prevalência de Pragas (ABPP)	14
2.5. Sistema de Mitigação de Risco (SMR).....	14
3. OBJETIVOS	16
3.1. Objetivo geral	16
3.2. Objetivo específico.....	16

	Página
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4.1. Região do estudo.....	17
4.2. Análise da flutuação populacional de moscas-das-frutas de 2009 a 2014.....	19
4.3. Estudo do estabelecimento da Área de Baixa Prevalência de Pragas (ABPP) no Vale do São Francisco, PE.....	23
4.4. Dados meteorológicos	24
4.5. Análise estatística	24
5. RESULTADOS.....	25
5.1. Monitoramento das moscas-das-frutas no município de Petrolina, no período de 2009 a 2014.....	25
5.2. Flutuação populacional das moscas-das-frutas, <i>Ceratitis capitata</i> , no período de 2009 a 2014	27
5.3. Efeito dos fatores abióticos na flutuação populacional de <i>Ceratitis capitata</i>	30
5.4. Viabilidade de estabelecimento de área de baixa prevalência de moscas-das-frutas em Petrolina, PE	32
6. DISCUSSÃO	36
7. CONCLUSÕES.....	42
REFERÊNCIAS	43

LISTA DE TABELAS

	Página
1. Características dos pomares monitorados e números de armadilhas instaladas	21
2. Número de adultos de moscas-das-frutas capturados nos Projetos de Irrigação Senador Nilo Coelho, Maria Tereza e Bebedouro, em Petrolina, PE, no período de 2009 a 2014	26
3. Frequência, prevalência e constância de adultos de <i>Ceratitis capitata</i> e <i>Anastrepha</i> spp. em Petrolina, PE, no período de 2009 a 2014.....	26
4. Análise de correlação de Pearson entre os fatores abióticos (temperatura, precipitação e umidade relativa do ar) com a densidade média mensal de <i>C. capitata</i> capturada em armadilhas em pomares de manga, durante o período de janeiro de 2009 a dezembro de 2014, no município de Petrolina, PE.....	30
5. Porcentagem de propriedades localizadas nos perímetros irrigados de Petrolina, PE, que apresentaram índices MAD abaixo do limite para exportação no período de 2009 a 2014 (N = 44 pomares comerciais de manga).....	32

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Ciclo de vida das moscas-das-frutas	6
2. Localização de Pernambuco no Brasil	18
3. Localização do município de Petrolina, Estado de Pernambuco ..	18
4. Climograma do município de Petrolina no ano de 2014.....	19
5. Localização das 44 propriedades cultivadas com manga nos perímetros irrigados, no município de Petrolina, PE.....	20
6. Armadilha Jackson.....	20
7. Armadilha Mcphail	20
8. Prevalência de moscas-das-frutas, <i>Ceratitis capitata</i> (Diptera: Tephritidae) em armadilhas Jackson e Macphail em pomares comerciais de manga, no período de janeiro de 2009 (mês 1) a dezembro de 2014 (mês 72), no município de Petrolina, PE.....	27
9. Índice MAD médio mensal das capturas de <i>Ceratitis capitata</i> (Diptera: Tephritidae) em armadilhas Jackson e Macphail em pomares comerciais de manga, no período de janeiro de 2009 (mês 1) a dezembro de 2014 (mês 72), no município de Petrolina, PE.....	27
10. MAD médio de <i>Ceratitis capitata</i> capturada durante o período de janeiro de 2009 a dezembro de 2014, em pomares de manga no município de Petrolina, PE	28

	Página
11 – Variação sazonal dos fatores abióticos (temperatura, precipitação e umidade do ar) de moscas-das-frutas <i>Ceratitis capitata</i> capturadas em pomares de manga, no período de janeiro de 2009 a dezembro de 2014, no município de Petrolina, PE.....	31
12. MAD médio no ano 2009, em 44 propriedades cultivadas com manga no município de Petrolina, PE.....	33
13. MAD médio no ano 2010, em 44 propriedades cultivadas com manga no município de Petrolina, PE.....	33
14. MAD médio no ano 2011, em 44 propriedades cultivadas com manga no município de Petrolina, PE.....	34
15. MAD médio em 44 propriedades cultivadas com manga em 2012, no município de Petrolina, PE.....	34
16. MAD médio em 44 propriedades cultivadas com manga em 2013, no município de Petrolina, PE.....	35
17. MAD médio em 44 propriedades cultivadas com manga em 2014, no município de Petrolina, PE.....	35

RESUMO

FRANÇA, Paulo Roberto Pereira de, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2016. **Flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares comerciais de mangueira e viabilidade de implantação de área de baixa prevalência em Petrolina, PE.** Orientadora: Regina Lúcia Sugayama. Coorientadora: Suzana Alencar Freire Dantas.

O Brasil está entre os maiores produtores de frutas do mundo, ocupando a terceira posição no *ranking*, com produção anual de 40 milhões de toneladas. O Vale de São Francisco manteve em 2014 o patamar de 85% das exportações brasileiras de manga. Entre as frutas, a manga apresenta produção nacional ascendente, com quase 1,2 milhão de toneladas em 2014. Entre os obstáculos, a maior participação do setor no mercado internacional está nos aspectos fitossanitários, principalmente as moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae). O objetivo deste trabalho foi analisar a flutuação populacional de moscas-das-frutas em pomares comerciais de mangueira, bem como estudar a influência dos fatores abióticos na flutuação populacional. A partir dos resultados, discute-se a viabilidade de ampliação do número de propriedades aptas a exportar mangas *in natura* para países que exigem que os frutos sejam oriundos de Áreas de Baixa Prevalência de Pragas (ABPP). O estudo foi desenvolvido a partir de dados coletados de 2009 a 2014 em 44 pomares comerciais de manga localizados nos Projetos

de Irrigação Senador Nilo Coelho, Maria Tereza e Bebedouro, em Petrolina, PE. A espécie exótica *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) foi detectada em todos os pomares estudados, e os dados sugerem que ela tenha deslocado as espécies nativas do gênero *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). A população apresentou níveis elevados em todas as áreas monitoradas, principalmente de outubro a janeiro, em todos os períodos estudados. A temperatura e a umidade relativa influenciaram fortemente a captura de insetos adultos, em que a temperatura apresentou correlação positiva e a umidade, correlação negativa. A população de *C. capitata* esteve em níveis acima do admitido para implantação de ABPP, de forma que o aumento de exportações de manga para mercados mais exigentes dependerá grandemente da execução de um programa para supressão da população.

ABSTRACT

FRANÇA, Paulo Roberto Pereira, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2016. **Population fluctuation of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in commercial mango orchards and feasibility of implementation of areas of low pest prevalence in Petrolina, PE.** Adviser: Regina Lúcia Sugayama. Co-Adviser: Suzana Alencar Freire Dantas.

Brazil is a major fruit grower worldwide, occupying the third position and harvesting 40×10^6 ton. In 2014, Sao Francisco Valley responded for 85% of mango exports of the country. Mango production is going through a period of increase in production and approximately 1.2 million tons were harvested in 2014. Phytosanitary measures are major constraints to export, mainly those established to avoid the entry of fruit flies (Diptera: Tephritidae). This work aimed to analyse the population fluctuation of fruit flies in commercial mango orchards, as well as study the influence of abiotic factors in population density. The feasibility of increasing the number of properties certified according to international standards of areas of low pest prevalence (ALPP) is discussed, as this is a measure established by several international markets. Data gathered from 2009 to 2014 for 44 commercial orchards in the districts Senador Nilo Coelho, Maria Tereza, and Bebedouro, in Petrolina, PE, were used. The exotic species *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) was detected in all orchards and data suggest that it may have

displaced the native species of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). Population density was high in all considered areas, mainly from October to January. Temperature and relative humidity had significant impact on population density, the former showing a positive correlation and the later, a negative one. *C. capitata* population was higher than the threshold implementation in standards for LPPA so that the increase of mango exports for more restrictive countries will largely depend on the conduction of a suppression program.

1. INTRODUÇÃO

A fruticultura é um segmento estratégico para o agronegócio no Brasil, que está entre os maiores produtores de frutas do mundo, ocupando a terceira posição no *ranking*, com produção anual de 40 milhões de toneladas, atrás apenas da China e da Índia (ANUÁRIO DA FRUTICULTURA, 2014).

A produção colhida em 2013 foi de 41,6 milhões de toneladas (IBGE, 2014). Em virtude da estabilidade da economia brasileira, em 2012 o consumo *per capita* de frutas chegou a 70,84 quilos/habitante/ano, em um total de aproximadamente 13,7 milhões de toneladas (ANUÁRIO DA FRUTICULTURA, 2013).

A fruticultura desempenha grande importância social, pois gera empregos e melhora a qualidade de vida dos consumidores (DANTAS et al., 2009). O setor emprega 5,6 milhões de pessoas, o que equivale a 27% da mão de obra agrícola. Oferece oportunidade para dois a cinco postos de trabalho na cadeia produtiva por hectare cultivado (ALMEIDA, 2008).

A produção de frutas ocorre em todas as regiões do país, mas predomina nas áreas de climas tropical e subtropical, onde a presença de moscas-das-frutas representa um dos principais entraves para a expansão da atividade frutícola (FIORAVANCO; PAIVA, 2002). As perspectivas para o setor são otimistas, portanto é necessário que se desenvolvam estratégias

para controle das pragas que comprometem a produção e, ou, as exportações (BISOGNIN et al., 2013).

A implantação dos perímetros irrigados no Nordeste brasileiro propiciou a expansão da fruticultura tropical nessa região, onde o submédio do Vale do São Francisco, o maior polo de desenvolvimento da agricultura irrigada do país, assume a liderança em qualidade, produção, área cultivada e oferta para o mercado norte-americano, altamente exigente quanto ao aspecto fitossanitário (HAJI; MIRANDA, 2000).

O Vale do São Francisco foi responsável em 2014 por cerca de 85% do volume da manga exportada pelo Brasil (ANUÁRIO DA FRUTICULTURA, 2015). Entre as frutas, a manga apresenta produção nacional ascendente, com produção de 1.132.449 toneladas (IBGE, 2014). É importante ressaltar a participação do estado de Pernambuco/Vale do São Francisco com grande produção dessa fruta, aproximadamente 199.433 toneladas em 2014, ficando atrás somente do Estado da Bahia (IBGE, 2014).

Em decorrência da expansão das áreas cultivadas, problemas fitossanitários foram agravados, entre eles a ocorrência de moscas-das-frutas (HAJI; MIRANDA, 2000). Os prejuízos refletem tanto no mercado interno – pela perda de frutos para comercialização e, conseqüentemente, diminuição da oferta, resultando em aumento de preço – quanto no mercado externo, pela diminuição da quantidade exportada e, principalmente, pelas restrições estabelecidas pelos países importadores (DUARTE; MALAVASI, 2000).

Entre os insetos-praga mais frequentes e limitantes da produção de frutas no Vale do São Francisco está a mosca-das-frutas, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae), praga difundida na fruticultura mundial. A mosca-do-mediterrâneo, como também é conhecida, caracteriza-se por ser espécie altamente polífaga, cosmopolita e com alto potencial para causar danos, além de dispor de ampla variedade de hospedeiros silvestres e cultivados (ZANARDI et al., 2011) e possuir alta capacidade de adaptação a novos nichos ecológicos (RAGA et al., 2005). Além das perdas diretas e dos custos de controle, os países onde a praga não ocorre, como nos Estados Unidos, Chile e Japão, são bastante restritivos à entrada de frutas

potencialmente infestadas. Portanto, a presença de *C. capitata* restringe o acesso a esses mercados (NOJOSA et al., 2015).

Vários fatores bióticos e abióticos interferem na dinâmica populacional de um inseto. Fatores como temperatura, umidade relativa, inimigos naturais, luminosidade, disponibilidade de hospedeiros e organismos simbiotes podem influenciar o sistema de vida das moscas-das-frutas (BATEMAN, 1972). O clima exerce grande interferência nas populações das moscas-das-frutas, podendo favorecer o estabelecimento de épocas com maior ou menor probabilidade de infestação (SALES, 1995). Os maiores índices de captura de moscas-das-frutas foram registrados na época de baixa precipitação pluvial, no estado do Piauí (FEITOSA et al., 2008). Pesquisa de Aluja et al. (2012) em pomares de manga, sapoti e pomelo, no Município de Martínez de la Torre, México, apontou que a precipitação pluviométrica e a temperatura do ar interferem na dinâmica populacional de espécies de *Anastrepha*, mostrando menor infestação de moscas-das-frutas quando há maiores índices pluviométricos.

O conhecimento da flutuação populacional e a época de maior ocorrência de determinada espécie de inseto de importância econômica são requisitos indispensáveis para o estabelecimento de um controle eficiente e racional, pois permitem viabilizar o planejamento de estratégias de manejo eficazes (RONCHI-TELES; SILVA, 2005). Uma dessas opções de estratégias de Manejo Integrado de Pragas (MIP) é o estabelecimento de uma Área de Baixa Prevalência de Pragas (ABPP) (FAO, 2005).

Considerando que a ocorrência de moscas-das-frutas em áreas comerciais constitui ameaça à atividade frutícola com impactos negativos para o agronegócio, este trabalho teve por objetivo analisar a flutuação das moscas-das-frutas, buscando correlacionar o impacto de fatores abióticos sobre a população. A partir dos resultados, discutiu-se a viabilidade de ampliar o número de propriedades aptas a exportar mangas para países que exigem que os frutos sejam oriundos de ABPP no Estado de Pernambuco/Polo de Petrolina.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Moscas-das-frutas

As moscas-das-frutas pertencem à ordem Diptera e à família Tephritidae (ZUCCHI, 2000), reúnem aproximadamente 4.350 espécies, agrupadas em 481 gêneros, das quais em torno de 861 se encontram ao longo do continente americano. Por sua extensão geográfica e diversidade climática e de plantas hospedeiras, o Brasil é um dos países de maior diversidade de tefritídeos.

As moscas-das-frutas são responsáveis por grandes perdas na produção agrícola devido ao seu alto potencial biótico, ampla distribuição geográfica e utilização de grande número de plantas hospedeiras (VELOSO et al., 1994).

As espécies de tefritídeos de importância econômica ou quarentenária no país pertencem a três gêneros: *Anastrepha*, *Ceratitis* e *Bactrocera*. Além desses, *Rhagoletis* ocorre nos estados do Sul do país sem, no entanto, apresentar grande importância econômica.

Anastrepha é um gênero tipicamente neotropical e representado por cerca de 100 espécies no Brasil. Sete são particularmente importantes do ponto de vista econômico: *Anastrepha grandis* (Macquart), *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), *Anastrepha obliqua* (Macquart), *Anastrepha*

pseudoparallela (Loew), *Anastrepha sororcula* Zucchi, *Anastrepha striata* Schiner e *Anastrepha zenildae* Zucchi (ZUCCHI, 2000).

Os gêneros *Bactrocera* e *Ceratitidis* estão representados no Brasil com uma espécie cada. A mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* (Drew & Hancock), foi detectada no Amapá na década de 1990 e está sob programa oficial de erradicação, assim como a mosca-do-mediterrâneo, *C. capitata*. De todas as espécies presentes, *C. capitata* é, certamente, a de maior importância econômica, pois ocorre em todas as regiões brasileiras e apresenta amplo círculo de frutos hospedeiros de importância econômica.

As moscas-das-frutas completam o desenvolvimento através de quatro estágios: ovo, larva, pupa e adulto (Figura 1). O ciclo de vida ocorre em três ambientes diferentes: os adultos vivem na vegetação, os ovos e larvas vivem nos frutos e a pupa vive no solo. A duração do ciclo de vida dessas moscas é dependente de vários fatores, principalmente da temperatura, da planta hospedeira e da própria espécie de mosca (MONTES, 2006).

Os danos das moscas-das-frutas são causados pela fêmea adulta e pela larva, unicamente nos frutos. A fêmea, através da oviposição e mesmo sem depositar os ovos, causa dano irreversível em alguns frutos, que podem provocar manchas escuras na epiderme. O dano principal é produzido pela ação das larvas, que se alimentam da polpa; e pelos agentes patogênicos, que atuam em consequência da lesão nos tecidos dos frutos (MONTES, 2006). As fêmeas adultas preferem os frutos fisiologicamente mais maduros, provavelmente por serem mais ricos em açúcares e apresentarem teores mais baixos de compostos deletérios como substâncias fenólicas (ZUCOLOTO, 2000).

Os frutos atacados amadurecem precocemente e caem das plantas, passando por processo de podridão generalizada em razão da infecção secundária por patógenos (PARANHOS; BARBOSA, 2005).



Ovos



Larva



Pupário



Adulto

Figura 1 – Ciclo de vida das moscas-das-frutas.

Entre os tefritídeos, *C. capitata* é a espécie mais cosmopolita e invasora (RAGA et al., 2005). Conseqüentemente é a que mais causa danos diretos à fruticultura em todo o mundo (VILELA et al., 2001). Caracteriza-se por ser polífaga e com alto potencial para causar danos, além de dispor de ampla variedade de hospedeiros silvestres e cultivados – aproximadamente 374 espécies de plantas hospedeiras em todo o mundo –, abrangendo grande número de espécies comerciais (ZANARDI et al., 2011). As espécies polípagas de Tephritidae tendem a apresentar distribuição geográfica mais ampla do que as especialistas (SELIVON, 2000), bem como são mais agressivas e, por esse motivo, tornam-se mais adaptadas ao ambiente invadido (FITT, 1989).

O primeiro registro de *C. capitata* no Brasil deu-se no início do século XX, por Ihering (1901). Atualmente, encontra-se amplamente distribuída no território brasileiro, infestando 85 espécies de frutos em 26 famílias (ZUCCHI, 2012). A mosca-do-mediterrâneo é uma espécie invasiva, com grande capacidade adaptativa, alcançando recentemente a Amazônia brasileira (SILVA et al., 2011).

Conforme estudos sobre a biodiversidade de moscas-das-frutas capturadas em citros no Mato Grosso do Sul, *Ceratitidis capitata* foi a espécie mais abundante e frequente (UCHOA et al., 2003).

A frequência de cada espécie para cada localidade é em função dos hospedeiros presentes (NASCIMENTO; CARVALHO, 1988). São considerados hospedeiros alternativos de moscas-das-frutas no submédio do São Francisco a amendoeira (*Terminalia catappa* Linn), a maniçoba (*Manihot* sp.), o umbu (*Spondias* sp.) e o umbu-cajá (*Spondias* sp.) (NASCIMENTO et al., 1994). A expansão das áreas de produção de frutas no submédio São Francisco pode ter contribuído para criar condições favoráveis ao crescimento populacional de *C. capitata* (NASCIMENTO et al., 2000).

Restrita às áreas urbanas do submédio São Francisco até a década de 1990, *C. capitata* passou a ser a espécie predominante também nas áreas de produção de frutas (HAJI et al., 2000).

2.2. Flutuação e dinâmica populacional

O monitoramento populacional consiste na coleta sistemática de dados sobre o número de indivíduos de uma espécie em uma mesma área. As finalidades do monitoramento são apontar os momentos que se fazem necessários realizar intervenção, avaliar o resultado de ações de combate ou detectar a entrada de espécies exóticas ou quarentenárias. Assim, o monitoramento permite caracterizar a população dos tefritídeos dos pontos de vista qualitativo (espécies presentes) e quantitativo (número de indivíduos) (MALAVASI et al., 2000). Por meio do monitoramento, é possível constatar a abundância e conhecer a flutuação populacional das espécies, possibilitando as ações de controle integrado (CARVALHO, 2005).

As populações de moscas-das-frutas exibem flutuações irregulares de ano para ano, relacionadas com a disponibilidade de hospedeiros e fatores climáticos (ALUJA, 1994; ALUJA et al., 2012). Naturalmente, a maior população de moscas-das-frutas ocorrerá em situações de maior disponibilidade de hospedeiros, enquanto a maior concentração da praga acontecerá quando houver maior proporção de frutos maduros na planta e no solo.

A dinâmica populacional, por sua vez, diz respeito ao estudo do impacto que fatores bióticos e abióticos têm sobre a praga, influenciando, desse modo, sua densidade populacional. Por exemplo, quando fatores desfavoráveis à praga estão presentes, como parasitoides (biótico) ou excesso de chuva (abiótico), a densidade populacional das moscas-das-frutas tende a diminuir (CARVALHO, 2005; GARCIA, 2009).

Os efeitos sazonais anuais, avaliados ao longo de 11 anos, sobre a densidade populacional indicam que um ano com boa produção de frutos favorecerá os surtos das moscas-das-frutas. Assim, medidas de controle devem ser aplicadas em escala ampla, pois qualquer esforço local será ineficaz e propenso a fomentar resistência a inseticidas (ALUJA et al., 2012). A densidade populacional é importante fator biótico que influencia o nível de infestação desses insetos, ou seja, quanto maior a densidade populacional de moscas-das-frutas num pomar, maiores tendem a ser os seus níveis de infestação (MALAVASI; MORGANTE, 1980).

A disponibilidade de hospedeiros é outro fator biótico que interfere nos níveis de infestação, pois é justamente nos períodos de maior disponibilidade de hospedeiros que ocorrem as maiores infestações (PUZZI; ORLANDO, 1965; MALAVASI; MORGANTE, 1980). A existência de plantas hospedeiras com frutos ao longo do ano é um aspecto fundamental para garantir a permanência da praga de ano para ano.

A ação de predadores e parasitoides também afeta as populações de moscas-das-frutas, pois esses organismos causam mortalidade durante todas as fases de desenvolvimento dos tefritídeos (BATEMAN, 1972; CARVALHO et al., 2000; SUGAYAMA, 2000).

A flutuação populacional de moscas-das-frutas não obedece a um padrão preestabelecido, pois pode depender da presença de hospedeiros

alternativos e condições climáticas, principalmente temperatura e pluviosidade (ALUJA, 1994; SALES, 1995). A população dessas moscas em pomares comerciais exibe flutuações irregulares de ano para ano relacionadas com a disponibilidade de hospedeiros e fatores climáticos (ALUJA, 1994; KOVALESKI, 1997; ALUJA et al., 2012).

O monitoramento populacional das moscas-das-frutas, realizado com o uso de armadilhas, permite verificar a flutuação populacional desses insetos e relacioná-la com os fatores abióticos, principalmente os relacionados ao clima, auxiliando, desse modo, na definição das épocas de maior ou menor probabilidade de infestação (ALUJA, 1994; ARAUJO et al., 2008; SALLES, 1995). A duração do ciclo da mosca varia com o clima da região; em temperaturas mais altas, o ciclo diminui e em temperaturas mais baixas, aumenta. Em regiões quentes e com muitas espécies de frutas hospedeiras, como no submédio do Vale do São Francisco, a mosca tem ciclo curto (menos de 30 dias de ovo a adulto) e passa de um hospedeiro a outro durante todo o ano, chegando a ter 12 gerações ao ano, que se sobrepõem.

Precipitação e umidade relativa também podem influenciar na sobrevivência das moscas, visto que sua fase de pupa ocorre no solo, e, dessa forma, esses fatores podem ser cruciais para a emergência das moscas adultas (ALUJA, 1994). No Estado do Piauí, Feitosa et al. (2008) relataram que os maiores índices de captura desses insetos foram registrados na época de baixa precipitação pluviométrica. Os fatores abióticos mais importantes na mortalidade da dinâmica populacional das moscas-das-frutas são a água e a temperatura. O excesso ou a deficiência de água causa a morte dos adultos e das larvas (ALUJA, 1994).

Feitosa et al. (2008), em pesquisa sobre flutuação populacional no Município de José de Freitas, PI, constataram que a precipitação pluviométrica e a umidade relativa elevadas ocasionaram diminuição na capturadas moscas-das-frutas na cultura da manga. Resultado divergente foi encontrado por Oliveira et al. (2009), que verificaram que precipitação pluviométrica elevada está correlacionada com maior índice de capturas dessas moscas em pomar comercial de mangueiras no Município de Beberibe, CE.

Em pomares do Distrito Federal, os maiores índices de capturas de moscas-da-frutas ocorreram na época chuvosa (ZHALER, 1990). No entanto, em estudo de monitoramento da praga, realizado no período de 1989 a 1997 em áreas de manga, no Vale do São Francisco, as variáveis climáticas (temperatura, umidade relativa, precipitação pluviométrica e velocidade dos ventos) não apresentaram correlação significativa com a flutuação populacional, provavelmente não sendo determinantes do desenvolvimento desses insetos (HAJI; MIRANDA, 2000).

2.3. Plantas hospedeiras

Pelo hábito frugívoro das larvas, a distribuição geográfica de uma espécie de moscas-das-frutas é determinada pela distribuição dos hospedeiros (MALAVASI et al., 2000). As espécies polípagas tendem a apresentar distribuição geográfica mais ampla do que as especialistas. As plantas introduzidas também influenciam a dispersão de muitas espécies de moscas, ampliando, com isso, a sua distribuição geográfica (SELIVON, 2000). Por exemplo, *C. capitata* (espécie exótica) infesta muitas espécies de hospedeiros introduzidos no Brasil.

Em condições ambientais perturbadas, as moscas-das-frutas podem utilizar plantas introduzidas, ou seja, as perturbações antrópicas favorecem o deslocamento de um inseto fitófago de seus hospedeiros primários para frutos exóticos cultivados. Uma espécie com preferência por certo grupo de plantas nativas pode ter maior capacidade adaptativa na utilização de recursos introduzidos que tenham relação com seus hospedeiros nativos e, portanto, alta capacidade de colonização dos novos hospedeiros (SELIVON, 2000). Como exemplo, pode-se citar a mosca-das-frutas sul-americana, *A. fraterculus*, que tem por hospedeiros silvestres da região da Serra Gaúcha três espécies de Myrtaceae nativas do Brasil, mas que, quando a macieira foi introduzida comercialmente, a espécie passou a atacar também esse novo recurso (SUGAYAMA et al., 1998).

Corsato (2004) afirmou que, em áreas tropicais, tem-se observado que a flutuação temporal da população de adultos está relacionada,

principalmente, à disponibilidade de plantas hospedeiras e não a variáveis climáticas.

Pouco tempo após sua detecção, *C. capitata* foi detectada em altas densidades associadas a diferentes espécies de frutas, principalmente aquelas exóticas, como acerola (*Malpighia puniceifolia* L.) e carambola (*Averrhoa carambola* L.) nas regiões de Juazeiro/Petrolina e Mossoró/Assu, respectivamente, demonstrando o grande potencial de adaptação e colonização da mosca-do-mediterrâneo (CARVALHO, 2004).

A presença de hospedeiros durante todo o ano ou até de uma única espécie frutífera, como a mangueira, que com o processo de indução floral apresenta duas safras anuais, deve constituir o principal fator de multiplicação das moscas-das-frutas na região do submédio do Vale do São Francisco. Além da hospedeira manga, ela está associada à goiaba (*Psidium guajava* L.), uva (*Vitis vinifera* L.), acerola (*Malpighia glabra* L.), carambola (*Averrhoa carambola* L.), umbu-cajá (*Spondias cytherea* Soan), seriguela (*Spondias purpurea* L.), sapoti (*Achras sapota* L.) e graviola (*Annona muricata* L.) (PARANHOS et al., 2013; HAJI; MIRANDA, 2000).

Deve-se ressaltar que, além das variáveis climáticas, a flutuação populacional das moscas-das-frutas depende de uma série de fatores, como a disponibilidade de frutos hospedeiros, época do ano, hospedeiros alternativos, naturais etc. Portanto, é necessário ter cautela no estabelecimento de determinado fator biótico ou abiótico, como o único ou principal responsável por picos populacionais das moscas em determinadas épocas do ano (SALLES, 1995; RONCHI-TELLES; SILVA, 2005; ARAUJO et al., 2008).

2.4. Área de Baixa Prevalência de Pragas – ABPP

De acordo com a NIMF nº 22, de 2005, a Convenção Internacional de Proteção Vegetal (define ABPP como “uma área, seja todo um país, parte dele, ou a totalidade ou uma parte de vários países, identificada pelas autoridades competentes, onde ocorre uma praga específica em níveis baixos e que está sujeita a medidas efetivas de vigilância, controle ou erradicação” (FAO, 2005).

O estabelecimento de uma Área de Baixa Prevalência de Pragas – ABPP pode ser alternativa facilitadora da movimentação de produtos para fora das áreas onde a praga está presente, como para a movimentação nacional ou para as exportações e para diminuir ou limitar o efeito da praga. Para tanto, deverá ser determinado um nível baixo da praga especificada, levando em conta a factibilidade operativa e econômica global do estabelecimento de um programa para cumprir ou manter esse nível, e o objetivo pelo qual se estabelecerá uma ABPP-MF (FAO, 2008).

A NIMF nº 22, de 2005, estabelece que a Organização Nacional de Proteção Fitossanitária (ONPF) do país exportador deve descrever a área em questão e aplicar os procedimentos de vigilância conforme os protocolos acordados (FAO, 2005). Esses procedimentos constam da NIMF nº 06 – Diretrizes para Vigilância (FAO, 1997).

Uma ABPP-MF pode ser aplicada para facilitar o trânsito de hospedeiros das moscas-das-frutas de uma ABPP-MF a outra com o mesmo *status* da praga, para proteger as áreas ameaçadas por uma praga regulamentada de moscas-das-frutas (FAO, 2008).

Uma vez estabelecida, a ABPP-MF deverá manter-se mediante a continuidade das medidas utilizadas para seu estabelecimento e os procedimentos necessários de documentação e verificação.

De acordo com a NIMF nº 30, de 2008, os elementos a serem determinados no estabelecimento de uma ABPP-MF são os seguintes:

- Delimitação da área.
- Definição da(s) espécie(s)-alvo de moscas-das-frutas e sua distribuição sazonal e espacial na área.
- Localização, abundância e sazonalidade dos hospedeiros, inclusive especificando, sempre que possível, os hospedeiros primários.
- Características climáticas.
- Identificação dos fatores que limitam e mantêm a população de moscas-das-frutas em níveis baixos.

A ONPF deverá avaliar e auditar a realização dos procedimentos para o estabelecimento e manutenção da ABPP-MF para garantir uma gestão

efetiva, mesmo quando a responsabilidade pela realização de atividades específicas tenha sido delegada a pessoas não pertencentes à ONPF (FAO, 2008).

O pré-requisito básico para o estabelecimento de uma ABPP-MF é que a área existe naturalmente, ou que possa ser estabelecida e ser limitada, monitorada e verificada pela ONPF como tendo um nível especificado de prevalência das moscas-das-frutas (FAO, 2008).

Uma ABPP pode ser estabelecida para pragas em ampla gama de condições ambientais e de hospedeiros, devendo levar em conta a biologia da praga e as características da área.

2.4.1. Planos operativos para as Áreas de Baixa Prevalência de Pragas (ABPP)

No Brasil, a certificação de uma ABPP-MF envolve tanto a esfera federal quanto a estadual. Na esfera federal, a instância responsável é o Departamento de Sanidade Vegetal (DSV/SDA/MAPA), que é a ONPF brasileira e ao qual compete estabelecer as políticas, alinhadas, naturalmente, às normativas internacionais. Ao órgão da esfera estadual, por sua vez, compete a execução das ações previstas na norma federal.

Um plano operacional oficial é necessário para especificar os procedimentos fitossanitários requeridos para estabelecer e manter uma ABPP-MF. O plano operacional deverá descrever os procedimentos principais a serem realizados, como atividades de vigilância, procedimentos para manter o nível especificado de baixa prevalência de pragas, plano de ação corretiva e quaisquer outros procedimentos necessários para alcançar o objetivo da ABPP-MF (FAO, 2008).

O programa da ABPP-MF, incluindo os regulamentos domésticos aplicáveis, procedimentos de vigilância e plano de ação corretivo, deverá estar em conformidade com os procedimentos oficialmente aprovados.

2.4.2. Determinação de níveis especificados da praga em uma Área de Baixa Prevalência de Pragas (ABPP)

A ONPF do país onde a ABPP se encontra deverá estabelecer níveis para as pragas pertinentes, com bastante precisão, com o fim de avaliar se os dados e protocolos da vigilância são adequados para determinar que a prevalência de pragas se encontre em níveis inferiores aos estabelecidos. Se a ABPP está destinada a facilitar as exportações, os níveis especificados deverão ser estabelecidos em colaboração com a autoridade fitossanitária do país importador.

No seu estabelecimento/implantação, devem ser avaliados os níveis específicos da praga através da utilização da Análise de Risco de Praga (ARP), para que se conheça um parâmetro a partir do qual se vai trabalhar o controle populacional da praga.

De acordo com a NIMF nº 30, de 2008, as medidas fitossanitárias e os procedimentos específicos podem ser necessários para o estabelecimento e manutenção de uma ABPP-MF pela ONPF (FAO, 2008).

2.5. Sistema de Mitigação de Risco (SMR)

O Sistema de Mitigação de Risco (SMR) integra medidas para o manejo de risco de pragas em uma forma definida, para obter o nível apropriado de proteção fitossanitária de um país importador. Um sistema de mitigação de risco requer a integração de diferentes medidas, pelo menos duas das quais atuam independentemente, com efeito cumulativo (FAO, 2002).

A aplicação de sistema de pontos críticos de controle em um sistema de risco pode ser útil para identificar e avaliar pontos em uma via de ingresso onde os riscos de pragas determinados podem ser reduzidos e monitorados.

O Sistema de Mitigação de Risco (SMR) fornece a oportunidade para considerar procedimentos de pré e pós-colheita que possam contribuir para o manejo efetivo do risco de pragas. Práticas culturais, tratamento em

campo, desinfestação, pós-colheita, inspeção e outros procedimentos podem ser integrados em um sistema de mitigação de risco.

Procedimentos como vigilância de pragas, armadilhamento e amostragem também podem ser componentes de um Sistema de Mitigação de Risco.

O SMR integra fatores físicos, biológicos e operacionais que podem afetar a incidência, viabilidade e potencial reprodutivo de uma praga dentro de um sistema de práticas e procedimentos que, juntos, prevê a segurança quarentenária (FAO, 2002).

O SMR de mosca-das-frutas em cultivos de mangueira consiste na aplicação de no mínimo duas das seguintes medidas, conforme exigências dos países importadores, estipulados em plano de trabalho (MAPA, 2010).

- 1- Registro das propriedades exportadoras e inscrição de Unidades de Produção.
- 2- Monitoramento e controle da praga nas propriedades registradas.
- 3- Certificação Fitossanitária de Origem.
- 4- Tratamento hidrotérmico.

O Sistema de Mitigação de Risco (SMR) para mosca-das-frutas em cultivos de mangueira (*Mangifera indica*) já está estabelecido na área que compreende os Municípios de Belém do São Francisco, Lagoa Grande, Petrolina e Santa Maria da Boa Vista, no estado de Pernambuco (MAPA, 2012).

Os produtores que fizerem adesão ao SMR deverão:

- Realizar o monitoramento e controle das moscas-das-frutas, seguindo as normas estabelecidas pelo MAPA.
- Manter a população das moscas-das-frutas com o MAD abaixo ou igual a 1,0 nos pomares registrados.
- Exportar somente frutos provenientes de pomares inscritos no SMR.
- Exportar somente frutos de áreas com MAD igual ou inferior a 1,0.
- Executar o tratamento hidrotérmico, quando sua produção é destinada para países que exigem certificação fitossanitária.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

- Analisar a flutuação populacional das moscas-das-frutas em pomares de mangueira, no Município de Petrolina, PE, no período de 2009 a 2014.
- Propor níveis de infestação para o estabelecimento de uma Área de Baixa Prevalência de Pragas (ABPP) no Vale de São Francisco, PE.

3.2. Objetivo específico

- Estudar a influência dos fatores abióticos (temperatura, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar) na dinâmica populacional de moscas-das-frutas no Município de Petrolina, PE.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Região do estudo

O Município de Petrolina está localizado no Nordeste do Brasil e inserido na região do semiárido pernambucano, na mesorregião do Sertão do São Francisco (Figuras 2 e 3). Tem 4.665 km² de extensão e situa-se a 381 m acima do nível do mar.

De acordo com o climograma analisado (Figura 4), o clima da região é, segundo a classificação de Kopper e Geiger, BSh. A temperatura média é de 24,8 °C, com baixa amplitude de variação ao longo do ano (Figura 4). É caracterizado por baixos índices pluviométricos e chuvas concentradas no período de novembro a abril, em que se percebe o período de estiagem compreendido entre os meses de maio e outubro (Figura 4). A precipitação pluviométrica anual média é de 435 mm.

A principal atividade econômica do município é a fruticultura, com oferta de frutas hospedeiras de moscas-das-frutas ao longo de todo o ano. O fato da produção ocorrer nos perímetros irrigados garante, também, a existência de grandes áreas contíguas de produção de frutas, o que favorece a disseminação de pragas.



Figura 2 – Localização de Pernambuco no Brasil.

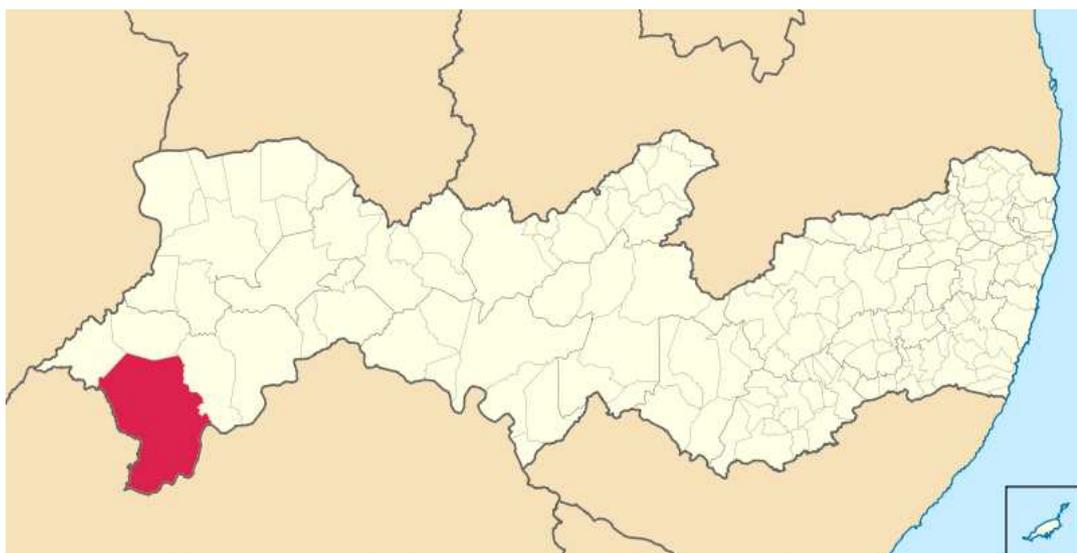


Figura 3 – Localização do município de Petrolina, Estado de Pernambuco.

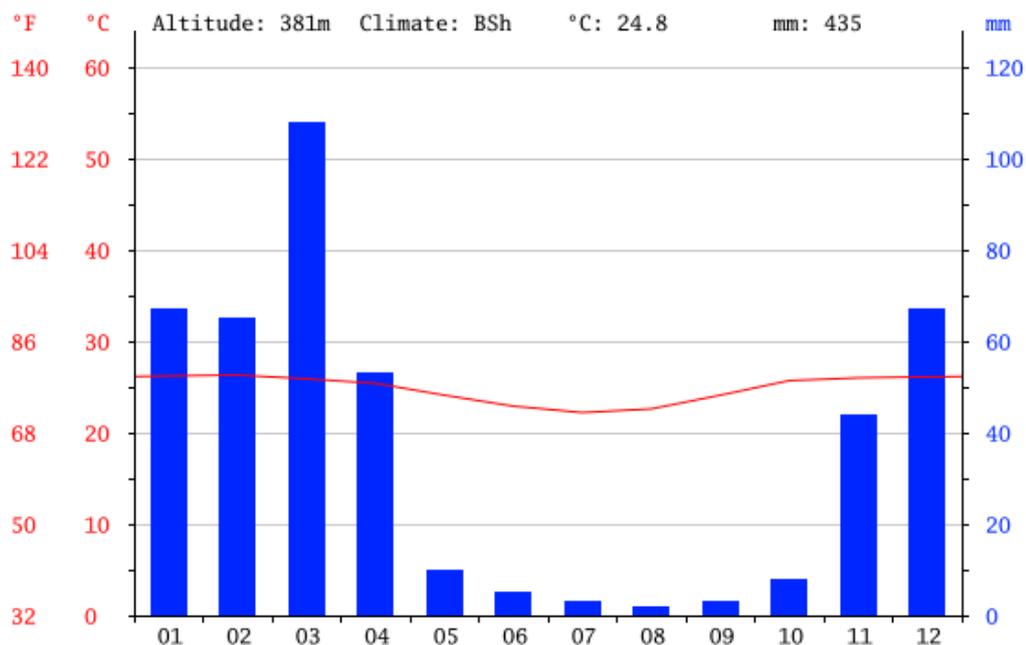


Figura 4 – Climograma do município de Petrolina no ano de 2014.
 Fonte: Climate-Data.Org.

4.2. Análise da flutuação populacional de moscas-das-frutas de 2009 a 2014

O estudo foi desenvolvido a partir de dados coletados no período de 2009 a 2014, em 44 propriedades comerciais de manga, georreferenciadas (Figura 5), totalizando 823,66 ha, com diversas variedades como Tommy Atkins, Kent, Haden e Keit, localizadas nos Projetos de Irrigação Senador Nilo Coelho, Maria Tereza e Bebedouro, no Município de Petrolina, PE.

O monitoramento foi realizado pela Biofábrica Moscamed Brasil, através de contratos de prestação de serviços com as propriedades.

Para o monitoramento das moscas-das-frutas, foram utilizados dois tipos de armadilhas: Jackson (Figura 6) e Mcphail (Figura 7). A densidade de armadilhas foi de uma armadilha/10 ha, mas cada propriedade teve pelo menos uma armadilha Jackson e uma armadilha Mcphail instaladas, num total de 120 armadilhas (75 do tipo Jackson e 45 do tipo Mcphail) (Tabela 1).

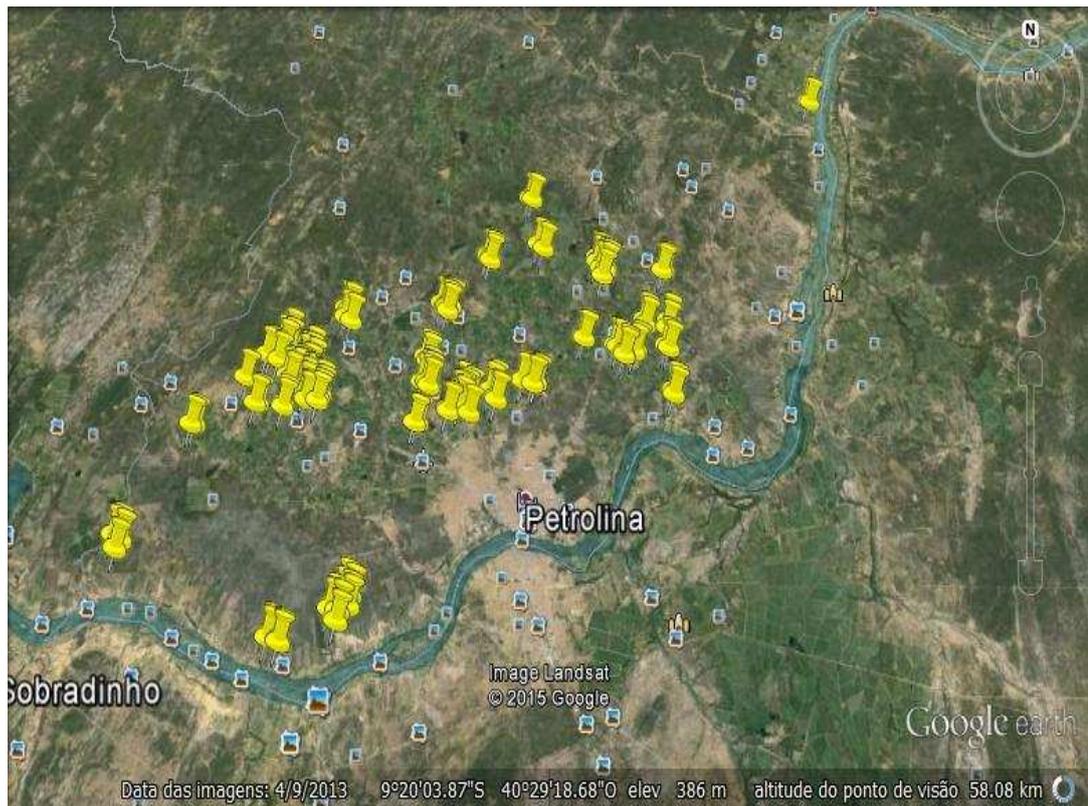


Figura 5 – Localização das 44 propriedades cultivadas com manga nos perímetros irrigados, no município de Petrolina, PE.



Figura 6 – Armadilha Jackson.



Figura 7 – Armadilha McPhail.

Tabela 1 – Características dos pomares monitorados e números de armadilhas instaladas

#	Código	Coordenadas geográficas	Área (ha)	Número de armadilhas	
				Jackson	Macphail
1	26111010631	S 09° 20' 03.0" W 40° 33'59.7"	7,24	01	01
2	26111010630	S 09° 19' 56.1" W 40° 34'09.2"	14,67	01	01
3	26111010629	S 09° 20' 38.5" W 40° 34'07.6"	20,90	02	01
4	26111010632	S 09° 20' 08.0" W 40° 31' 37.0"	9,00	01	01
5	26111014025	S 09° 20' 11.9" W 40° 24'45.6"	41,49	03	01
6	26111010681	S 09° 27' 26.9" W 40° 36'44.4"	40,00	03	01
7	26111011015	S 09° 17' 17.6" W 40° 33'27.1"	4,00	01	01
8	26111013839	S 09° 21' 08.8" W 40° 42'32.1"	6,00	01	01
9	26111010635	S 09° 20' 42.5" W 40° 32'54.5"	45,00	04	01
10	26111010847	S 09° 18' 59.1" W 40° 26'39.4"	3,42	01	01
11	26111011070	S 09° 13' 02.9" W 40° 30'21.1"	7,20	01	01
12	26111010804	S 09° 20' 56.3" W 40° 33'18.6"	4,5	01	01
13	26111011245	S 09° 15' 23.4" W 40° 33'18.6"	39,53	02	01
14	26111010976	S 09° 19' 52.3" W 40° 30'33.1"	8,50	01	01
15	26111010935	S 09° 08' 43.8" W 40°18' 19.0"	6,00	01	01
16	26111010675	S 09° 25' 55.3" W 40° 44'30.2"	34,33	03	01
17	26111012735	S 09° 18' 47.6" W 40° 26'17.1"	12,56	01	01
18	26111010979	S 09° 17' 08.6" W 40° 33'21.2"	2,00	01	01
19	26111010642	S 09° 20' 45.4" W 40° 40'39.2"	6,20	01	01
20	26111011547	S 09° 27' 42.7" W 40° 36'10.7"	45,00	03	01
21	26111010991	S 09° 18' 23.3" W 40° 28'14.5"	6,50	01	01
22	26111011088	S 09° 19' 13.9" W 40° 34'07.9"	8,00	01	01
23	26111010676	S 09° 19' 45.4" W 40° 39'00.3"	122,54	10	02
24	26111010942	S 09° 18' 36.6" W 40° 26'57.3"	10,50	01	01
25	26111013148	S 09° 15' 50.5" W 40° 25'02.8"	6,10	01	01

Continua...

Tabela 1 – Cont.

#	Código	Coordenadas geográficas	Área (ha)	Número de armadilhas	
				Jackson	Macphail
26	26111010647	S 09° 27' 47.3" W 40° 39'03.9"	8,0	01	01
27	26111011001	S 09° 20' 34.4" W 40° 31'45.7"	12,00	01	01
28	26111011009	S 09° 20' 34.7" W 40° 31'45.2"	10,00	01	01
29	26111010832	S 09° 17' 37.3" W 40° 37'28.5"	39,60	03	01
30	26111010981	S 09° 15' 25.8" W 40° 31'52.1"	4,00	01	01
31	26111013933	S 09° 19' 27.7" W 40° 25'21.0"	48,68	04	01
32	26111010909	S 09° 14' 59.4" W 40° 30'59.9"	18,00	01	01
33	26111011100	S 09° 17' 40.2" W 40° 25'53.9"	8,00	01	01
34	26111010801	S 09° 20' 01.2" W 40° 30'10.2"	8,50	01	01
35	26111013286	S 09° 21' 19.6" W 40° 34'26.5"	8,50	01	01
36	26111010916	S 09° 15' 16.3" W 40° 31'58.2"	1,5	01	01
37	26111011094	S 09° 17' 54.8" W 40° 24'45.4"	8,00	01	01
38	26111010673	S 09° 17' 06.6" W 40° 33'45.8"	9,85	01	01
39	26111013790	S 09° 18' 42.8" W 40° 39'42.5"	29,11	02	01
40	26111012863	S 09° 21' 00.6" W 40° 32'31.5"	23,00	01	01
41	26111010896	S 09° 18' 58.6" W 40° 40'20.3"	52,89	04	01
42	26111014075	S 09° 19' 56.8" W 40° 33'56.7"	11,00	01	01
43	26111013576	S 09° 20' 37.9" W 40° 39'28.2"	6,50	01	01
44	26111014075	S 09° 27' 58.0" W 40° 38'42.8"	5,35	01	01

O paraferomônio Trimedlure foi usado na armadilha Jackson e sua troca, realizada a cada seis semanas, enquanto a proteína hidrolisada foi utilizada na armadilha Macphail e sua troca, semanalmente. A troca dos pisos das armadilhas Jackson dependeu da qualidade de aderência e limpeza, sendo as armadilhas verificadas semanalmente. Em todas as

propriedades, o monitoramento foi realizado nas 52 semanas do ano, ao longo dos seis anos.

4.3. Estudo do estabelecimento da Área de Baixa Prevalência de Pragas (ABPP) no Vale do São Francisco, PE

- O nível de infestação para o estabelecimento da Área de Baixa Prevalência de Pragas (ABPP) no Vale do São Francisco, PE, foi considerado $MAD < 0,5$.

Os seguintes parâmetros foram utilizados para descrever a população de moscas-das-frutas ao longo do período considerado:

- O Índice Mosca/Armadilha/Dia (MAD) é o indicador utilizado mundialmente para descrever a infestação populacional de tefritídeos. O MAD foi calculado através da seguinte fórmula: $MAD = M/AxD$, em que M = número de moscas capturadas, A = número de armadilhas instaladas e D = número de dias de exposição das armadilhas no campo.
- A frequência relativa às espécies de moscas-das-frutas (F), que indica a proporção de indivíduos de uma espécie em relação ao total de indivíduos da amostra, ou seja, a porcentagem de *Ceratitidis* em relação ao total de moscas coletadas, foi calculada com a fórmula $F = nx100/N$, em que n = número de indivíduos da espécie e N = número total de adultos de moscas-das-frutas da amostra (URAMOTO et al., 2005).
- A prevalência das espécies de moscas-das-frutas (P), que mede a proporção da área acometida por uma praga em determinado momento, no caso é a porcentagem de propriedades com captura de *C. capitata* e *Anastrepha* spp., respectivamente, calculada pela fórmula $P = n^{\circ}$ de propriedades, em que houve a coleta de pelo menos um indivíduo total de propriedades consideradas (SILVEIRA NETO et al., 1976).
- A constância relativa das espécies de mosca-das-frutas (C), que indica a porcentagem de amostras em que determinada espécie esteve presente, no caso é a porcentagem de semanas com capturas de *C. capitata* e *Anastrepha* spp. e foi calculada pela fórmula $C = P_i \times 100/N$, em que $P_i = n^{\circ}$

de coleta contendo a espécie e $N = n^{\circ}$ total de coletas realizadas (SILVEIRA NETO et al., 1976).

4.4. Dados meteorológicos

Os dados meteorológicos referentes ao período considerado (2006 a 2014) foram obtidos na Estação Agrometeorológica de Bebedouro/Petrolina – EMBRAPA SEMIÁRIDO.

4.5. Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas no programa SAS (PROC versão GLM, PROC TTEST, SAS Institute 2002), sendo utilizado o programa SigmaPlot versão 12.5 para confecção das figuras. Desenvolveu-se a análise de variância para verificar o efeito de anos e meses sobre a densidade média de *C. capitata* capturada nas armadilhas. Em seguida, foi realizado o teste de agrupamentos de médias (Scott Knott).

Para verificar a correlação entre os fatores abióticos (temperatura, precipitação e umidade relativa do ar) com a densidade média diária de *C. capitata*, realizou-se a análise de correlação de Pearson.

5. RESULTADOS

5.1. Monitoramento das moscas-das-frutas no município de Petrolina, no período de 2009 a 2014

De 2009 a 2014, foram capturados 751.636 adultos de *C. capitata* e 208 de *Anastrepha* spp., nas 44 propriedades consideradas. As armadilhas McPhail capturaram 7,9% do total de moscas-das-frutas e as armadilhas Jackson, 92,1%.

Os dados do monitoramento das moscas-das-frutas em pomares de manga nesse período indicaram que a população de adultos de *C. capitata* apresentou níveis elevados em todo o período avaliado e população de adultos de espécies de *Anastrepha* com níveis baixos, atingindo 0% nos dois últimos anos considerados (Tabela 2). Os níveis de *Anastrepha* apresentados no estudo a partir do ano de 2013 sugerem que pode ser caracterizada uma Área Livre da Praga pela ONPF.

Os pomares de manga caracterizaram-se pela forte dominância de *C. capitata* sobre *Anastrepha* spp. ao longo dos seis anos considerados (Tabela 3).

Tabela 2 – Número de adultos de moscas-das-frutas capturados nos Projetos de Irrigação Senador Nilo Coelho, Maria Tereza e Bebedouro, em Petrolina, PE, no período de 2009 a 2014

Espécie	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<i>Ceratitis capitata</i>	70.328	119.917	135.639	160.182	115.610	149.960
<i>Anastrepha</i> spp.	110	8	79	11	0	0

Tabela 3 – Frequência, prevalência e constância de adultos de *Ceratitis capitata* e *Anastrepha* spp. em Petrolina, PE, no período de 2009 a 2014

Ano	Frequência (%)		Prevalência (%)		Constância (%)	
	<i>C. capitata</i>	<i>Anastrepha</i> spp.	<i>C. capitata</i>	<i>Anastrepha</i> spp.	<i>C. capitata</i>	<i>Anastrepha</i> spp.
2009	99,84	0,16	100	52	57,28	3,82
2010	99,99	0,01	100	24	77,55	0,6
2011	99,94	0,06	100	24	83,17	1,8
2012	99,99	0,01	100	14	82,23	0,46
2013	100,00	0,00	100	0	84,08	0,0
2014	100,00	0,00	100	0	86,00	0,0

A frequência de *C. capitata* passou de 99,84 em 2009 para 100% em 2013.

C. capitata esteve presente em todos os pomares analisados ao longo dos seis anos (Prevalência = 100%), enquanto as espécies de *Anastrepha* estiveram presentes em 52% dos pomares no ano de 2009, reduzindo gradativamente até chegar a 0 em 2013.

A constância de *C. capitata* variou de 57,3 a 86,0% de 2009 a 2014. As espécies do gênero *Anastrepha*, por sua vez, tiveram a constância próxima de 4,0 no ano de 2009 e abaixo de 2% nos anos seguintes considerados (Tabela 3).

A prevalência, ou seja, a porcentagem de armadilhas com captura de pelo menos um exemplar de *C. capitata*, aumentou a partir do segundo ano do levantamento (mês 13). A partir desse mês, a prevalência manteve-se ao redor ou acima de 80% (Figura 8).

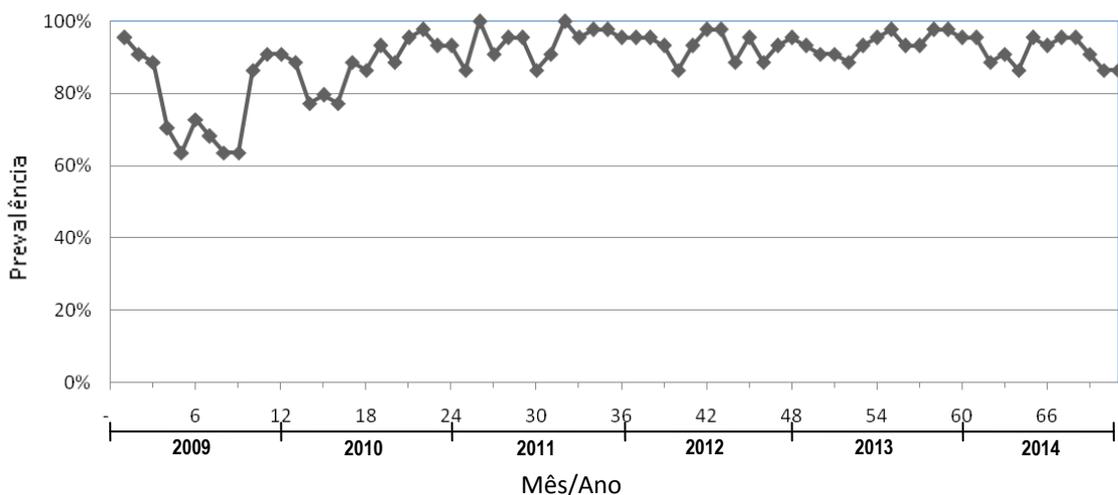


Figura 8 – Prevalência de moscas-das-frutas, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) em armadilhas Jackson e Macphail em pomares comerciais de manga, no período de janeiro de 2009 (mês 1) a dezembro de 2014 (mês 72), no município de Petrolina, PE.

5.2. Flutuação populacional das moscas-das-frutas, *Ceratitis capitata*, no período de 2009 a 2014

Estudos da flutuação populacional de moscas-das-frutas, nos anos de 2009 a 2014, estão representados na Figura 9.

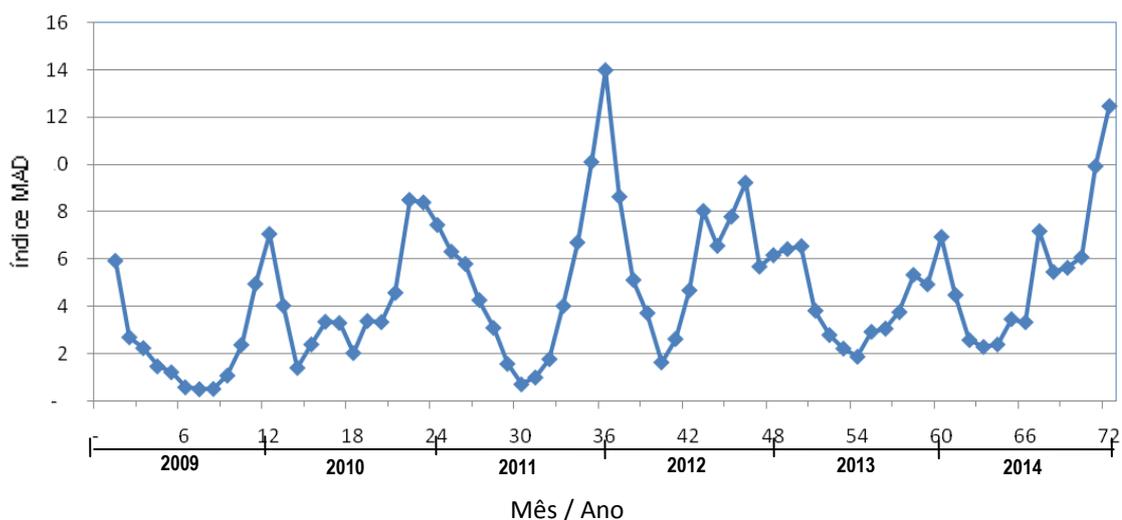


Figura 9 – Índice MAD médio mensal das capturas de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) em armadilhas Jackson e Macphail em pomares comerciais de manga, no período de janeiro de 2009 (mês 1) a dezembro de 2014 (mês 72), no município de Petrolina, PE.

Nos anos de 2009, 2011 e 2013, a flutuação populacional de *C. capitata* teve seus picos populacionais nos meses de janeiro e dezembro. Isso, possivelmente, em virtude do fato de que no início de cada ano se encontram muitos frutos no chão da safra passada e, no final do ano, da grande produção de frutos maduros em fase de colheita. Já em 2010 ocorreu o pico populacional no mês de outubro, que se manteve elevado até o final da safra, coincidindo com a época de maturação dos frutos.

No ano de 2012, a flutuação populacional atingiu seu ápice nos meses de janeiro, julho e outubro. E em 2014 foi constatado que a flutuação das moscas-das-frutas alcançou picos populacionais nos meses de julho, novembro e dezembro, atingindo o ápice no final da safra.

Houve diferença significativa de anos ($F_{5,55} = 4,62$ e $p = 0,001$) e meses ($F_{11,55} = 8,06$ e $p = 0,001$). Em seguida, foi realizado o teste de agrupamentos de médias (Scott Knott) (Figura 10AB).

O teste de Scott Knott (Figura 10A) dividiu os meses em três grupos, em que o primeiro foi constituído pelo mês de dezembro, que foi o de maior captura de *C. capitata*. O segundo grupo foi formado pelos meses de janeiro, outubro e novembro, que apresentaram densidade intermediária. O terceiro grupo foi constituído pelos meses de fevereiro, março, abril, maio, junho, junho e agosto, revelando o menor MAD de *C. capitata*. Porém, o número de *C. capitata* desses grupos sempre esteve com MAD acima de 1,0.

A Figura 10B ilustra o agrupamento dos anos quanto ao MAD médio de *C. capitata* capturada nas armadilhas ao longo de cada ano. O teste de Scott Knott formou dois grupos, um deles constituído pelo ano 2009, que foi o de menor captura. O segundo grupo foi constituído pelos anos 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014. Porém, o número de *C. capitata* nos grupos sempre esteve com o MAD acima de 1,0.

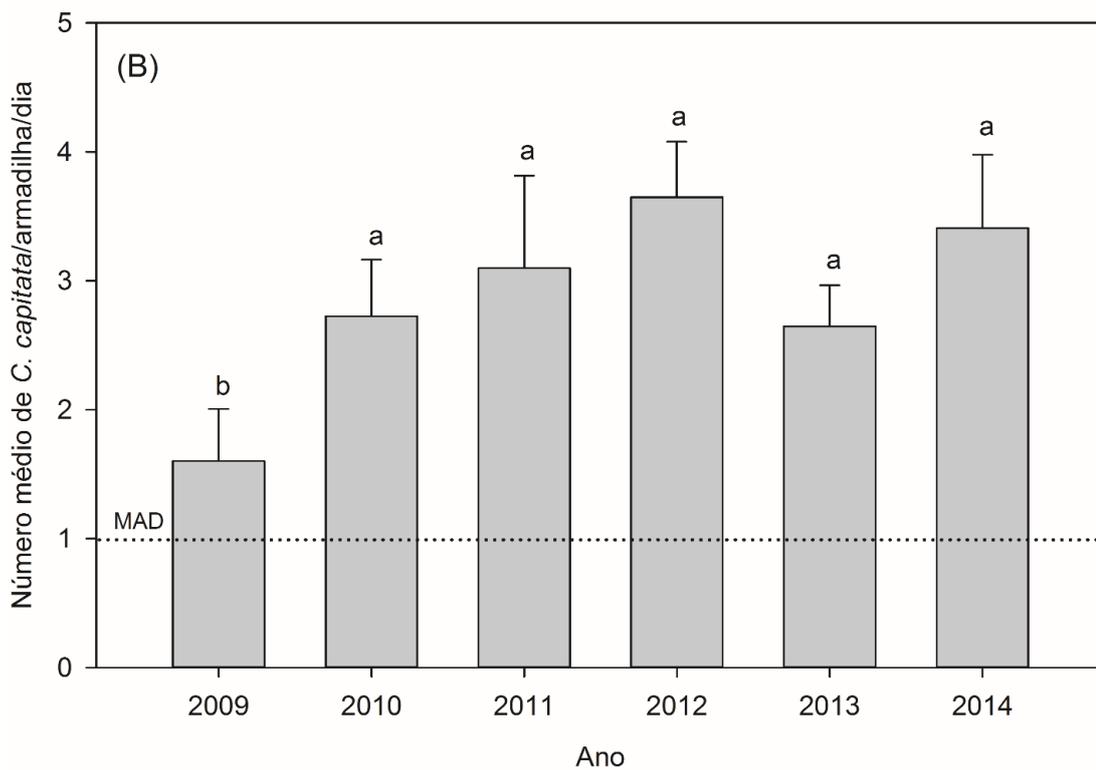
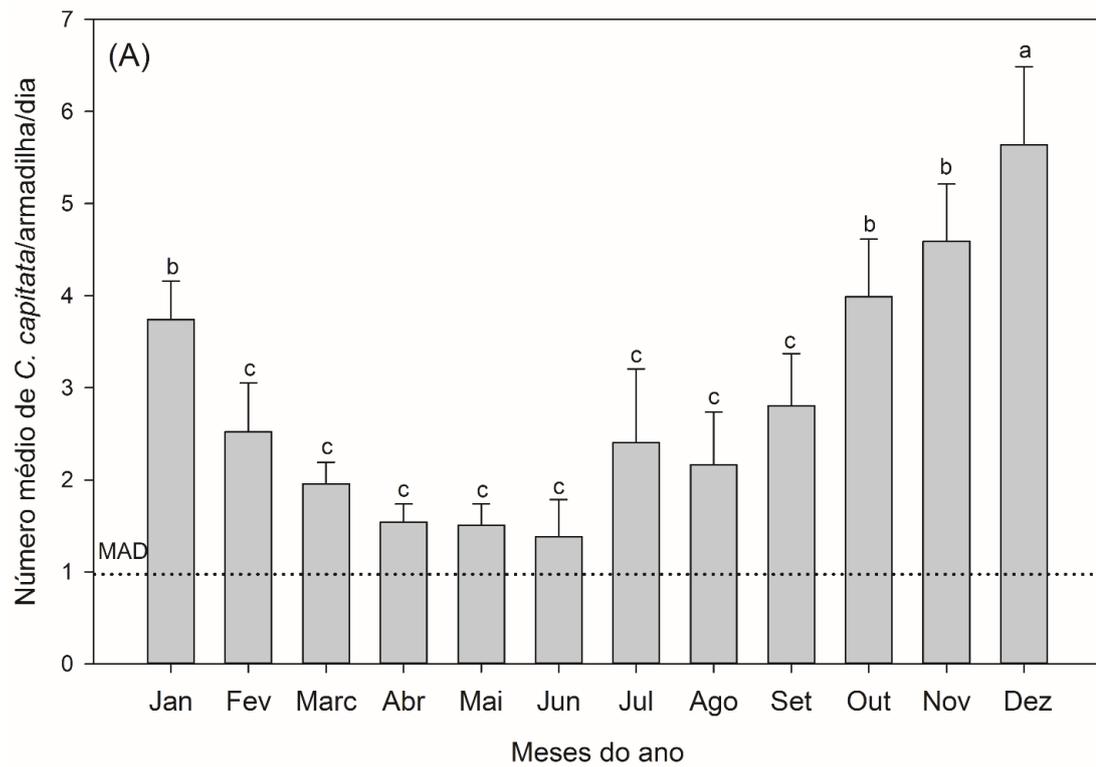


Figura 10 – MAD médio de *Ceratitis capitata* capturada durante o período de janeiro de 2009 a dezembro de 2014, em pomares de manga no município de Petrolina, PE.

5.3. Efeito dos fatores abióticos na flutuação populacional de *Ceratitis capitata*

A variação sazonal de temperatura, precipitação e umidade relativa durante o período de 2009 a 2014 no município de Petrolina, PE, englobando 44 propriedades de monitoramento das moscas-das-frutas *Ceratitis capitata*, está representada na Figura 10AB. Nessa figura, a linha tracejada representa a densidade máxima tolerável de captura de *C. capitata* para se obter o *status* do nível estabelecido (MAD = 1) no programa de trabalho APHIS/MAPA para a cultura da manga.

O estudo da influência dos fatores abióticos na flutuação populacional de *C. capitata*, através da análise de correlação de Pearson, apontou correlação significativa para a temperatura e umidade relativa, não indicando correlação com a precipitação pluviométrica (Tabela 4), corroborando, assim, os resultados apresentados na Figura 11AB.

Tabela 4 – Análise de correlação de Pearson entre os fatores abióticos (temperatura, precipitação e umidade relativa do ar) com a densidade média mensal de *C. capitata* capturada em armadilhas em pomares de manga, durante o período de janeiro de 2009 a dezembro de 2014, no município de Petrolina, PE

Fatores abióticos	T	R	P
Temperatura	3,49	0,38	p < 0,001*
Umidade relativa	3,28	-0,36	p < 0,001*
Precipitação	0,88	-0,10	p = 0,188

*Significativo p < 0,05.

A temperatura apresentou correlação positiva, indicando que os valores da temperatura e da flutuação populacional de *C. capitata* têm o mesmo comportamento: se um aumenta, o outro também aumenta.

A correlação negativa da umidade relativa com a população de *C. capitata* indica que, se um aumenta, o outro sempre diminui.

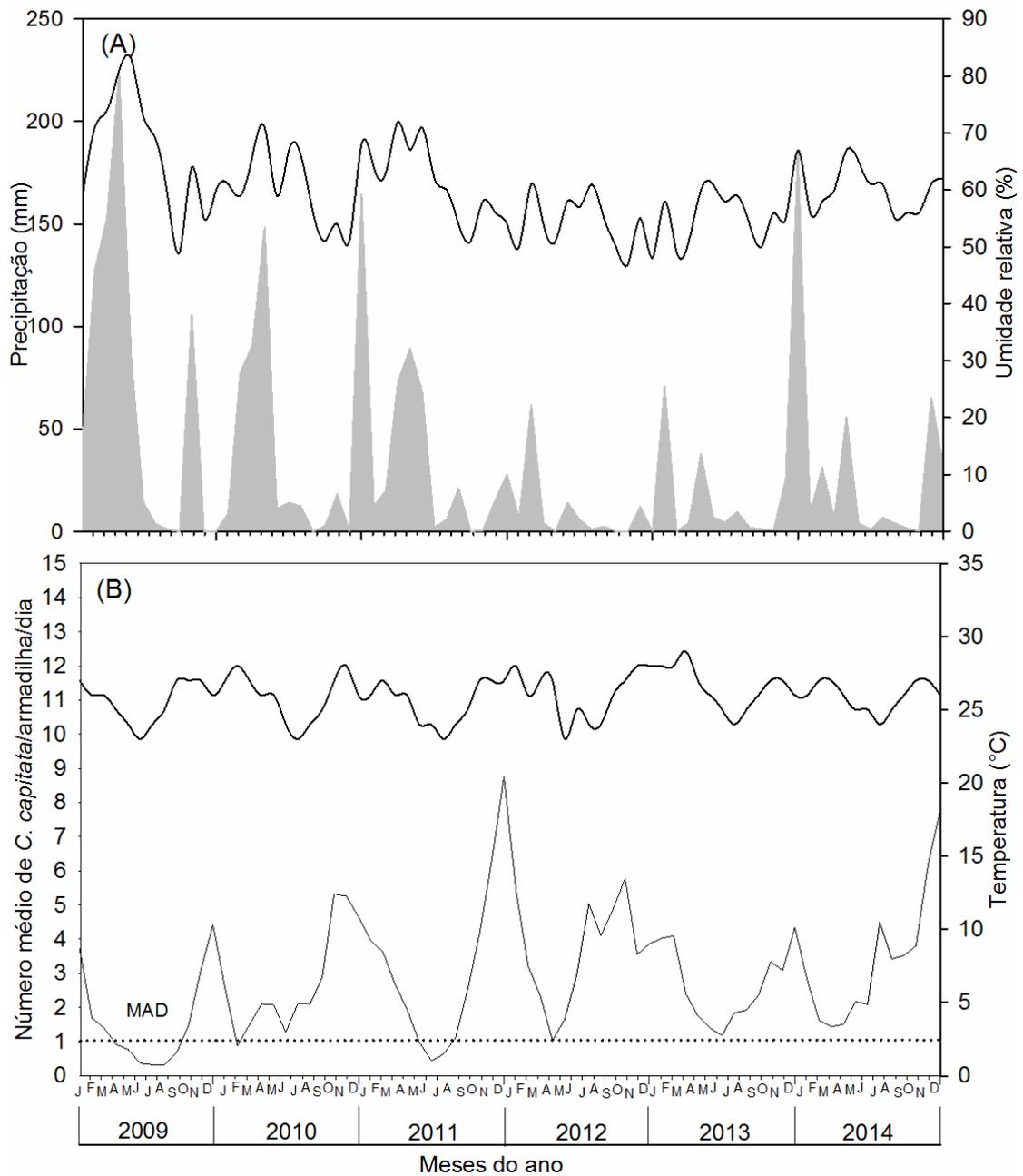


Figura 11 – Variação sazonal dos fatores abióticos (temperatura, precipitação e umidade do ar) de moscas-das-frutas *Ceratitis capitata* capturadas em pomares de manga, no período de janeiro de 2009 a dezembro de 2014, no município de Petrolina, PE.

5.4. Viabilidade de estabelecimento de área de baixa prevalência de moscas-das-frutas em Petrolina, PE

A distribuição das 44 propriedades analisadas em grupos de acordo com o índice MAD ao longo dos seis anos e propondo neste estudo o MAD < 0,5 nível de estabelecimento para uma ABPP, a análise indicou que houve redução na porcentagem de propriedades que eventualmente poderiam satisfazer o limite estabelecido para uma ABPP de 2009 a 2014 no Município de Petrolina, PE (Tabela 5). Em 2009, 10 das 44 propriedades (22,7%) atendiam ao requisito de apresentarem índice MAD abaixo de 0,5 mosca/armadilha/dia. Esse indicador variou de 11,4 a 18,2% de 2010 a 2013 e, em 2014, caiu para 6,8%, ou seja, proporcionalmente menos propriedades estariam aptas a atender ao limite eventualmente estabelecido para uma ABPP.

Tabela 5 – Porcentagem de propriedades localizadas nos perímetros irrigados de Petrolina, PE, que apresentaram índices MAD abaixo do limite para exportação no período de 2009 a 2014 (N = 44 pomares comerciais de manga)

Ano	Exportação				% propriedades MAD aceitável para exportação	% propriedades MAD aceitável para ABPP
	MAD < 0,2	0,2>MAD<0,5	0,5 < MAD < 1,0	MAD > 1,0		
2009	5	5	7	27	38,6	22,7
2010	4	4	4	32	27,3	18,2
2011	2	3	4	35	20,5	11,4
2012	2	5	0	37	15,9	15,9
2013	2	6	5	31	29,5	18,2
2014	1	2	3	38	13,6	6,8

Nas Figuras 12 a 17 é mostrada a localização das 44 propriedades analisadas e o índice MAD médio observado nos anos 2009 a 2014. Não se verificou padrão de distribuição espacial das propriedades com índice MAD inferior a 0,5 ou a 0,9.

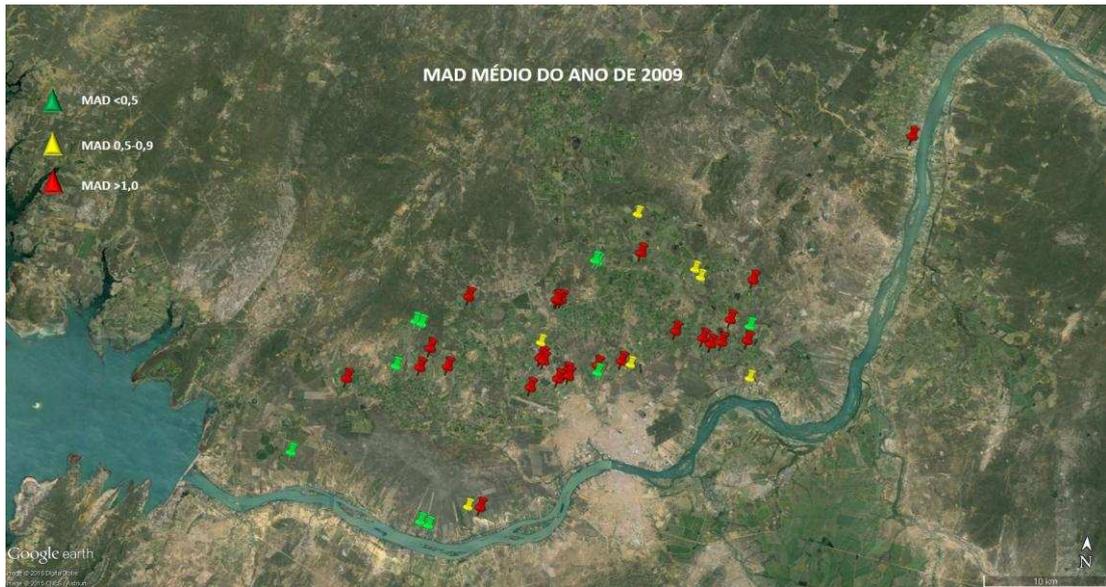


Figura 12 – MAD médio no ano 2009, em 44 propriedades cultivadas com manga no município de Petrolina, PE.

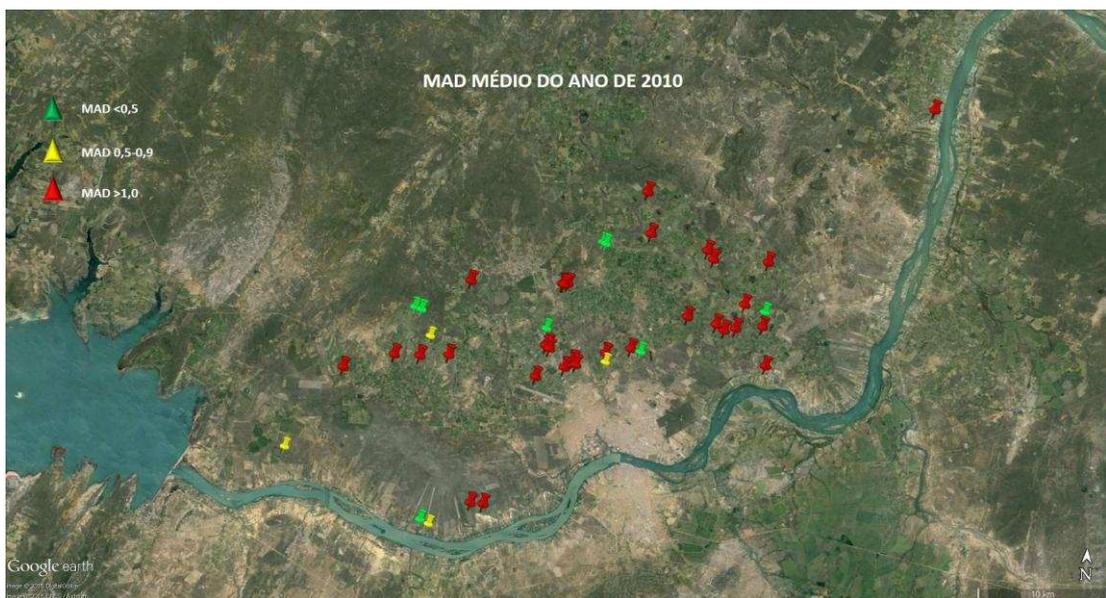


Figura 13 – MAD médio no ano 2010, em 44 propriedades cultivadas com manga no município de Petrolina, PE.

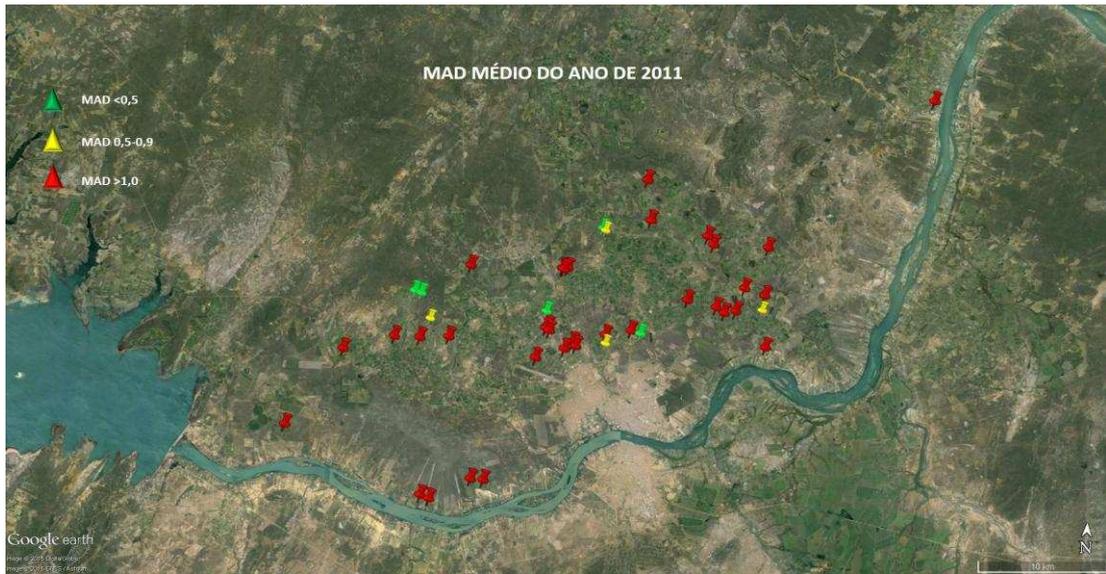


Figura 14 – MAD médio no ano 2011, em 44 propriedades cultivadas com manga no município de Petrolina, PE.

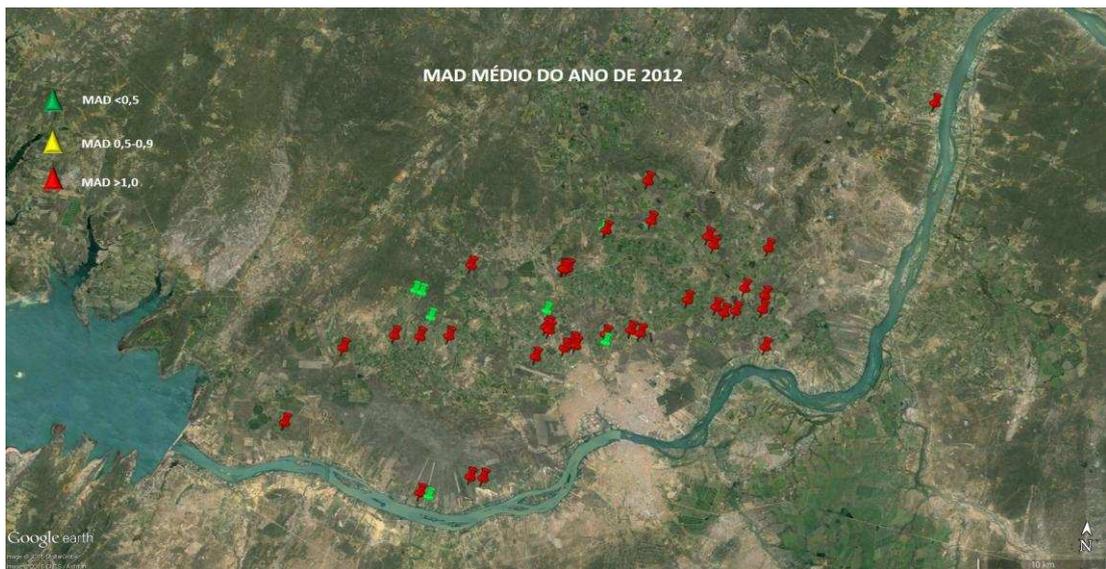


Figura 15 – MAD médio em 44 propriedades cultivadas com manga em 2012, no município de Petrolina, PE.

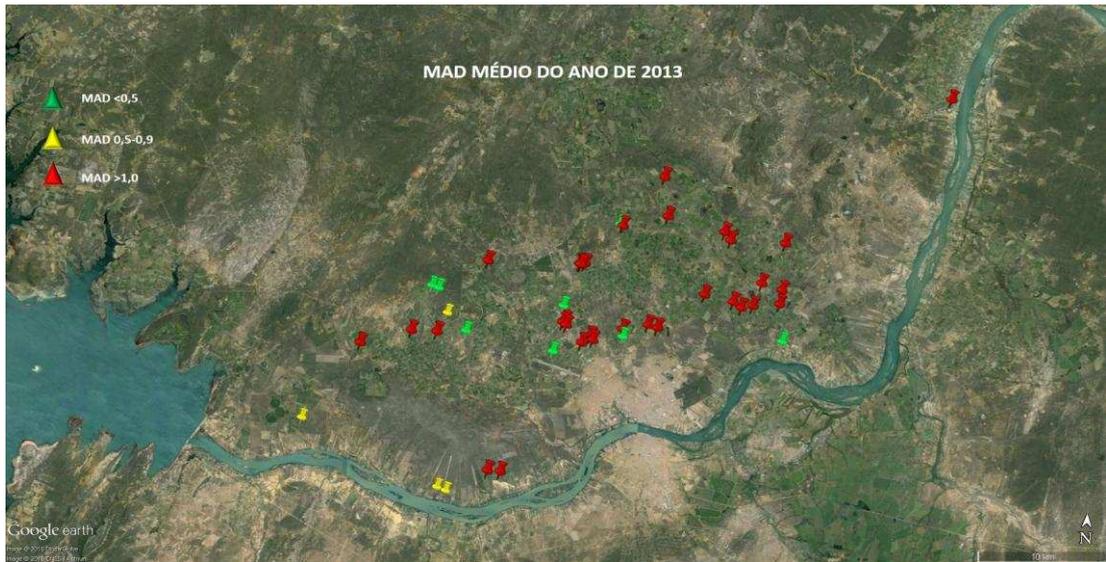


Figura 16 – MAD médio em 44 propriedades cultivadas com manga em 2013, no município de Petrolina, PE.

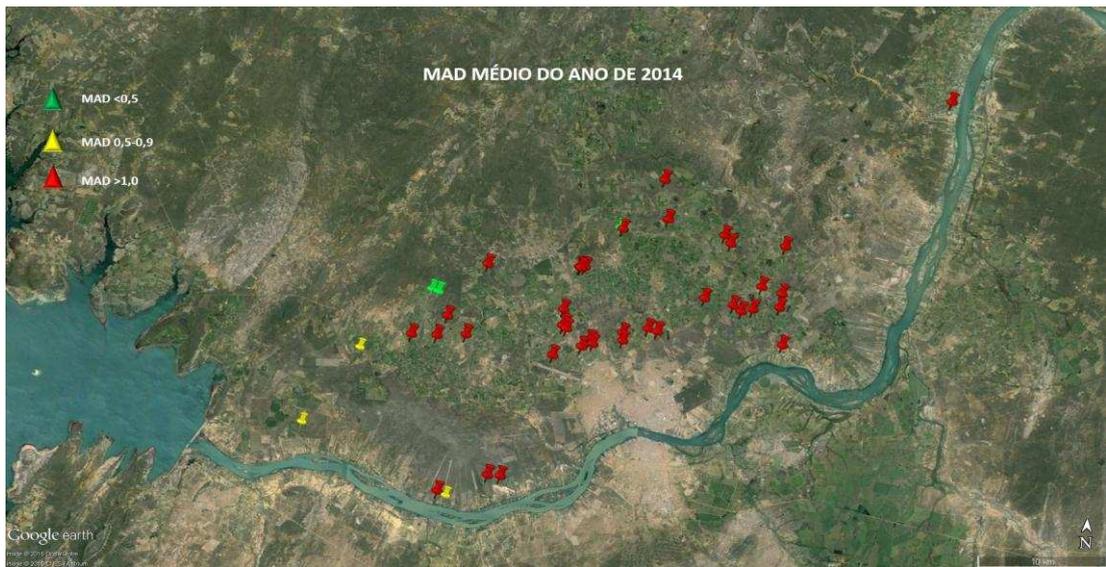


Figura 17 – MAD médio em 44 propriedades cultivadas com manga em 2014, no município de Petrolina, PE.

6. DISCUSSÃO

Ceratitis capitata foi detectada no Brasil em 1901 (IHERIN, 1901), mas é provável que a espécie tenha sido introduzida décadas antes, com o intenso influxo de pessoas oriundas da África, local de origem da espécie. As primeiras menções de presença da espécie no Vale do São Francisco datam da década de 1980, quando as áreas plantadas com manga ainda eram pequenas (VIANA, 2009).

Levantamento de moscas-das-frutas relatado por Haji e Miranda (2000) realizado no Vale do São Francisco de 1989 a 1997, em pomares de manga, indicou que 74,35% desses insetos pertenciam ao gênero *Anastrepha* e 25,65% a *C. capitata*. Já no ano 2007 esse percentual passou para aproximadamente 99% de *C. capitata* e 1% do gênero *Anastrepha* (VIANA, 2009).

O resultado deste estudo indicou inicialmente, em 2009, uma frequência de 99,84% para *C. capitata* e 0,16% para *Anastrepha*, alcançando 100% na espécie *C. capitata*, nos dois últimos anos do período avaliado, conseqüentemente 0% para *Anastrepha*. Ratificando a tendência de deslocamento do gênero *Anastrepha* relatado nos estudos anteriores realizados no Vale do São Francisco, dando subsídio à ONPF para o estabelecimento de Área Livre de Praga para *Anastrepha* spp.

Aliado à expansão das áreas cultivadas com diferentes frutíferas, é provável que *C. capitata* esteja exercendo forte competição sobre as

espécies de *Anastrepha*. Na região Sudoeste da Bahia, trabalho desenvolvido por Santos et al. (2003) evidenciou a ocorrência de um possível deslocamento da espécie nativa *A. obliqua* pela espécie invasora *C. capitata*.

Essas espécies, apesar de divergirem em muitos hospedeiros, tanto *A. obliqua* quanto *C. capitata*, possuem o fruto (manga) como componente dentro do nicho fundamental (SILVA, 2012). Esse autor estudou a influência de dois mecanismos de competição entre *A. obliqua* e *C. capitata* na ocupação do fruto hospedeiro manga. Nesse estudo, Silva et al. (no prelo) relataram que:

[...] em todos os casos de invasões listados envolvendo esses dois gêneros, foi a espécie *C. capitata* que invadiu e ocupou áreas previamente preenchidas por espécies do gênero *Anastrepha*. Não houve registro de uma invasão recíproca, fato este que levou *C. capitata* a ser sugerida como competidor hierarquicamente superior.

Os frutos de espécies introduzidas são mais suscetíveis ao ataque de *C. capitata*, enquanto as espécies do gênero *Anastrepha* infestam preferencialmente hospedeiros nativos (DAZA, 1997). Estudo recente sobre a ocorrência e distribuição de moscas-das-frutas no Estado de Goiás constatou que *C. capitata* ocorreu em 12 hospedeiros, sendo, na maioria, plantas introduzidas, entre elas a manga (VELOSO et al., 2012). Dias et al. (2013) observaram que, na região Oeste do Rio Grande do Sul, a infestação de um hospedeiro nativo goiabeira (*Psidium guajava*) por *C. capitata* foi cerca de oito vezes superior à infestação pela espécie nativa *A. fraterculus*. O mesmo aconteceu em um hospedeiro introduzido, nespereira (*Eriobotrya japonica*), no qual a infestação por *C. capitata* foi três vezes superior à infestação por *A. fraterculus*. Esses dados atestam a capacidade competitiva de *C. capitata*.

A espécie *C. capitata* é invasiva, tem grande capacidade adaptativa e encontra-se amplamente distribuída em todo o território brasileiro, inclusive na Amazônia brasileira (SILVA et al., 2011).

O aumento populacional de *C. capitata* nos polos de fruticultura na Região Nordeste do Brasil, a partir dos anos de 1980, pode ser atribuído à expansão das áreas comerciais cultivadas com diferentes espécies frutíferas

nas áreas irrigadas (AGUIAR, 2012). A produção em perímetros irrigados cria, em tese, condição propícia ao crescimento populacional de pragas, pela oferta permanente de frutas hospedeiras que garante a continuidade da praga no tempo e pelo fato de as áreas produtivas serem contíguas, o que favorece sua dispersão e colonização de novos ambientes.

As populações de *C. capitata* apresentaram níveis populacionais elevados nas áreas estudadas, em capturas nos dois tipos de armadilhas, mostrando os picos populacionais nos meses que têm maior oferta de frutos nos pomares. Vários autores constataram resultados similares, evidenciando a ocorrência de moscas-das-frutas relacionada à maior presença de frutos no pomar (SALLES, 1995; THOMAS, 2003; RONCHI-TELES; SILVA, 2005; VIRGINIO, 2010).

Provavelmente, a falta de manejo adequado em algumas áreas do estudo, principalmente o controle cultural para eliminar os frutos caídos no solo, tem contribuído para o incremento populacional da praga.

O índice MAD médio mensal dos seis anos avaliados indica que os maiores índices de *C. capitata* foram alcançados nos meses de maior disponibilidade de frutos. Esse fato foi constatado por Aluja et al. (2012), que afirmaram que picos anuais de moscas-das-frutas correspondem aproximadamente à fenologia de frutificação de cada espécie hospedeira. Já na avaliação do MAD médio anual somente o ano 2009 apresentou MAD menor que 2,0, observando-se que nos demais anos não ocorreu diferença significativa estatisticamente.

No projeto irrigado Nilo Coelho, no Município de Petrolina, independentemente da época do ano ou da disponibilidade de hospedeiros, as moscas-das-frutas sempre terão frutas hospedeiras para oviposição e alimento, graças à grande diversidade de hospedeiros. Numa mesma propriedade, às vezes, encontram-se dois ou mais hospedeiros. A uva, a acerola e a goiaba têm-se mostrado excelentes hospedeiros, principalmente a acerola, com várias safras por ano (VIANA, 2009). Dois aspectos relacionados a esses três hospedeiros podem ter contribuído para o aumento da população de *C. capitata* nos pomares de manga: (a) a falta de produtos registrados para controle da praga nessas três espécies; (b) o fato de os pomares de acerola não receberem nenhum tipo de aplicação de

agrotóxico, pois esses frutos são exportados congelados para o Japão, que não admite presença de resíduos na polpa.

Um aspecto econômico contribui para o crescimento populacional da praga em pomares comerciais de manga, que é a taxa cambial desfavorável. Nessas situações, pode ser economicamente inviável realizar a colheita, e os frutos permanecem no pomar, criando a condição propícia para o aumento da população.

Com relação aos fatores bióticos de regulação populacional, a pluviosidade não influenciou a flutuação populacional de *C. capitata*. Resultados semelhantes foram constatados por Ronchi-Teles e Silva (2005) e Feitosa et al. (2008). No entanto, Araújo et al. (2008) observaram que a precipitação influencia o desenvolvimento dos pupários das moscas-das-frutas.

A temperatura e a umidade do ar influenciaram de forma significativa a flutuação populacional de *C. capitata*. A temperatura apresentou correlação positiva, sendo foi o fator mais interveniente, e a umidade do ar teve correlação negativa. Resultado semelhante em relação à temperatura foi encontrado por Garcia e Corseuil (1998) em estudo com fatores abióticos em pomares de pêssigo (*Prunus persica*) em Porto Alegre, RS, os quais verificaram que a temperatura média foi o fator que mais influenciou a flutuação populacional de *C. capitata*. Os estudos realizados por Araújo et al. (2008) e Parra et al. (1982) indicaram que a temperatura influencia a dinâmica populacional das moscas-das-frutas, corroborando, assim, esse resultado.

Os resultados de umidade relativa do ar deste estudo divergem daqueles do trabalho de Oliveira et al. (2009), que encontraram correlação positiva da população de moscas-das-frutas com a umidade relativa em pomares de mangueira, no Estado do Ceará. Enquanto o trabalho de Zahler (1991) apontou que a umidade relativa do ar não interferiu significativamente na população das moscas-das-frutas em pomares de mangueira no Distrito Federal.

De 2009 a 2014, houve redução na porcentagem de propriedades que atenderiam ao requisito de apresentar índice MAD abaixo de 0,5, proposto neste estudo para o estabelecimento de ABPP-MF e, portanto, para

exportação para mercados mais exigentes, como Estados Unidos, Chile e Japão. Em 2009, cerca de 23% das propriedades poderiam obter o reconhecimento de ABPP-MF, mas, em 2014, somente 6,8% apresentaram níveis populacionais compatíveis com a norma. A distribuição espacial dessas propriedades não apresenta padrão claro, o que sugere que práticas de manejo e não condições microclimáticas específicas estejam influenciando a população da praga.

Para viabilizar o estabelecimento de ABPPs e atingir o índice MAD exigido por esses mercados, faz-se necessário implantar um plano operativo oficial com os procedimentos fitossanitários exigidos.

Ao considerar o aumento da população das moscas-das-frutas que vem elevando o índice MAD e pondo em risco toda a produção das frutas de plantas hospedeiras dessas pragas, assim como a comercialização nos mercados externo e interno e, por conseguinte, a necessidade de adoção de medidas dentro dos princípios do Manejo Integrado de Pragas que levem à redução dos níveis populacionais da praga no Vale do São Francisco/Pernambuco, foi instituído o Plano Estadual de Combate às Moscas-das-Frutas (PEC-MF), em Pernambuco, através da Portaria nº 24, de 20/02/2015, da Agência de Defesa e Fiscalização Agropecuária de Pernambuco (ADAGRO).

O PEC-MF é um programa oficial do Estado de Pernambuco, instituído e coordenado pela Agência de Defesa e Fiscalização Agropecuária de Pernambuco (ADAGRO), com o objetivo de estabelecer medidas de controle de mosca-das-frutas baseadas no monitoramento populacional da praga em pomares de culturas hospedeiras, de forma integrada e coordenada.

Esse plano adotará o Manejo Integrado de Pragas, utilizando racionalmente as estratégias no controle do alvo biológico, e estabelecerá o monitoramento populacional das moscas-das-frutas, para definir estratégias de controle baseado em níveis de infestação dos pomares, expresso pelo índice MAD. A inclusão dos produtores ao PEC-MF atenderá a critérios técnicos e sanitários.

O plano engloba ações de monitoramento em área ampla, adoção de medidas dentro dos princípios de manejo integrado de pragas, como:

controle cultural com enterrio dos frutos caídos no solo; controle químico com disponibilização de produtos (isca tóxica) registrados no MAPA para pequenos produtores de manga e outras culturas hospedeiras das moscas-das-frutas, como goiaba, acerola e uva; controle biológico com parasitoides; e técnica do Inseto Estéril (TIE). Capacitação técnica, educação sanitária e divulgação com reuniões, dias de campo, palestras e treinamento para técnicos e produtores, veiculação de *spots* no rádio e distribuição de *folders*, panfletos e cartazes estão englobados no plano, também com o objetivo de aumentar a conscientização dos produtores e da população quanto à praga e sua importância econômica e social.

Para ampliação do número de pomares aptos a exportar mangas para países que exigem que os frutos *in natura* sejam oriundos de Áreas de Baixa Prevalência de Pragas, há necessidade de implantar procedimentos fitossanitários em Plano Operativo Oficial.

7. CONCLUSÕES

- a) *Ceratitis capitata* está amplamente disseminada nos 44 pomares considerados no estudo, localizados em perímetros irrigados dos Projetos Nilo Coelho, Maria Tereza e Bebedouro, em Petrolina, PE.
- b) Comprovou-se o deslocamento de *Anastrepha* spp. nos pomares comerciais de manga no VSF/Petrolina, PE, apresentando viabilidade para o estabelecimento de Área de Livre da Praga.
- c) Os meses de outubro a janeiro, principalmente em dezembro, correspondem ao período de maior densidade populacional de *C. capitata* em Petrolina, PE.
- d) A temperatura e a umidade relativa influenciaram significativamente a flutuação populacional de *C. capitata* em pomares comerciais de manga em Petrolina, PE.
- e) A pluviosidade não afeta significativamente a população de *C. capitata* em pomares comerciais de manga em Petrolina, PE.
- f) O Vale do São Francisco/PE ainda não reúne condições para estabelecimento de ABPP para *Ceratitis capitata*.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, W. M. M. **Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) de importância econômica no Estado da Bahia** – Biodiversidade e perfil do consumidor de manga no mercado interno. 2012. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, 2012.

ALMEIDA, C. O. **Fruticultura brasileira em análise**. Raiz e fruto online. Cruz das Almas, BA: Embrapa, 2008. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 11).

ALUJA, M. Bionomics and management of Anastrepha. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 39, p. 155-178, 1994.

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

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul, BA: Editora Gazeta Santa Cruz, 2013. 136 p.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul, BA: Editora Gazeta Santa Cruz, 2014. 136 p.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul, BA: Editora Gazeta Santa Cruz, 2015. 104 p.

ARAÚJO, 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). **Caatinga**, v. 21, n. 1, p. 138-146, 2008.

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

BISOGNIN, M.; NAVA, D. E.; LISBÔA, H.; BISOGNIN, A. Z.; GARCIA, M. S.; VALGAS, R. A. Biologia da mosca-das-frutas sul-americana em frutos de mirtilo, amoreira, amoreira-preta, araçazeiro e pitangueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 2, p. 141-147, 2013.

CARVALHO, R. S. **Metodologia para monitoramento populacional de moscas-das-frutas em pomares comerciais**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005. 17 p. (Circular Técnica, 75).

CARVALHO, R. S. **Monitoramento de parasitoides nativos e de Tefritideos antes da liberação de *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) no Submédio São Francisco**. Cruz das Almas, BA: Embrapa, 2004. 6 p. (Comunicado Técnico, 100).

CARVALHO, R. S.; NASCIMENTO, A. S.; MATRANGOLO, W. J. R. Controle biológico. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: importância econômica no Brasil – Conhecimento básico e aplicado** [Cap. 14, p. 113-117]. Ribeirão Preto, SP: Holos, 2000. p. 113-117.

CODEVASF. **Almanaque do Vale do São Francisco**. Brasília, 2001.

CORSATO, C. D. A. **Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares de goiaba no Norte de Minas Gerais: biodiversidade, parasitoides e controle biológico**. 2004. 83 p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2004.

DANTAS, J. L. L.; DANTAS, A. C. V. L.; COELHO, Y. S. Fruticultura brasileira: realidade e perspectivas. In: SANTOS-SEREJO, J. A.; DANTAS, J. L. L.; SAMPAIO, C. V.; COELHO, Y. S. **Fruticultura tropical: espécies regionais e exóticas**. Brasília: Embrapa, 2009. p. 17-32.

DAZA, N. A. C. **Levantamento, flutuação populacional e análise faunística das espécies de moscas-das-frutas em quatro municípios do Norte do Estado de Minas Gerais**. 1997. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 1997.

DIAS, N. P.; DIAS, F. F.; ABREU, J. A.; PAZINI, J. B.; BOOTTA, R. A. Nível de infestação de moscas-das-frutas em faixa de fronteira, no Rio Grande do Sul. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 60, n. 4, p. 589-593, 2013.

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

FAO. **Normas internacionais para medidas fitossanitárias**. Roma: Secretaria de la Convención Internacional de Protección Fitossanitaria, 1997.

FAO – Normas internacionais para medidas fitossanitárias. NIMF nº 14. **O uso de medidas integradas em um Sistema de Mitigação de Risco para o manejo de risco de pragas**. Brasília, 2002.

FAO – Normas internacionais para medidas fitossanitárias. **NIMF nº 22**. Estabelecimento de Áreas de Baixa Prevalência de Pragas. [S.l. : s.n.t.], 2005.

FAO – Normas internacionais para medidas fitossanitárias. **NIMF nº 30**. Estabelecimento de áreas de baixa prevalência de moscas-das-frutas (Tephritidae). Brasília, 2008.

FEITOSA, S. S.; SILVA, P. R. R.; PÁDUA, L. E. M.; CARVALHO, E. M. S.; PAZ, J. K. S.; PAIVA, D. R. Flutuação populacional de mosca das frutas (Diptera: Tephritidae) associadas a variedades de manga no Município de São José de Freitas-Piauí. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 30, p. 112-117, 2008.

FIORAVANCO, J. C.; PAIVA, M. C. Competitividade e fruticultura brasileira. **Informações econômicas**, São Paulo, v. 32, n. 7, p. 24-40, Jul. 2002.

FITT, G. P. The role of interspecific interactions in the dynamics of tephritid populations. In: ROBINSON, A. S.; HOOPER, G. (Ed.). **Fruit flies: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1989. p. 281-300.

GARCIA, F. R. M. Fruit fly: biological and ecological aspects. In: BANDEIRA, R. R. (Ed.). **Current trends in fruit flies control on perennial crops and research prospects**. Kerala: Transworld Research Network, 2009. p. 1-35.

GARCIA, F. R. M.; CORSEUIL, E. Influência de fatores climáticos sobre moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares de pessegueiro em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Revista Faculdade Zootecnia Veterinária Agronomia**, Uruguaiana, v. 5/6, n. 1, p. 71-75, 1998/1999.

Haji, F. N. P.; MIRANDA, J. G. Moscas-das-frutas nos Estados brasileiros: Pernambuco. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. São Paulo: Holos, 2000. 327 p.

Haji, F. N. P.; MOREIRA, A. N.; ALENCAR, J. A.; BARBOSA, F. R. Praga da mangueira, *Erosomyia mangifera* (Diptera: cecidomyiidae). In: VILELA E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Ed.). **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto, SP: Holos, 2000. Cap. 6, p. 46-47.

IHERIN, H. Von. Laranjas bichadas. **Revista Agr.**, v. 6, n. 70, p. 179-181, 1901.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). 2014. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?>>. Acesso em: 15 Fev. 2016.

KOVALESKI, A. **Processos adaptativos na colonização da maçã (*Malus domestica* L.) por *Anastrepha fraterculus* (Weid) (Diptera: Tephritidae) na região de Vacaria-RS**. 1997. 122 f. Tese (Doutorado) – Departamento de Biologia do Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

MALAVASI, A.; MORGANTE, J. S. Biologia de “moscas-das-frutas” (Diptera, Tephritidae) II: índices de infestação em diferentes hospedeiros e localidades. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 40, n. 1, p. 17-24, 1980.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 20. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2010.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº13. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2012.

MONTES, S. M. N. **Moscas-das-frutas**: importância praga da fruticultura. Sorocaba, SP: Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – Apta, 2006.

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, SP: Holos, 2000. 327 p.

MORGANTE, J. S. **Moscas-das-frutas (Tephritidae)**: características biológicas, detecção e controle. Brasília: FAO/SENIR, 1991. 19 p.

NASCIMENTO, A. S.; HAJI, F. N. P.; CARVALHO, R. S.; COUTINHO, C. C. Monitoramento e caracterização das espécies de moscas-das-frutas presentes na região do submédio São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13 – Fruticultura: negócio agrícola para o século XXI, 1994. Salvador. **Resumos...** Salvador: SBF, 1994. v. 3.

NASCIMENTO, A. S.; ZUCCHI, R. A.; MORGANTE, J. S.; MALAVASI, A. Dinâmica populacional das moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Dip., Tephritidae) no Recôncavo Baiano II – Flutuação populacional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, n. 7, p. 969-980, 1982.

NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. S.; MALAVASI, A. Monitoramento populacional. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil** – Conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos, 2000. p. 109-117.

NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. S. Pragas da mangueira. In: SOBRINHO, R. B.; CARDOSO, J. E.; FREIRE, C. O. (Ed.). **Pragas de fruteiras tropicais de importância agroindustrial**. [p. 155-167]. Brasília: Embrapa-SPI; Fortaleza: Embrapa – CNPAT, 1988.

NOJOSA, G. B. A.; HENZ, G. P.; SATHLER, F. G. L. A Introdução de pragas e seu impacto sobre o acesso a mercados. In: ——. **Defesa vegetal: fundamentos, ferramentas, políticas e perspectivas**. Belo Horizonte: SBDA – Sociedade Brasileira de Defesa Agropecuária, 2015.

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. **Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 222-228, 2009.

PARANHOS, B. A. J.; LIMA, T. C. C.; GAMA, F. C. **Controle de moscas-das-frutas no Vale do São Francisco**. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2013. 4 p. (Embrapa – Instruções Técnicas, 11).

PARANHOS, B. A. J.; BARBOSA, F. R. Pragas- chave na cultura da mangueira. In: MENEZES, E. A.; BARBOSA, F. R. (Ed.). **Pragas da mangueira: monitoramento, nível de ação e controle**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. Cap. 2, p. 51-69.

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

PUZZI, D.; ORLANDO, A. Estudos sobre a ecologia das moscas-das-frutas no Estado de São Paulo, visando o controle racional da praga. **Arq. Inst. Biol.**, v. 32, n. 1, p. 7-20, 1965.

RAGA, A.; MACHADO, R. A.; SOUZA-FILHO, M. F.; SATO, M. E.; SILOTO, R. C. Tephritidea (Diptera) species from Myrtaceae fruits in the state of São Paulo, Brasil. **Entomotropica**, v. 20, p. 11-14, 2005.

RONCHI-TELES, B. **Ocorrência e flutuação populacional de espécies de moscas-das-frutas e parasitóides, com ênfase para o gênero *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae), na Amazônia brasileira, Manaus**. 2000. Tese (Doutorado) – INPA/UA, Manaus, 2000.

RONCHI-TELES, B.; SILVA, N. M. Flutuação populacional de espécies de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) na região de Manaus, AM. **Neotropical Entomology**, Piracicaba, SP, v. 34, n. 5, p. 733-741, 2005.

SANTOS, P. S.; BOARETTO, M. A.; VIANA, R. M.; NASCIMENTO, M.; SILVA, C. G. V.; RIBEIRO, A. E. L.; LEMOS, O. L. Monitoramento de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares comerciais de manga (*Mangifera indica* L.), na região do rio Gavião-BA. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 7., 2003, Vitória da Conquista. **Anais...** Vitória da Conquista, BA: UESB, 2003. p. 69-72.

SALLES, L. A. B. **Bioecologia e controle da mosca-das-frutas sul-americanas**. Pelotas, RS: EMBRAPA/ CNPCT, 1995. 58 p.

SELIVON, D. Relações com as plantas hospedeiras. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. [Cap. 9, p. 87-91]. Ribeirão Preto, SP: Holos, 2000.

SILVA D. R. B. **Influência de dois mecanismos de competição entre *Anastrepha obliqua* e *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) na ocupação do fruto hospedeiro manga (*Mangifera indica* L.)**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

SILVA, R. A.; LEMOS, W. W. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011. p. 223-236.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; VILA NOVA, N. A. **Manual de ecologia dos insetos**. 15. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419 p.

SOBRINHO, R. B.; MALAVASI, A.; MESQUITA, A. L. M.; OMETO, A. C. F. **Manual operacional para levantamento, detecção, monitoramento e controle de moscas-das-frutas**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 29 p. (Circular Técnica, 9).

SOUZA, J. S.; ALMEIDA, C. O.; ARAÚJO, J. L. P.; CARDOSO, C. E. L. Aspectos Socioeconômicos. In: GRNU, P. J. C.; PINTO, A. C. Q. **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 21-29.

SUGAYAMA, R. L. ***Anastrepha fraterculus* (Wildemann) (Diptera: Tephritidae) na região produtora de maçãs do Rio Grande do Sul: relação com seus inimigos naturais e potencial para controle biológico**, 2000. 117 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

SUGAYAMA, R. L.; KOVALESKI, A.; LIEDO, P.; MALAVASI, A. Colonization of a new fruit crop by *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in Brazil: a demographic analysis. **Environmental Entomology**, v. 27, p. 642-648, 1998.

THOMAS, D. B. Reproductive phenology of the mexican fruit fly, *Anastrepha ludens* (Low) (Diptera: Tephritidae) in the Sierra Madre Oriental, Northern Mexico. **Neotropical Entomology**, Piracicaba, SP, v. 32, n. 3, p. 385-397, 2003.

UCHÔA, M. A. Fruit flies (Diptera: Tephritoidea): biology, host plants, natural enemies, and the implications to their natural control. In: LARRAMENDY, M. L.; SOLONESKII, S. **Integrated pest management and pest control: current and future tactics**. Croácia: Intech, 2012. p. 271-301.

UCHÔA-FERNANDES, M. A.; OLIVEIRA, I.; MOLINA, R. M. S.; ZUCCHI, R. A. **Biodiversity of frugivorous flies (Diptera: Tephritoidea)**, Londrina, PR, v. 32, n. 2, 2003.

URAMOTO, K.; WALDER, J. M. M.; ZUCCHI, R. A. Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. **Neotropical Entomology**, Piracicaba, SP, v. 34, n. 1, p. 33-39, 2005.

VELOSO, V. R. S.; FERNANDES, P. M.; ROCHA, M. R.; QUEIROZ, M. V.; SILVA, R. M. R. Armadilha para monitoramento e controle das moscas-das-frutas *Anastrepha* spp. e *Ceratitis capitata* (Wied.). **Na. Soc. Entomol.**, Brasil, v. 23, n. 3, 1994.

VELOSO, V. R. S.; PEREIRA, A. F.; RABELO, L. R. S.; CAIXETA, C. V. D.; FERREIRA, G. A. Moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) no Estado de Goiás: ocorrência e distribuição. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 42, n. 3, p. 357-367, 2012.

VIANA, R. E. **Dinâmica populacional de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em três pólos de fruticultura do Nordeste brasileiro**. 2009. 72 f. Dissertação (Mestrado) – UNEB, Juazeiro, BA, 2009.

VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. **Histórico e impactos das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto, SP, Holos, 2001.

VIRGINIO, J. F. **Área de proteção fitossanitária para o controle e a exclusão de pragas no Vale do São Francisco**: antecedentes, importância e proposta. 2010. 93 f. Dissertação (Mestrado) – UNEB, Juazeiro, BA, 2010.

ZAHLER, P. M. Moscas-das-frutas em três pomares do Distrito Federal: levantamento de espécies e flutuação populacional. **Ciência e Cultura**, Piracicaba, SP, v. 42, n. 2, p. 177-188, 1990.

ZAHLER, P. M. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em dois pomares de manga (*Mangifera indica* L.) do Distrito Federal: levantamento de espécies e flutuação populacional. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 38, n. 217, p. 206-216, 1991.

ZANARDI, O. Z.; NAVA, D. E.; BOOTTON, M.; GRUTZMACHER, A. D.; MACHOTA, J. R. R.; BISOGNIN, M. Desenvolvimento e reprodução da mosca-do-mediterrâneo em caqui, macieira, pessegueiro e videira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, p. 682-688, 2011.

ZUCCHI, R. A. Taxonomia. In: **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil** – Conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, SP: Holos, 2000. 327 p.

ZUCCHI, R. A. Moscas-das-frutas (Dip, Tephritidae) no Brasil: taxonomia, distribuição geográfica e hospedeiros. In: SOUZA, H. M. L. (Coord.). **Moscas-das-frutas no Brasil**. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1988. p. 1-10.

ZUCCHI, R. A. **Fruit flies in Brasil**: host and parasitoids of the mediterranean fruit fly. 2012. Disponível em: <[www.Lea.esalq.usp.br/ceratitis/updatedon February19,2013](http://www.Lea.esalq.usp.br/ceratitis/updatedonFebruary19,2013)>. Acesso em: 6 Jan. 2016.

ZUCOLOTO, F. S. Alimentação e nutrição de moscas-das-frutas. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimentos básicos e aplicados. Ribeirão Preto, SP: Holos, 2000. Cap. 7, p. 67-80.