



Embrapa

Amazônia Oriental

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DESENVOLVIMENTO RURAL - NCADR
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA
AMAZÔNIA ORIENTAL
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRICULTURAS AMAZÔNICAS

ALISON PUREZA CASTILHO

ÍNDICES DE INFESTAÇÃO DE LARANJA POR *Anastrepha serpentina*
(WIEDEMANN) (DIP., TEPHRITIDAE) E PARASITÓIDES ASSOCIADOS EM
DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO EM CAPITÃO POÇO, PARÁ

BELÉM, PA

2013

ALISON PUREZA CASTILHO

ÍNDICES DE INFESTAÇÃO DE LARANJA POR *ANASTREPHA SERPENTINA*
(WIEDEMANN) (DIP., TEPHRITIDAE) E PARASITÓIDES ASSOCIADOS EM
DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO EM CAPITÃO POÇO, PARÁ

DISSERTAÇÃO APRESENTADA PARA
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
AGRICULTURAS FAMILIARES E
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRICULTURAS AMAZÔNICAS, NÚCLEO DE
CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DESENVOLVIMENTO
RURAL, UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ.
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA
AGROPECUÁRIA – EMBRAPA AMAZÔNIA
ORIENTAL.
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: AGRICULTURAS
FAMILIARES E DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL
ORIENTADOR PROF^o. DR. WALKYMÁRIO DE
PAULO LEMOS

BELÉM, PARÁ

2013

Alison Pureza Castilho

ÍNDICES DE INFESTAÇÃO DE LARANJA POR *Anastrepha serpentina*
(WIEDEMANN) (DIP., TEPHRITIDAE) E PARASITÓIDES ASSOCIADOS EM
DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO EM CAPITÃO POÇO, PARÁ

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável. Programa de Pós-Graduação em Agriculturas Amazônicas, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Universidade Federal do Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Amazônia Oriental.

Área de concentração: Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável
Orientador Prof^o. Dr. Walkymário de Paulo Lemos

Data da aprovação. Belém – PA: 13/05/2013

Banca Examinadora

Prof^o Dr. Walkymário de Paulo Lemos
Embrapa Amazônia Oriental/NCADR

Prof^o Dr. Osvaldo Ryohei Kato
Embrapa Amazônia Oriental/NCADR

Dr. Ricardo Adaime da Silva
Embrapa Amapá

Aos meus pais, Odilea Pureza Castilho e Benedito Gonçalves Castilho
(*in memoriam*).

DEDICO

Aos meus irmãos.

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que vem iluminando meus caminhos em momentos de maior dificuldade.

A todas as pessoas que contribuíram de alguma forma comigo para esse momento, não só no decorrer do mesmo, e sim durante toda minha vida acadêmica e pessoal que me guiaram até esse momento.

A minha família, em especial aos meus pais, Odilea Pureza Castilho e Benedito Gonçalves Castilho (*in memoriam*), que tenho certeza que deixo orgulhosos com mais esse passo em direção a uma carreira profissional bem estruturada, e aos meus irmãos.

Ao meu orientador, Dr. Walkymário de Paulo Lemos, por todo tempo, paciência e amizade despendidos no decorrer desses anos de convivência.

Aos meus amigos do laboratório de Entomologia (EMBRAPA) por todo apoio, Marcos, Mayara, Leandro, Ivy e mais recentemente, e não menos importante Taciane, pelo apoio e amizade.

A minha companheira de caminhada nessa jornada da vida Franna, por todo apoio e compreensão.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos durante o programa de Pós Graduação.

A Universidade Federal do Pará (UFPA), em especial ao programa de Pós-Graduação em Agriculturas Amazônicas, pela oportunidade de realização desse curso.

A todos os professores, colegas e funcionários do MAFDS pela colaboração e convivência. Em especial aos amigos que fiz no curso, Leandro e Elcio, e todos os demais.

Aos proprietários das áreas onde esta pesquisa foi realizada, por possibilitarem a realização da pesquisa em suas propriedades.

A Embrapa Amazônia Oriental, por disponibilizar infraestrutura, recursos e funcionários para realização desta dissertação.

Ao pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Moisés Mourão Júnior, pelas análises estatísticas dos resultados e pela paciência em todos os momentos.

Enfim, a todos que colaboraram, direta e indiretamente, para a realização deste trabalho.

Muito Obrigado!

“O ser humano vivência a si mesmo, seus pensamentos como algo separado do resto do universo - numa espécie de ilusão de ótica de sua consciência. E essa ilusão é uma espécie de prisão que nos restringe a nossos desejos pessoais, conceitos e ao afeto por pessoas mais próximas. Nossa principal tarefa é a de nos livrarmos dessa prisão, ampliando o nosso círculo de compaixão, para que ele abranja todos os seres vivos e toda a natureza em sua beleza. Ninguém conseguirá alcançar completamente esse objetivo, mas lutar pela sua realização já é por si só parte de nossa liberação e o alicerce de nossa segurança interior.”

Albert Einstein

RESUMO

Nas últimas décadas a fruticultura tropical alcançou desenvolvimento em diferentes partes do mundo, particularmente no Brasil, que se destaca como terceiro maior produtor, o que reflete positivamente na sua balança comercial. Na região Amazônica, esse segmento agrícola também vem se expandindo, especialmente na última década. Dentre os insetos mais danosos à fruticultura amazônica, o complexo de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) destaca-se, sendo seu controle requisito básico para viabilizar exportações de frutas “*in natura*”. As informações sobre moscas-das-frutas na região Amazônica brasileira ainda são escassas, embora se observe avanços nos conhecimentos quando comparado ao início do século. No Pará houve aumento expressivo no conhecimento da diversidade de espécies de moscas-das-frutas, seus inimigos naturais e hospedeiros nos últimos cinco anos. Apesar disso, tais conhecimentos ainda são pequenos em certos estados Amazônicos, quando comparado com outras regiões do Brasil. Dessa forma, esta pesquisa quantificou os índices de infestação por *Anastrepha serpentina* (Wiedemann) (Dip., Tephritidae) em diferentes sistemas de cultivos de laranja e seu respectivo parasitismo no município de Capitão Poço, Pará, ressaltando que essa associação se mostra incomum no território brasileiro. Para tanto, ações de pesquisa foram conduzidas em quatro sistemas de cultivos de laranja (Orgânico Certificado, Orgânico não certificado, Em Transição e Convencional) visando à identificação, nesses ambientes, da resposta de *A. serpentina* e seus parasitóides aos fatores bióticos e abióticos, através da coleta e processamento de frutos em laboratório. Concluiu-se que no município de Capitão Poço ainda é relatada apenas a presença da espécie *A. serpentina* como mosca-das-frutas nos cultivos de laranja avaliados, e a única espécie de parasitóides a ela associada é *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti) (Hym., Braconidae). Os períodos que mais favorecem a presença de *A. serpentina* nos cultivos avaliados são transição chuva-seca e seca. Cultivos orgânico e diversificados são os mais propícios para a manutenção de populações do parasitóide *D. areolatus*. A área orgânica certificada é a que mostra maior estabilidade na interação com fatores bióticos e abióticos. Os níveis de infestação de *A. serpentina* em laranja para a região estudada ainda são baixos quando comparados a outras regiões brasileiras.

Palavras-chave: Fruticultura. Moscas-das-frutas. Parasitóides. *Doryctobracon areolatus*. Produção Orgânica. *critus sinensis*.

ABSTRACT

In the last decades the tropical fruit production has achieved significant development in different parts of the world, particularly in Brazil, which stands as the third largest producer of fresh fruit, which reflects positively on its trade balance. In the Amazon region, the fruit production is expanding, especially in the last decade. Among the insects with the greatest potential for damage the Amazon fruticulture, the fruit flies complex (Diptera: Tephritidae) is the most important, and their control is a basic requirement to enable the export of fruits "*in natura*". Informations about fruit flies occurrence in the Brazilian Amazon region are still scarce, although there is progress on this knowledge when compared to the beginning of this century. A significant increase in the knowledge of the diversity of species of fruit flies, their natural enemies and hosts can be seen in the last five years in the Pará State, Brazil. Nevertheless, such knowledge are still scarce in some Amazonian states, when compared with others Brazilian regions. Thus, this study aimed to quantify the rates of infestation and parasitism of *Anastrepha serpentina* (Wiedemann) (Dip., Tephritidae) in different orange cropping systems in the municipality of Capitão Poço, State of Pará. Therefore, research actions have been implemented in four cropping systems orange (organic certified, organic uncertified, in transition and conventional) aiming to identify, in these environments, the response of *A. serpentina* and their parasitoids to biotic and abiotic factors, through the collection and processing of fruit in the laboratory. Our conclusions show that in the municipality of Capitão Poço (PA) is still only reported the presence of *A. serpentina* as fruit fly in orange crops evaluated, and the only parasitoid species associated is *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti) (Hym., Braconidae). The periods over which favor the presence of *A. serpentina* in crops evaluated are transition of rain-drought and drought. The certified organic area show the greatest stability in interaction with biotic and abiotic factors. Infestation levels of *A. serpentina* in oranges is still low for the region when compared with others Brazilian regions.

Key words:

Doryctobracon areolatus. Fruit Production. Fruit-flies. Parasitoids. Organic production

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Pág.
Figura 1 – Detalhe esquemático do ciclo biológico das moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em condições ambientais.....	27
Figura 2 – Detalhes da localização do município de Capitão Poço e das áreas de pesquisa.....	41
Figura 3 – Precipitação mensal nos diferentes períodos de coletas de frutos de laranja no município de Capitão Poço, PA.....	56
Figura 4 – Número de pupas (média ± EP) de <i>A. serpentina</i> em diferentes sistemas de cultivo de laranja ao longo do ano.....	57
Figura 5 – Número de adultos (média ± EP) de <i>A. serpentina</i> em diferentes sistemas de cultivo de laranja ao longo do ano.....	59
Figura 6 – Índices de infestação/kg para cada área em cada período.....	60
Figura 7 – Índices de infestação/nº de frutos para cada área em cada período.....	60
Figura 8 – Número de parasitóides (média ± EP) nos diferentes sistemas de laranja.....	64
Figura 9 – Índices de parasitismo (média ± EP) nos diferentes sistemas de laranja.....	65
Figura 10 – Análise de cluster sobre as áreas de cultura em relação aos períodos de coleta.....	67

LISTA DE QUADROS E TABELAS

	Pág.
Quadro 1 – Fatos históricos relevantes da citricultura no Brasil.....	22
Tabela 1 – Organização das áreas de coletas de frutos de laranja diferenciadas de acordo com o sistema de produção empregado.....	40
Tabela 2 – Números de frutos, pupários, adultos e índices de infestação de <i>A. serpentina</i> em diferentes sistemas de cultivo de laranja no Município de Capitão Poço, PA.....	49
Tabela 3 – Índices de infestação de <i>A. serpentina</i> em diferentes períodos do ano.....	52
Tabela 4 – Número de parasitóides e índice de parasitismo de <i>Doryctobracon areolatus</i> em <i>A. serpentina</i> em diferentes sistemas de cultivo de laranja.....	53
Tabela 5 – Testes de similaridade entre os sistemas de produção para o número de pupas obtidas.....	57
Tabela 6 – Testes de similaridade entre os períodos de coleta para o número de pupas obtidas.....	56
Tabela 7 – Testes de similaridade entre as áreas de coleta para o período de transição chuva-seca em relação ao número de pupas obtidas.....	58
Tabela 8 – Testes de similaridade entre os períodos de coleta para o índice de infestação (pupas/peso kg).....	62
Tabela 9 – Testes de similaridade entre os períodos de coleta para o índice de infestação (pupas/nº frutos).....	63
Tabela 10 – Teste de similaridade entre as áreas de coleta em relação ao índice de parasitismos.....	65

Sumário

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	20
2.1. Geral	20
2.2. Específicos	20
3. REVISÃO DE LITERATURA	21
3.1. IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DA FRUTICULTURA EM DIFERENTES DIMENSÕES	21
3.2. IMPORTÂNCIA DA FRUTICULTURA PARA AGRICULTURA FAMILIAR NO BRASIL	25
3.3. IMPACTOS DAS MOSCAS-DAS-FRUTAS NA FRUTICULTURA	27
3.4. CONHECIMENTO SOBRE MOSCAS-DAS-FRUTAS NO ESTADO DO PARÁ	31
3.5. ESTRATÉGIAS DE MANEJO E CONTROLE DE MOSCAS-DAS-FRUTAS	33
3.6. EFEITOS DE SISTEMAS BIODIVERSOS EM POPULAÇÕES DE INSETOS-PRAGA E INIMIGOS NATURAIS	37
4. METODOLOGIA	40
4.1. LOCAIS DE COLETA: CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS	40
4.1.1. Área orgânica certificada	41
4.1.2. Área orgânica não certificada	42
4.1.3. Área transição convencional-orgânico	42
4.1.4. Área Convencional	43
4.2. COLETAS DE FRUTOS	43
4.3. PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS NO LABORATÓRIO E OBTENÇÃO DOS ADULTOS	44
4.4. IDENTIFICAÇÃO DE ADULTOS DE MOSCAS-DAS-FRUTAS E SEUS PARASITÓIDES	45
4.5. ÍNDICES DE INFESTAÇÃO E PARASITISMO	45
4.6. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	46
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
5.1. AMOSTRAGEM DE FRUTOS EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO DE LARANJA	48
5.2. ÍNDICES DE INFESTAÇÃO DE <i>A. serpentina</i> POR PESO E POR FRUTO DE LARANJA	49

5.3. ÍNDICES DE PARASITISMO DE <i>A. serpentina</i> Por <i>Doryctobracon areolatus</i> EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO DE LARANJA	52
5.4. EFEITOS DO SISTEMA DE CULTIVO E DA ÉPOCA DO ANO NO NÚMERO DE PUPAS DE <i>A. serpentina</i>	54
5.5. EFEITOS DO SISTEMA DE CULTIVO E DA ÉPOCA DO ANO NO NÚMERO DE ADULTOS DE <i>A. serpentina</i>	58
5.6. ÍNDICES DE INFESTAÇÃO DE <i>A. serpentina</i> POR PESO E POR FRUTOS DE LARANJA EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO AO LONGO DO ANO	60
5.7. NÚMERO DE <i>D. areolatus</i> EM IMATUROS DE <i>A. serpentina</i> EM DIFERENTES SISTEMAS CULTIVO DE LARANJA	63
5.8. ÍNDICES DE PARASITISMO EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO AO LONGO DO ANO.....	65
5.9. SIMILARIDADE DO ÍNDICE DE INFESTAÇÃO DE <i>A. serpentina</i> NOS DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO DE LARANJA.....	66
6. CONCLUSÕES	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

1. INTRODUÇÃO

A fruticultura tem alcançado maior expressão na agricultura nacional devido às amplas possibilidades de expansão desse agronegócio, pois o Brasil dispõe de áreas extensas com condições climáticas favoráveis para fruteiras temperadas e tropicais. Além do mais, fruticultores têm incorporado novas tecnologias de produção e sistemas mais organizados de comercialização, dirigidos para grandes mercados, muitas vezes com integração vertical ou mantidos por meio de contratos entre empresas e produtores, cujas pequenas propriedades também desempenham papel importante (BARROS, 2006; NEVES et al., 2011).

O Brasil ocupa a terceira posição no ranking mundial de produção de frutas, com uma produção de, aproximadamente, 41 milhões de toneladas anuais e área plantada em torno de 2,5 milhões de hectares (IBRAF, 2012). As frutas são produzidas em todas as regiões do Brasil, com especialização regional em função do clima, já que regiões como Nordeste e Norte têm maior importância na produção de frutas de clima tropical, como abacaxi (*Ananas comosus*), banana (*Musa spp.*), coco (*Cocos nucifera*), cacau (*Theobroma cacao*), caju (*Anacardium occidentale*), mamão (*Carica papaya*), melão (*Cucumis melo*) e maracujá (*Passiflora spp.*), enquanto as regiões Sudeste e Sul destacam-se na produção de frutas de clima temperado e subtropical, como citros (*Citrus sinensis*), goiaba (*Psidium guajava*), figo (*Ficus carica*), pêra (*Pyrus communis*), pêssego (*Prunus persica*), maçã (*P. malus*) e uva (*Vitis vinifera*). Entretanto, a região Nordeste tem ampliado de forma significativa a produção de frutas temperadas e subtropicais, como uva, laranja, limão e goiaba, no sistema de Produção Integrada (PIF). No Centro-Oeste, região especializada na produção de grãos, a produção de frutas ainda é incipiente (IBRAF, 2010).

A fruticultura é atualmente uma das atividades mais dinâmicas da economia brasileira e tem apresentado evolução contínua. Atende o mercado interno e tem ganhado espaço no mercado internacional, com frutas tropicais, subtropicais e de clima temperado, aumentando o volume das exportações, o número de empresas exportadoras, as espécies de frutas exportadas e os países de destino das exportações (NATALE et al., 2008; NEVES et al., 2010). É, portanto, uma atividade econômica que contribui, de forma bilateral, para o crescimento brasileiro devido as seguintes características: i. é fonte de alimentação, sendo esta uma questão de

segurança nacional; ii. é geradora de emprego para a população, pois cada hectare plantado com fruticultura gera, em média, dois empregos diretos. Além disso, existe a geração de empregos indiretos, gerados antes e depois das colheitas; iii. é geradora de divisas, através das exportações de suco de laranja e de frutas frescas e secas; e iv. o valor da produção da fruticultura é superior a 10 bilhões de reais anuais (NEVES et al., 2010; 2011).

As plantas cítricas (*Citrus* spp.) ocupam o primeiro lugar na produção mundial de frutas, sendo o Brasil o maior produtor mundial de laranjas (*Citrus sinensis*), com 40% da produção mundial, superando dez bilhões de frutos por safra anual (NEVES et al., 2011). O país lidera o mercado mundial de suco de laranja, sendo que em 2003, as exportações de suco atingiram US\$ 1,2 bilhão (ASN, 2012). Dos 27 estados brasileiros, 22 deles cultivam frutas cítricas, com 99,0% da laranja produzida vindo, dos estados de São Paulo, Bahia, Sergipe, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Pará, Santa Catarina, Goiás e Rio de Janeiro, situados nas regiões Sudeste, Nordeste, Sul, Norte e Centro Oeste (MATTOS JUNIOR et al., 2005).

A laranja é a fruteira mais produzida no Brasil, com a produção, em 2011, chegando a mais de 19 milhões de toneladas (BRASIL, 2011) de diferentes variedades, sendo Pêra, Valência, Hamlin, Baía, Natal, Shamouti e Baianinha as mais importantes (SOUZA, 2001; SANCHES; GÜRTLER; FORMAGGIO, 2008). A produção brasileira de laranja é destinada, principalmente, à indústria de suco concentrado e congelado (SLCC) que, em sua maior parte, é direcionada ao mercado externo. No mercado interno a laranja é consumida, preferencialmente, na forma de fruta fresca e os sucos, predominantes, são de laranja reconstituídos (MATTOS JUNIOR et al., 2005). Embora seja o maior produtor mundial de laranjas, o Brasil ainda enfrenta problemas fitossanitários graves provocados por insetos-praga, doenças e plantas daninhas (AMARO, 2004; DANTAS; DANTAS; COELHO, 2009; ANDRIGUETO, 2011).

Dentre as pragas, que podem ser definidas como qualquer espécie, raça ou biótipo de vegetais, animais ou agentes patogênicos, nocivos aos vegetais ou produtos vegetais (FAO, 2006), merecem destaque, pelo seu potencial destrutivo, as mosca-das-frutas (SILVA et al., 2012; MARTINS et al., 2012; CANAL et al., 2013), que são insetos pertencentes à ordem Diptera, subordem Brachycera e família Tephritidae (MC ALPINE, 1989).

As moscas-das-frutas são pragas importantes da fruticultura mundial por provocarem perdas significativas à produção (NASCIMENTO et al., 2000), exigirem custos elevados de controle e por serem o maior obstáculo ao livre trânsito de frutas “*in natura*” no comércio mundial. Devido às barreiras fitossanitárias, a presença de espécies de moscas-das-frutas em áreas de fruticultura tem limitado as exportações brasileiras de frutos frescos e o melhor aproveitamento do potencial do país para essa atividade (SILVA, 2011). Os danos diretos são provocados pelas fêmeas, que depositam suas posturas no interior dos frutos e pelas larvas ao se alimentarem da polpa, deixando o fruto hospedeiro depreciado e inutilizado para a comercialização (ZUCCHI, 2000a; SANCHES, 2008; SILVA et al, 2012).

As principais espécies de moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil são dos gêneros *Anastrepha* Schiner, *Ceratitis* Maclay, *Rhagoletis* Loew e *Bactrocera* Macquart (SALLES, 1994; ZUCCHI, 2000a), sendo *Anastrepha striata* (Schiner), *A. obliqua* (Macquart), *A. distincta* (Greene) e *A. serpentina* (Wiedemann) as espécies mais danosas para frutíferas do Estado do Pará (Lemos et al., 2011b).

O Brasil, dada a grande extensão territorial, clima tropical e alta biodiversidade ainda encontra dificuldades em estabelecer estratégias eficazes de manejo e controle de moscas-das-frutas, pois esse grupo de insetos possui alta capacidade adaptativa e comportamentos distintos entre as regiões de ocorrência (SILVA et al., 2011a). De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), o prejuízo mundial causado por esses insetos é de US\$ 1,7 bilhão por ano, sendo 10% desse valor somente no Brasil (IBRAF, 2013). Assim, o ataque de moscas-das-frutas em pomares de laranja brasileiros poderá causar sérios prejuízos econômicos e sociais (SALLES, 2001) e prejudicar a balança comercial do país.

O Estado do Pará destaca-se como maior produtor de frutas da região Amazônica e, dentre as espécies de maior relevância, a citricultura ocupa posição estratégica na produção estadual (IBRAF, 2010), posicionando o estado como sexto maior produtor brasileiro de laranjas e com condições ambientais favoráveis à produção de frutos com características valorizadas pelos mercados de frutos frescos e para a elaboração de sucos de alta qualidade (IBRAF, 2012). O município de Capitão Poço, localizado no nordeste paraense, destaca-se como um dos principais produtores de laranjas do estado, sendo a hortifruticultura importante dentro de uma perspectiva social, econômica e ecológica dada as condições favoráveis de clima,

solo e mercado, características essas que proporcionaram aumento considerável no cultivo de laranja no município, que atualmente detém cerca de dois milhões de plantas, tornando-se maior produtor de citros da região Norte do Brasil (IBGE, 2012).

A atividade agrícola orgânica tem crescido significativamente no mundo, principalmente, pela necessidade de preservação ambiental e exigências das sociedades civil e acadêmica por alimentos mais saudáveis e não prejudiciais à saúde (AARSET et al., 2004; ADAMIDES, 2013). Dentre as várias culturas orgânicas trabalhadas no Brasil, a citricultura tem merecido destaque pelos números expressivos, que traduzem a importância econômica e social da atividade para a economia e o desenvolvimento rural do país (SILVA; TRECENTE; BOSQUÊ, 2007). Tais resultados refletem em área plantada ao redor de 1 milhão de hectares de laranja orgânica e produção de frutos superior a 19 milhões de toneladas (FEBLAM, 2009).

A produção de laranja orgânica brasileira cresceu 233% entre 1999 e 2000, atingindo 1,5 milhão de caixas, que foram exportadas para países europeus e para os Estados Unidos da América (NEVES et al., 2004). O Instituto Brasileiro Biodinâmico (IBD), instituição não governamental no país, revelava em 2007 existir 5.876 ha de laranja em processo de conversão de lavoura convencional para orgânica, valor que atualmente deve ser superior, sendo o Brasil, por esse motivo, o líder do ranking (NEVES, 2011). Tem-se observado, nos últimos anos, um mercado consumidor mais exigente e preocupado com a qualidade dos alimentos consumidos. Nesse aspecto, a produção orgânica desponta como alternativa ao modelo de produção baseado em pacotes tecnológicos advindos da revolução verde (CAPORAL, 2004).

Com o intuito de controlar surtos de pragas houve aplicações crescentes de insumos agrícolas sintéticos e elevação dos custos com tratamento fitossanitário nos diferentes cultivos, tornando-os mais dispendiosos e agressivos ao meio ambiente (CAPORAL, 2000). Apesar dos investimentos em agrotóxicos¹ nos últimos

¹ Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989 - Presidência da República. Art. 2º Para os efeitos desta Lei considera-se: I - agrotóxicos e afins:

a) os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos;

b) substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento;

anos, o problema com ataques de moscas-das-frutas na fruticultura ainda é persistente, pois, no modelo de cultivo da agricultura convencional os produtores, em geral, só se preocupam com as consequências da incidência de pragas, sem, contudo, investigar as reais causas de sua origem. Além do mais, raramente têm buscado formas alternativas de manejo e controle dessas pragas (CAPORAL, 2000).

O modelo de cultivo de citros adotado no município de Capitão Poço, PA, ainda reflete, em sua maioria, o mesmo da citricultura brasileira, que desde o início de sua implantação cada citricultor trabalha individualmente, desconhecendo o comportamento de insetos e doenças e as formas eficazes de combatê-los. Nesse modelo convencional, tão logo são observados os sintomas de ataques nos frutos, os mesmos são pulverizados com inseticidas químicos sintéticos, que em geral provocam desequilíbrios biológicos, ressurgência de insetos-praga e surgimento de novas interações insetos-planta, geralmente pela eliminação de seus inimigos naturais (ALTIERI, 2003; VENZON; PAULO JÚNIOR; PALLINI, 2008). Nesse modelo de cultivo os danos funcionam como uma tomada de decisão para o início do controle (DONADIO; GRAVENA, 1994).

O manejo adequado de moscas-das-frutas, como de qualquer outra espécie-praga, vai além do modelo convencional e requer conhecimento prévio da biologia, ecologia, comportamento, flutuação populacional, plantas hospedeiras e outros aspectos, que possibilitarão adequado e seguro diagnóstico da praga (SALLES, 2001). Lutzenberger (1985) ressaltou que praga é sintoma e não a causa do problema. A partir dessas percepções, surgiu décadas antes, a discussão do Manejo Integrado de Pragas (MIP), que de acordo com Panizzi e Parra (1991) compreende a utilização dos mais variados métodos de controle e, que para a sua implementação efetiva, são necessários o entendimento e planejamento do agroecossistema em questão, onde se analise a questão custo/benefício da sua implementação e se conheça a tolerância da cultura aos danos das pragas. Outra definição de Manejo Integrado de Pragas, adotada pelo painel organizado pela "*Food and Agriculture Organization (FAO)*", refere-se ao sistema de manejo de pragas, que associa o ambiente e a dinâmica populacional da espécie, utilizando todas as técnicas apropriadas e métodos de forma tão compatível quanto possível e mantém a população da praga em níveis abaixo daqueles capazes de causar dano

II - componentes: os princípios ativos, os produtos técnicos, suas matérias-primas, os ingredientes inertes e aditivos usados na fabricação de agrotóxicos e afins.

econômico. Os fundamentos do Controle Integrado e do Manejo Integrado de Pragas baseiam-se em quatro elementos: i) exploração do controle natural, ii) dos níveis de tolerância das plantas aos danos causados pelas pragas, iii) no monitoramento das populações para tomadas de decisão e iv) na biologia e ecologia da cultura e de suas pragas (FERREIRA, 2012).

Para diminuir a dependência dos agrotóxicos na agricultura é necessária a adoção de novas tecnologias no campo, o que exigirá, dentre outras coisas, vontade do agricultor de inovar, com vistas ao futuro e à existência de políticas públicas incentivadoras (VENZON, 2008). De acordo com Panizzi e Parra (1991) não há nada mais simples do que usar um agrotóxico no curto prazo, mas, por não representarem soluções duradouras, sua aplicação como medida isolada deve ser substituída, em favor do MIP, mesmo que isto reflita, inicialmente, em novo problema para os agricultores, na busca de resultados seguros no médio e longo prazos. Portanto, o desafio é que a agricultura do imediatismo ceda lugar à agricultura do custo-benefício medido e planejado, onde alimentos contaminados com resíduos tóxicos sejam cada vez mais rejeitados pelos consumidores (BARROS, 2006).

Um programa de controle de pragas eficiente e ecologicamente sustentável busca investigar as causas do problema e não apenas suas consequências. Para Miklós (1999) é preciso grande experiência no trato com o cultivo e a interação do mesmo com o agroecossistema para optar pela melhor prática de manejo. Essas percepções perpassam as discussões dos princípios agroecológicos, que aparecem como alternativa viável em busca de um modelo de agricultura mais sustentável (GUZMÁN; GONZÁLEZ DE MOLINA; SEVILLA GUZMÁN, 2000) em todas as suas multidensões. Assim, é possível perceber que a Agroecologia vem se constituindo na ciência base de um novo modelo de desenvolvimento rural, que tem sido construído ao longo das últimas décadas. Isto ocorre, entre outras razões, porque a Agroecologia se apresenta como uma matriz disciplinar (SEVILLA GUZMÁN; WOODGATE, 2002) integradora, totalizante, holística, capaz de apreender e aplicar conhecimentos gerados em diferentes disciplinas científicas, de maneira que passou a ser um dos principais enfoques científicos atuais, quando o objetivo é a transição dos atuais modelos de desenvolvimento rural e de agricultura insustentáveis para estilos de desenvolvimento rural e de agricultura sustentáveis (CAPORAL; COSTABEBER 2000a; 2000b; 2001; 2002; 2004a; 2004b).

A Agroecologia não se apresenta, no entanto, como uma resposta milagrosa e única para todos os problemas gerados pelas ações antrópicas de nossos modelos de produção e consumo, nem pretende ser a solução para os problemas causados pelas estruturas econômicas globalizadas e oligopolizadas, senão que busca, simplesmente, orientar estratégias sustentáveis de desenvolvimento rural e de transição para novos estilos de agriculturas, como uma contribuição para a vida das atuais e futuras gerações neste planeta de recursos limitados (ALTIERI, 2012).

Defende-se que, a partir dos princípios da Agroecologia, exista um potencial técnico-científico já conhecido e que será capaz de impulsionar mudanças substanciais no meio rural e na agricultura e, portanto, poderá servir como base para reorientar ações de ensino, pesquisa e assessoria ou assistência técnica e extensão rural, em uma perspectiva que assegure maior sustentabilidade sócio-ambiental e econômica para os diferentes agroecossistemas, tendo o MIP como um dos diversos aliados para tal objetivo ser alcançado.

A partir das colocações aferidas acima e considerando a premissa de que ambientes biodiversificados contribuem para manter e/ou aumentar a sustentabilidade dos agroecossistemas, tornando-os mais saudáveis e estáveis ecologicamente por apresentarem características próximas as dos ecossistemas naturais, esta dissertação testou as seguintes hipóteses científicas:

i. Cultivos orgânicos de laranja (agroecossistema biodiverso) apresentam características ecológicas mais propícias para a manutenção de inimigos naturais (particularmente parasitóides) e menos favoráveis para incidência de moscas-das-frutas;

ii. Os índices de infestações por moscas-das-frutas, em frutos caídos ao solo e ainda nas plantas, são menores em sistemas de cultivo orgânico de laranja (agroecossistema biodiverso); e

iii. Os maiores índices de parasitismo de moscas-frutas são observados em sistemas de cultivo orgânico de laranja (agroecossistema biodiverso).

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Quantificar os índices de infestação em diferentes sistemas de cultivos de laranja e seus respectivos índices de parasitismo de *Anastrepha serpentina* no município de Capitão Poço, Pará.

2.2. Específicos

- Quantificar os índices de infestação de *A. serpentina* em amostras simples e compostas em diferentes sistemas de cultivo de laranja em Capitão Poço, PA;

- Avaliar a existência de variações nos índices de infestação de *A. serpentina* em laranjas nos diferentes períodos do ano;

- Quantificar e identificar as principais espécies de parasitóides associadas a *A. serpentina* em diferentes sistemas de cultivos de laranja em Capitão Poço, PA; e

- Ampliar o conhecimento da interação tritífica de *A. serpentina* x laranja x parasitóides em sistemas de cultivos de laranja de base ecológica no Pará, subsidiando as ações de pesquisa da “Rede Amazônica de Pesquisa sobre Moscas-das-Frutas - FASE II” no Estado do Pará.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DA FRUTICULTURA EM DIFERENTES DIMENSÕES

A fruticultura é uma atividade econômica, social e alimentar, cujo valor econômico está associado ao fato de produzir frutos para o mercado consumidor e aproveitamento industrial. De acordo com Andrigueto et al. (2007), a produção mundial de frutas naquele ano foi estimada em 540 milhões de toneladas, representando um montante de US\$ 162 bilhões, em valor comercial. Portanto, o mercado internacional de frutas apresenta-se como importante oportunidade de negócio (LEMOS, 2009), sendo o crescimento acentuado das exportações mundiais, na ordem de 19,5% ao ano, capaz de confirmar essa tendência.

O Brasil produz, anualmente, aproximadamente 41 milhões de toneladas de frutas, o que corresponde a 7,2% da produção mundial (IBRAF, 2012), com valor bruto entre 5,4 e 5,8 bilhões de dólares, ou seja, algo em torno de 13% do valor de produção agrícola brasileiro (NEVES et al., 2011). Tal cenário coloca a fruticultura em posição de destaque na expansão do agronegócio brasileiro, especialmente pelo seu potencial de geração de emprego, distribuição de renda e melhoria na qualidade de vidas nas comunidades (DANTAS et al., 2009; LEMOS, 2009). Dessa forma, esse segmento agrícola representa alternativa de desenvolvimento e diversificação no meio rural brasileiro, principalmente para pequenas propriedades familiares (BASA, 2011), que são maioria na Amazônia brasileira.

A expansão da citricultura brasileira, as doenças que vitimaram os pomares e a interligação do mercado interno com o exterior, principalmente na questão dos preços e benefícios acumulados por esse setor do agronegócio nos últimos 40 anos, são apresentados, de forma sistematizada, no Quadro 1.

Quadro 1 - Fatos históricos relevantes da citricultura no Brasil.

Datas	Fatos relevantes
1501	Portugueses trouxeram da Espanha as primeiras plantas cítricas para o Brasil. O objetivo foi criar um abastecimento de vitaminas C para ser utilizada como antídoto do escorbuto, doença que dizimava a maioria das tribulações no período do descobrimento. A introdução da planta cítrica e sua adaptação climática ocorreram de forma tão favorável que elas chegaram a ser confundidas com árvores nativas
1873	Mudas da laranja Baía, também conhecida como baiana ou “de umbigo”, fora levadas para Califórnia (EUA), de onde se espalharam por todo mundo. Mutações da variedade seleta. Por volta 1800, ela já era cultivada nos arredores de Salvador (BA)
1880	Cerca de 30 a 50 mil caixas de laranja, produzidas no Ceará, foram exportadas, anualmente, para Inglaterra. No entanto, devido ao mau estado que chegavam os frutos, em consequência do tratamento em sua colheita e transporte, as exportações foram encerradas
1889	Favorecida pela proximidade do mercado consumidor e condições edafológicas climáticas, a citricultura ganhou força no centro-sul. Nos arredores do Rio de Janeiro existiram muitos pomares comerciais
1915	A diretoria de Agricultura produzia e vendia mudas cítricas enxertadas em laranjeira-azedada. Estas mudas foram transportadas por estradas de ferro
1918	Mudas de laranja baía foram plantadas em Boquim, Sergipe
1927	O governo de São Paulo criou o serviço de Citricultura, vinculado ao Instituto Agrônomo de Campinas e a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), da USP. Os regulamentos que definiam a fiscalização de exportação foram reformulados
1930	Um núcleo de implantações cítricas formou-se em Viçosa (MG), utilizando o limão-cravo como porta-enxerto. No Rio Grande do Sul, cresciam as plantações usando as enxertias “de garfo” em porta enxerto de laranjeira caipira
1932	Áreas cítricas do Rio de Janeiro tornaram-se mais importantes do que as de São Paulo, pois enquanto eram embarcadas 700 mil caixas em São Paulo (SP), 2,3 milhões de caixas foram embarcadas do Rio de Janeiro
1937	Os primeiros casos da doença “tristeza” foram identificados. Em poucos anos, a doença eliminou todas as plantas enxertadas em laranjeira azeda (aproximadamente 10 milhões de árvores) no estado de São Paulo. Restaram árvores de pé-franco (sem enxertia), enxertadas em laranjeira-caipira e em limoeiro-cravo. Esse último passou a se constituir o porta enxerto mais usado pela quase totalidade dos citricultores
1939	Mais de cinco milhões de caixas foram exportadas pelos principais portos do país. Esta fase áurea que a citricultura brasileira viveu se encerrou com a paralisação quase total do tráfico marítimo em virtude da II guerra mundial
1957	No sudoeste do estado de São Paulo surgiu uma séria ameaça, ainda não completamente afastada: o cancro cítrico
1960	A citricultura se expandiu para as regiões de Araraquara e Bebedouro, com o crescimento do mercado da fruta <i>in natura</i>
1961	Foi estabelecido um “registro de plantas Matrizes de citros” e passou a ser obrigatório, aos viveiristas, usarem somente gemas provenientes das matrizes registradas, garantindo assim a sanidade das plantas. Um “Banco de Germoplasma Sadio” foi implantado na Estação experimental de Limeira
1963	Foi instalada em Araraquara (SP) a primeira fábrica de suco concentrado do Brasil, de capital norte-americano. A elevação dos preços do suco nos mercados americano e europeu, em decorrência de uma forte geada na Flórida, incentivou a realização desse empreendimento. No primeiro ano de funcionamento, seis mil toneladas de suco foram exportadas

1964	Iniciou uma acentuada mudança de orientação na escolha das variedades plantadas, aumentando-se a proporção das variedades Natal e Valência, de maturação mais tardia que a pêra. Esse fato abriu a possibilidade para a indústria trabalhar com laranja de junho até janeiro do ano seguinte e em abril e maio com tangerinas
1970	A partir da década de 1970, a indústria de sucos proporcionou a expansão dos pomares paulistas
1977	Criação do Fundo de Defesa da Citricultura (FUNDECITRUS) na campanha nacional de erradicação do cancro cítrico, promovida pelo Ministério da Agricultura
1979	Encontrado cancro cítrico no centro do estado de São Paulo, região com grande produção citrícola
1984	Severa geada nos pomares da Flórida (EUA) iniciou a fase de grande prosperidade da citricultura paulista, com acelerado crescimento do plantio e entrada de novos produtores
1988	A produção paulista supera 200 milhões de caixas
1994	Recorde de produção de laranja da Flórida (EUA), juntamente com elevada produção no estado de São Paulo, provocou excesso de oferta da fruta no mundo, derrubando seu preço. Iniciou-se um período de crise da citricultura brasileira
1997	A produção brasileira de laranja atingiu recorde: 428 milhões de caixas
1999	Normas legais mais rigorosas para a produção de mudas no estado de São Paulo, passando a ser obrigatória a formação de mudas cítricas em viveiros telados, evitando a contaminação das mudas pela Clorose Variegada dos Citros (CVC)
2000	Surge a “Morte Súbita dos Citros”, em Frutal (MG), doença que rapidamente foi encontrada nos pomares paulistas. Essa doença fez com que houvesse uma tendência de novos plantios utilizando o porta-enxerto Citrumelo Swingle, não suscetível a doença, porém, de difícil adaptação as condições edafológicas climáticas do estado de São Paulo
2002	Uma doença nova (<i>Alternaria</i>) começou a prejudicar a produção de tangerinas. Elevou, consideravelmente, o custo de produção da tangerina murcote Surgimento do Greening, nova ameaça aos pomares paulistas
2004	Nesse ano novos eventos marcaram a história da citricultura brasileira. As ações coletivas do agronegócio tomaram maior expressão com as discussões entre as instituições tradicionais e outras novas que dividem responsabilidade para manutenção da competitividade do citricultor e pujança do mercado brasileiro. A reorganização do setor e o panorama atual da citricultura mundial criaram questões sobre custo e rentabilidade
2006	Preço do suco de laranja no mercado internacional atingiu patamares recordes e produtores tentaram negociar contratos com indústrias de suco

Elaborada pelo autor com base em Amaro (1973); Fundecitrus (1980); Neves e Lopes (2005); Borges e Costa (2006).

A citricultura é um dos setores mais competitivos e de maior potencial de crescimento do agronegócio brasileiro, pois o país detém 30% da produção mundial de laranja e 59% de suco de laranja. O sistema agroindustrial citrícola movimenta R\$ 10 bilhões por ano e gera mais de 600 mil empregos diretos e indiretos (FEBLAM, 2009), sendo o acesso a esse mercado dependente de uma complexidade de fatores, que além de competitividade e das tradicionais barreiras fitossanitárias e alfandegárias estabelecidas pelos mercados europeus, americano e asiático exigem,

também, qualidade da fruta produzida (LEMOS, 2009). Dessa forma, conquistas de novos mercados e a manutenção dos já existentes dependem da adequação e capacitação tecnológica, bem como de um amplo domínio do conhecimento dos fatores que regem esses mercados (MALAVASI; NASCIMENTO, 2002). Inovações em pesquisa, tecnologia e logística estão na base da eficiência e liderança do Brasil.

Nas últimas décadas a fruticultura tropical tem alcançado desenvolvimento significativo em diferentes partes do mundo, particularmente no Brasil, que se destaca como o terceiro maior produtor de frutas frescas do mundo, o que reflete, positivamente, na sua balança comercial (LACERDA et al., 2004; LEMOS et al., 2006; BASA, 2008). No ano de 2005, a produção brasileira superou 35 milhões de toneladas, o que representou 5% da produção mundial, ficando atrás apenas da China (167 milhões de toneladas, 24,2% da produção mundial) e Índia (57,9 milhões de toneladas). Já em 2009, a produção brasileira de frutas chegou a 41 milhões de toneladas, correspondendo a um PIB agrícola de US\$ 15,5 bilhões (IBRAF, 2012).

O Brasil exporta em torno de US\$ 1,2 bilhão em suco de laranja, o que representa 80% do mercado mundial, cujo consumo cresce a taxas de 2 a 4% ao ano. Dois terços das exportações brasileiras de laranja destinam-se a União Européia e 15% para os Estados Unidos. Somando-se a isso, a Ásia tem grande potencial de aumento de consumo.

A fruticultura vem se expandindo na região Amazônica, principalmente, na última década (LEMOS, 2009), mostrando-se óbvia, na medida em que a Amazônia apresenta extensão territorial de, aproximadamente, 5,5 milhões de quilômetros quadrados, com a existência de grande diversidade de plantas frutíferas. A preocupação mundial atual com a preservação da Amazônia teve como saldo positivo a exposição da mídia para diversos produtos regionais (HOMMA; FRAZÃO, 2002). Atualmente, a fruticultura corresponde a quarta principal atividade econômica da Amazônia brasileira, sendo superada, respectivamente, pelo minério de ferro, madeira e pecuária (BASA, 2009).

O PIB da fruticultura amazônica no ano de 2005 (dado mais recente) foi de R\$ 380 milhões, sendo que mais de 80% concentrados no estado do Pará, principal produtor (SANTANA, 2008). Uma análise social, no entanto, revela ser a fruticultura a atividade de maior potencial de distribuição de renda para as populações amazônicas, por envolver milhares de pequenos produtores e indústrias

processadoras (BASA, 2009; SINDFRUTAS, 2012). Além dos benefícios econômicos e sociais, a fruticultura provoca baixos impactos ambientais na Amazônia, pois a maioria dos plantios é estabelecido em áreas antes cultivadas com pastos ou culturas anuais e semi perenes.

O estado do Pará tem a fruticultura relativamente bem estruturada nas suas regiões Nordeste e Sudeste. É possível identificar claramente dois tipos de cultivos de fruteiras no Estado do Pará: o primeiro representado pelas fruteiras exóticas [p. ex., abacaxi (*Ananas comosus*); banana (*Musa paradisiaca*); coco (*Cocos nucifera*); mamão (*Carica papaya*); laranja (*Citrus* sp.) e maracujá (*Passiflora edulis*)], que desempenham papel estratégico para o agronegócio paraense (LEMOS, 2009; PEREIRA, 2009) e o segundo pelas fruteiras regionais, que são importantes para a agricultura familiar do Estado. Dentre as fruteiras nativas merecem destaques o açazeiro (*Euterpe oleracea*), cacaueiro (*Theobroma cacao*), cupuaçuzeiro (*T. grandiflorum*) e guaranazeiro (*Paullinia cupana*), além de outras espécies com potencial de exploração econômica (NASCENTE, 2003), como o bacuri (*Platonia insignis*).

3.2. IMPORTÂNCIA DA FRUTICULTURA PARA AGRICULTURA FAMILIAR NO BRASIL

A agricultura familiar no Brasil é um segmento produtivo e social importante. Segundo o Censo Agropecuário de 2006, divulgado pelo Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o setor emprega quase 75% da mão de obra no campo, em aproximadamente cinco milhões de estabelecimentos rurais, representando aproximadamente 40% do valor da produção no Brasil (BRASIL, 2009). Embora essa categoria social ocupe, apenas, 80,25 milhões de hectares, o que representa 24,3% da área dos estabelecimentos agropecuários brasileiros (BRASIL, 2009), ela é responsável por garantir a segurança e soberania alimentar do país.

Mesmo os agricultores brasileiros tendo sofrido diferentes transformações históricas no contexto agrário, como inserção nos mercados de insumos e produtos agropecuários e diferentes graus de capitalização, os mesmos despontam como

importantes atores do desenvolvimento regional (SILVA NETO; BASSO, 2005; ZANG; TONIAL; MISSIO, 2006; PELEGRINI; GAZOLLA, 2008).

Estudos têm reportado a importância estratégica da agricultura familiar para manutenção e recuperação do emprego, redistribuição da renda, garantia de alimentos e desenvolvimento sustentável em diferentes regiões brasileiras (FAO/IN CRA 1996). Esse modelo de agricultura, com enorme potencial produtivo, contribui para a geração de renda e postos de trabalho de famílias que vivem no campo, o que a torna importante mecanismo para o desenvolvimento rural. Contudo, nos últimos anos, em decorrência, principalmente, da queda nos preços de alguns produtos agropecuários no mercado nacional e internacional, a estiagem e elevação dos preços de insumos utilizados nas lavouras, tem se verificado transformação da matriz produtiva de vários municípios (GUANZIROLI et al., 2000). Dessa forma, além das atividades convencionais praticadas pela agricultura familiar, como agricultura de subsistência e pecuária, a fruticultura vem ganhando destaque e concentrando-se, principalmente, em pequenas propriedades com predomínio do trabalho familiar, havendo a contratação de trabalhadores temporários somente nas épocas da colheita dos frutos. Assim sendo, a produção familiar contribui para o sustento da família e gera empregos, proporcionando boas condições de vida para seus membros (PETINARI, 2008).

De acordo com Fayet (2012), a fruticultura nacional tem uma perspectiva de mercado interno e externo mais favorável que os grãos, em virtude da diversidade climática e das novas tecnologias existentes no Brasil, permitindo a produção de frutas praticamente o ano inteiro, o que não ocorre nas principais regiões frutícolas do mundo. A fruticultura demanda mão de obra intensiva e qualificada, fixando o homem no campo e, na maioria dos casos, permitindo boas condições de vida para a família que tenha pequena área agrícola (PETINARI, 2008).

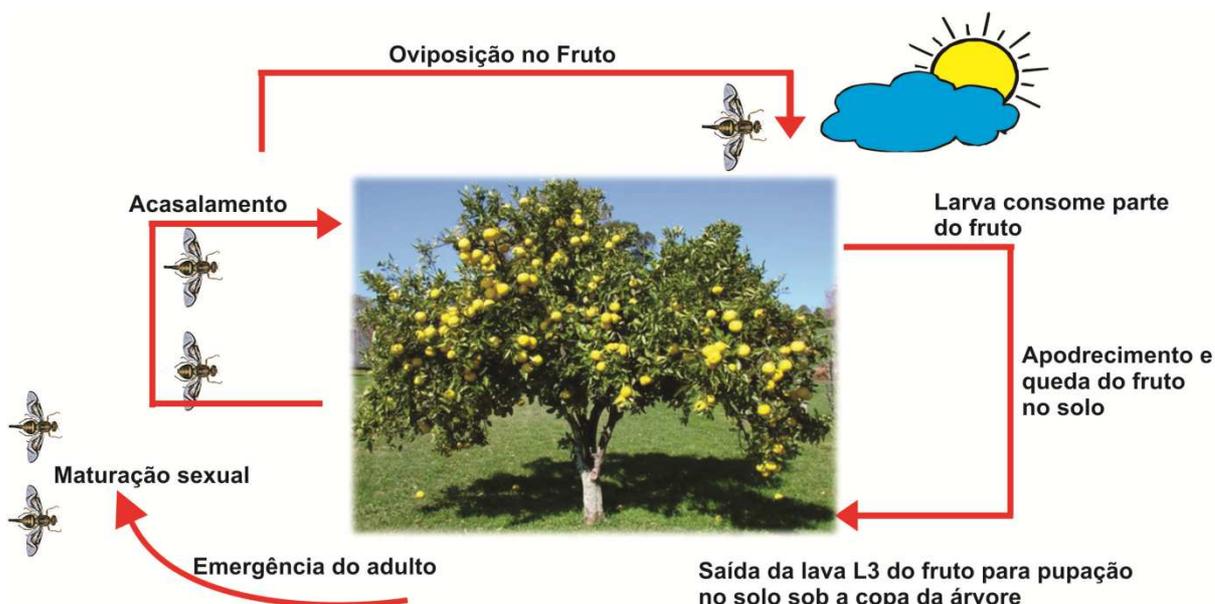
A fruticultura no estado do Pará se apresenta como alternativa de produção para a agricultura familiar, pois propicia diversificação da produção e incrementa a renda do agricultor, contribuindo, também, para a segurança alimentar do núcleo familiar, reforçando a ideia de que se deve apoiar e disseminar alternativas de produção que propiciem a diversificação dos sistemas agrícolas familiares da Amazônia.

3.3. IMPACTOS DAS MOSCAS-DAS-FRUTAS NA FRUTICULTURA

A ocorrência e multiplicação de insetos-praga são gargalos tecnológicos para o desenvolvimento sustentável da fruticultura amazônica, especialmente pelo potencial de interferirem diretamente na qualidade final do produto e, principalmente, pelos requerimentos fitossanitários severos impostos por países importadores (NEVES et al., 2011). Dentre os insetos potencialmente danosos à fruticultura amazônica, o complexo de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) é o mais importante (LEMOS, 2009; 2011a), sendo o seu controle requisito básico para viabilizar a exportação de frutas “*in natura*” (MALAVASI; NASCIMENTO, 2002).

A infestação do fruto hospedeiro de moscas-das-frutas dá-se a partir da oviposição realizada, pelo inseto adulto, no fruto ainda na planta. Após a eclosão, a larva passa a se alimentar do fruto, provocando o apodrecimento e a queda do mesmo. Em seguida, larvas de terceiro instar deixam o fruto e passam ao estágio de pupa no solo próximo as árvores hospedeiras. Posteriormente, ocorre a emergência de adultos, que após a maturação sexual e o acasalamento voltam a ovipositar no fruto dando início a novo ciclo, conforme visualizado na Figura 1.

Figura 1 - Detalhe esquemático do ciclo biológico das moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em condições ambientais.



Elaborado pelo autor com base em Carvalho (2005)

A família Tephritidae é composta por cerca de 4.000 espécies distribuídas em 500 gêneros (WHITE; ELSON-HARRIS, 1992), dentre os quais os mais importantes são *Anastrepha* Schiner, *Bactrocera* Macquart, *Ceratitis* Macleay, *Rhagoletis* Loew e *Toxotrypana* Gerstaecker, cuja principal espécie de importância econômica, *T. curvicauda* Gerstaecker, não ocorre no Brasil (MALAVASI, 2000). Os gêneros *Ceratitis* e *Bactrocera* possuem uma única espécie registrada no Brasil, ou seja, *C. capitata* (Wiedemann) e *B. carambolae* (Drew e Hancock), respectivamente.

No continente americano são registradas 215 espécies do gênero *Anastrepha*, sendo 115 delas de ocorrência no Brasil (ZUCCHI, 2008), representando 53,49% das espécies conhecidas no continente. Na região Amazônica, o gênero *Anastrepha* está representado por 56 espécies, ou seja, cerca da metade das espécies registradas no Brasil (ZUCCHI, 2008). Desse total, 29 são exclusivas da Amazônia Legal (Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins) (ZUCCHI; SILVA; DEUS, 2011). Isso torna esse gênero o mais numeroso e importante economicamente das Américas, destacando-se no Brasil as espécies *A. fraterculus* (Wiedemann); *A. obliqua* (Macquart); *A. sororcula* Zucchi; *A. zenildae* Zucchi; *A. distincta* Greene; *A. grandis* (Macquart); *A. pseudoparallela* (Loew); *A. bistrigata* Bezzi; *A. serpentina* (Wiedemann) e *A. striata* Schiner (ZUCCHI, 2007). Apesar dos avanços nos estudos com moscas-das-frutas no Brasil nos últimos anos, ainda pouco se conhece sobre os hospedeiros de mais da metade das espécies brasileiras de *Anastrepha*. Larvas de moscas desse gênero no Brasil desenvolvem-se em 38 famílias de plantas diferentes, sendo a maior diversidade de hospedeiros pertencentes às famílias Myrtaceae, Sapotaceae, Anacardiaceae e Passifloraceae (ZUCCHI, 2008).

O gênero *Ceratitis* é composto por 78 espécies (DE MEYER, 2000), com ocorrência predominantemente no continente africano. A exceção é a espécie *C. capitata*, conhecida como mosca do mediterrâneo (Moscamed), que está amplamente distribuída em 95 países, incluindo vários do continente americano. É espécie polífaga com mais de 370 espécies de plantas hospedeiras, das quais muitas comerciais. Por tais características, muitos estudiosos (CHRISTENSON; FOOTE, 1960; NORRBOM; HERNANDEZ-ORTIZ, 1995; ZUCCHI; LEMOS; ZUCCHI, 2000b; SILVA et al., 2011) consideram *C. capitata* como uma das pragas mais importantes para a agricultura mundial.

A espécie *C. capitata* tem ampla distribuição no Brasil (MALAVASI; MORGANTE, 1980; RONCHI-TELES; SILVA; URAMOTO; MALAVASI, 1996; SILVA et al., 1998, ZUCCHI, 2008) e está associada a 84 espécies de plantas hospedeiras (ZUCCHI, 2008), demonstrando alta capacidade de adaptação dessa espécie a novos hospedeiros. Sua ocorrência no Brasil relaciona-se, principalmente, a hospedeiros exóticos, embora infeste também frutos nativos. As principais famílias de vegetais atacadas por *C. capitata* são Myrtaceae, Rosacea, Rutaceae, Sapotaceae e Solanaceae (ZUCCHI, 2000b).

O gênero *Bactrocera* é representado no Brasil por uma única espécie, *Bactrocera carambolae* Drew e Hancock, 1994, conhecida como mosca-da-carambola, originária da Indonésia, Malásia e Tailândia (VIJAYSEGARAN; OMAN, 1991). A espécie foi detectada na América do Sul em 1975, em Paramaribo, Suriname. Posteriormente, em 1989, foi relatada na Guiana Francesa. No Brasil, está presente nos estados do Amapá e Roraima. No primeiro foi detectada em 1996, no município de Oiapoque, fronteira com a Guiana Francesa, onde um programa de erradicação está sendo efetuado (ZUCCHI, 2000a). Em fevereiro de 2007, foi detectado no Pará um foco da praga, no Distrito de Monte Dourado, município de Almeirim, limite entre os Estados do Pará e Amapá (ROCHA, 2011), que foi controlado pelo Programa de Erradicação da mosca-da-carambola, desenvolvido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (LEMOS, 2011).

Danos provocados por moscas-das-frutas ocorrem quando suas fêmeas ovipositam nos frutos, pois a punctura e as galerias abertas pelas larvas na polpa facilitam a penetração de microorganismos fitopatogênicos nos mesmos, depreciando-os. Assim, perdas diretas são causadas pela diminuição da produção (frutos infestados caem precocemente no chão); aumento no custo da produção (controle químico, ensacamento, monitoramento); menor valor da produção (frutos de baixa qualidade possuem menor valor comercial) e menor tempo de prateleira (as frutas apodrecem mais rapidamente). As perdas indiretas estão associadas às questões de mercado, pois frutas produzidas em áreas infestadas não podem ser exportadas para países com barreiras quarentenárias (MALAVASI, 2000).

A diversidade de hospedeiros, que constituem fontes de alimento larval, é variável com a espécie de mosca-das-frutas, sendo a seleção do hospedeiro feita pela fêmea. Logo, Sag (1995) acredita que a distribuição geográfica de uma espécie é determinada pela presença de seus hospedeiros, pois larvas não trocam de

hospedeiro. *Ceratites capitata* e algumas espécies de *Anastrepha* consideradas pragas são polífitas ou oligófitas, portanto, é provável que essas espécies apresentem distribuição geográfica mais ampla que aquelas especialistas (SELIVON, 2000). Dessa forma, acredita-se que a distribuição geográfica de uma espécie está intimamente relacionada à distribuição dos seus frutos hospedeiros ao longo do ano, comportamento esse que deverá seguir o mesmo padrão na região Amazônica do Brasil.

A colonização do fruto hospedeiro por moscas-das-frutas está vinculada às diferenças na capacidade adaptativa entre as espécies e a sua biogeografia, que são fatores ecológicos determinantes para exploração de acordo com a região onde habitam (HERNANDEZ-ORTIZ, 1992). Assim, plantas introduzidas influenciam a dispersão de muitas espécies de moscas, ampliando a distribuição geográfica das mesmas (SELIVON, 2000), como *C. capitata*, que foi introduzida no Brasil e atualmente infesta grande variedade de fruteiras nativas (SOUZA FILHO, 1999). Por outro lado, espécies nativas do gênero *Anastrepha*, quando em condições ambientais alteradas ou modelo de sistema de cultivo estabelecido, poderão utilizar plantas introduzidas como hospedeiras. Dessa forma, Selivon (2000) revelou que perturbações antrópicas favorecerão o deslocamento de fitófago de seu hospedeiro primário para frutos exóticos cultivados.

Praticamente metade dos frutos comestíveis existentes na região Amazônica é composta por frutíferas nativas, muitas das quais ocorrem em ambientes silvestres. Essa disponibilidade de frutos hospedeiros, aliada à elevada biodiversidade inerente aos ecossistemas amazônicos, tornam essas frutíferas sítios potenciais de infestação permanente, pois produzem frutos intercaladamente ao longo do ano (SILVA; RONCHI-TELES, 2000). A existência de hospedeiros facultativos ou silvestres próximos a pomares comerciais agrava o problema de controle da população (MALAVASI; MORGANTE, 1980), fato esse comum na região Amazônica brasileira.

Informações sobre moscas-das-frutas na região Amazônica brasileira ainda são escassas (ZUCCHI, 2007), embora se observem avanços nesses conhecimentos (SILVA et al., 2011a) quando comparado às informações apresentadas por Silva e Ronchi-Teles (2000). O Amapá foi o Estado da região onde as pesquisas com moscas-das-frutas mais cresceu nos últimos anos, principalmente, alavancadas pela detecção da mosca-da-carambola no seu território em 1996 e

estabelecimento de equipe técnica qualificada trabalhando com a temática. Foram registradas, até o momento, além de *B. carambolae*, 33 espécies de *Anastrepha* (ZUCCHI, 2008), sendo outras ainda em fase de identificação no Estado do Amapá.

3.4. CONHECIMENTO SOBRE MOSCAS-DAS-FRUTAS NO ESTADO DO PARÁ

Um aumento expressivo no conhecimento da diversidade de espécies de moscas-das-frutas no estado do Pará é perceptível nos últimos anos (LEMOS et al., 2011), embora esses números tenham permanecido inalterados até 2007 (ZUCCHI, 2007), com 14 espécies de *Anastrepha* e *C. capitata* (CARVALHO; NASCIMENTO; MASTRONGOLO, 2000; SILVA; RONCHI-TELES, 2000). Também no ano de 2007, foi detectada a presença da mosca-da-carambola no território paraense (ROCHA, 2007). Entretanto, no fim daquele ano, o Estado voltou a não ter mais registro oficial da espécie. O alcance desse resultado foi devido à operação eficiente de defesa fitossanitária promovida pela equipe do Programa Nacional de Erradicação da Mosca da Carambola (PNEMC), liderado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), com auxílio da Superintendência Federal de Agricultura do Estado do Pará (SFA-PA) e Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará (ADEPARÁ). Atualmente no estado do Pará são registradas 23 espécies de moscas-das-frutas (22 espécies de *Anastrepha* e *C. capitata*) (LEMOS et al. 2011). Embora ainda subestimados, esses números representam cerca de 20% das espécies de *Anastrepha* conhecidas no Brasil (ZUCCHI, 2008).

O primeiro registro de parasitóides de moscas-das-frutas no Pará foi de *D. areolatus* em *A. obliqua* na cultura da acerola nos municípios de Castanhal e Tomé-Açu (OHASHI et al., 1997). Após mais de uma década, outras associações entre inimigos naturais e moscas-das-frutas foram estabelecidas (OLIVEIRA et al., 2008; PEREIRA, 2009). Três espécies de parasitóides estão registradas no Estado: *D. areolatus*, *O. bellus* e *A. pelleranoi*, sendo os dois primeiros os mais frequentes (LEMOS et al., 2011). *D. areolatus* já foi registrado em larvas de moscas-das-frutas associadas a oito hospedeiros, em praticamente todos os locais de coleta. *O. bellus*, porém, não foi constatado na região do Baixo Amazonas (LEMOS et al., 2011).

O município de Capitão Poço, localizado na região Nordeste do estado do Pará, distante 226 km da capital Belém, tem sua história vinculada diretamente ao

processo do avanço das frentes pioneiras, que resultaram na instalação de imigrantes, originários de outras partes do território brasileiro. Atualmente, o município é mais conhecido por ser o principal polo citrícola do estado do Pará, sendo esses cultivos estabelecidos em diferentes sistemas, desde o mais tradicional (monocultivo) até sistemas de base ecológica, como os Sistemas Agroflorestais (SAF's) e cultivos orgânicos. Entretanto, apesar da importância desse município no cenário estadual de produtores de frutas, pouco se conhece, ainda, acerca da diversidade de moscas-das-frutas e seus inimigos naturais (parasitóides) presentes nos diferentes cultivos estabelecidos no município.

Pesquisas recentes revelaram que a espécie *Anastrepha serpentina* (Wiedemann) tem se destacado como importante praga de citros no Pará (LEMOS et al., 2011b), embora já tenha sido registrada em vinte estados brasileiros e no Distrito Federal (ZHALER, 1991; ZUCCHI, 2008), associadas a 16 espécies de hospedeiros diferentes: Sapotaceae (10 hospedeiros), Rubiaceae (2), Anacardiaceae (1), Clusiaceae (1) Hippocrateaceae (1) e Moraceae (1) (Zucchi 2008). Os hospedeiros principais de *A. serpentina* no Brasil são da família Sapotaceae, tendo como gêneros principais *Pouteria* e *Manilkara*, com quatro e três espécies respectivamente (Zucchi 2008).

O primeiro registro de *A. serpentina* em Rutaceae no Brasil ocorreu em 2011 por Lemos et al. (2011 b), em coletas realizadas nos municípios de Belém e Capitão Poço, tendo como hospedeiro *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, e Tomé Açú, hospedando-se em *C. reticulata* (Blanco), todos no estado do Pará.

Devido ao conhecimento científico limitado sobre moscas-das-frutas na região amazônica brasileira é fundamental que pesquisas voltadas ao levantamento das espécies, suas plantas hospedeiras e seus inimigos naturais (parasitóides) sejam intensificados e qualificados para promover maior compreensão dos aspectos bioecológicos desses insetos-praga nessa região (LEMOS, 2009), bem como do potencial de danos dos mesmos à fruticultura regional, a qual está estabelecida em um dos ecossistemas de maior biodiversidade do planeta.

3.5. ESTRATÉGIAS DE MANEJO E CONTROLE DE MOSCAS-DAS-FRUTAS

A literatura recomenda a adoção dos princípios do Manejo Integrado de Pragas (MIP) para manejar e controlar populações de moscas-das-frutas em pomares onde esses insetos tornam-se pragas.

Por serem pragas nocivas à fruticultura, Gallo et al. (2002) propuseram que o nível de dano econômico para moscas-das-frutas em fruteiras está abaixo do nível de equilíbrio da população. Desta forma, devido à inexistência de estudos e com base nessas informações, o nível populacional estabelecido para a adoção de medidas de controle populacional para diferentes espécies de *Anastrepha* é de uma mosca capturada por armadilha McPhail, por dia, ou sete por semana (MALAVASI; NASCIMENTO; CARVALHO, 1994). Já na produção integrada de maçãs, para essas mesmas espécies de *Anastrepha* ficou estabelecido como nível de controle a presença de, em média, 0,5 mosca por armadilha por dia de exposição da armadilha no campo (NORMAS, 1998). Para a espécie *C. capitata*, o nível de controle é de dois machos por armadilha Jackson, por dia, ou 14 por semana (MALAVASI et al., 1994).

A avaliação da intensidade dos danos e o correto monitoramento dos adultos são importantes na tomada de decisão para a adoção de medidas de controle. As técnicas mais comuns para determinar os danos sofridos por plantas são: (1) observação das populações naturais de insetos e dos danos causados à planta por essas populações, sem modificar o ambiente; (2) modificação de populações naturais de insetos, por exemplo, pelo uso de inseticidas não seletivos ou outra técnica de supressão populacional; (3) estabelecimento de populações artificiais de insetos, através do uso de gaiolas ou inseticidas; e (4) simulação de danos pelo uso de técnicas artificiais que produzam danos semelhantes aos provocados pelos insetos (PEDIGO, 1996).

O manejo das moscas-das-frutas em pomares de citros deve considerar vários aspectos relacionados com o sistema de condução do pomar, peculiaridades da região em que o mesmo está estabelecido, nível tecnológico da propriedade e espécies de moscas envolvidas, não podendo ser generalizado para extensas e diferentes áreas geográficas (ALUJA, 1994; MALAVASI et al., 1994; SALLES, 1995; SEQUEIRA; MILLAR; BARTELS, 2001). Em uma perspectiva histórica mundial, o

controle de moscas-das-frutas, especialmente do gênero *Anastrepha*, permaneceu técnica e conceitualmente estagnados nas últimas décadas, resumindo-se na colocação de armadilhas McPhail, na utilização de iscas tóxicas para monitoramento e controle e, até recentemente, na utilização de tratamentos pós-colheita com fumigantes (ALUJA, 1994).

Nas últimas décadas o método predominante de controle de moscas-das-frutas tem sido o químico, onde geralmente é recomendada a pulverização de parte da copa das plantas, utilizando-se de 100 a 200 mL de solução a base de melaço, na concentração de 10%, mais o princípio ativo registrado (THOMAZINI, 2001). Atualmente, no Brasil estão registrados 37 produtos para o controle químico das espécies *Anastrepha consobrina* (Loew), *A. fraterculus* e *C. capitata*, em diferentes espécies frutíferas. Desses produtos, aproximadamente 85% pertencem às classes toxicológicas I e II, e o restante à classe III. Os ingredientes ativos registrados para o controle de moscas-das-frutas no Brasil são metidationa, dimetoato, triclofom, etion, fosmete, fentiona, malationa, parationametílica, clorpirifós, fenitrotona, fenpropatrina e deltametrina (BRASIL, 2012).

O controle químico, entretanto, quando empregado sem considerar os níveis populacionais para o controle das moscas-das-frutas resultará em aplicações desnecessárias, favorecendo o surgimento de outras pragas e atuando, negativamente, no ambiente e nos organismos benéficos (MALAVASI et al., 1994). Mesmo quando os níveis de controle e dano econômico são considerados, as populações nativas de inimigos naturais são reduzidas, favorecendo novos picos populacionais da praga (ALUJA, 1994), além de ocasionar problemas de resíduos nos frutos e intoxicações.

Outra técnica utilizada em algumas regiões do mundo para o manejo de moscas-das-frutas, principalmente *C. capitata*, é a técnica do inseto estéril (TIE). Entretanto, a TIE somente será efetiva quando utilizada de forma extensiva e isolada geograficamente, além de ser dependente do comportamento sexual da espécie referente à seleção entre os machos estéreis ou férteis pelas fêmeas (HENDRICHS et al., 2002). Segundo Enkerlin e Munford (1997) esta técnica apresenta viabilidade econômica somente no médio ou longo prazos.

Já o manejo de moscas-das-frutas com base nos princípios agroecológicos foi negligenciado nos últimos anos, recebendo caráter secundário da pesquisa devido à adoção e/ou o crescimento do controle químico; inadequação de

algumas práticas ao modelo de produção intensivo e em grandes áreas, escassez de pesquisa e adequação aos “modernos” modos de produção; ação no longo prazo em comparação com a ação de choque do controle químico e a característica do sistema de ser um conjunto de técnicas e não um produto acabado, que requer a participação e o conhecimento das comunidades locais (GUEDES, 2000; ALTIERI, 2002).

O manejo agroecológico de pragas considera o agroecossistema de forma mais ampla que a cultura, no espaço e no tempo (ALTIERI, 1989). Nessa perspectiva, os sistemas de produção que utilizam princípios ecológicos são os mais exigentes em conhecimento científico. Nos pomares manejados no sistema de produção orgânica, de acordo com a Instrução Normativa nº 7, várias outras opções de controle das moscas-das-frutas poderão ser adotados, cabendo à empresa certificadora da produção a sua adoção (BRASIL, 1999). Uma das opções disponíveis para este sistema de produção é a utilização do controle biológico de pragas, principalmente, com o emprego de parasitóides nativos e/ou exóticos.

De acordo com Aguiar-Menezes et al. (2001) é importante o manejo das espécies hospedeiras nativas de moscas-das-frutas nas adjacências dos pomares comerciais, pois essas se constituem em reservatório natural para os parasitóides locais, fato que contribuirá para o aumento das populações desses inimigos naturais naqueles pomares. Os autores ainda reforçaram que novos arranjos vegetais, com espécies que favoreçam a regulação populacional das moscas-das-frutas nos pomares, são importantes, pois a ocorrência de populações de parasitóides dependerá, também, da espécie vegetal.

Outra possibilidade promissora de controle biológico de moscas-das-frutas é o emprego de parasitóides exóticos, como por exemplo, a espécie *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae), que já é utilizada como alternativa eficiente de controle biológico em várias áreas produtoras de frutas do mundo (MONTROYA et al., 2000). Entretanto, ainda existe a necessidade de estudos sobre os reais impactos desse organismo sobre outras espécies pragas locais e sobre os inimigos naturais nativos presentes nas regiões de introdução, bem como sobre a sua adaptação geográfica (DUAN, 1997; SIVINSKI et al., 2000, OVRUSKI et al., 2004).

No Brasil existem muitas espécies nativas de parasitóides de moscas-das-frutas, destacando-se *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti), *D. brasiliensis*

(Szépligeti), *D. fluminensis* (Szépligeti), *Opius bellus* (Gahan), *Utetes anastrephae* (Szépligeti) (Hymenoptera: Braconidae); *Aganaspis pelleranoi* (Brethes) (Hymenoptera: Eulofidae) e *Pachycrepoideus viriendemniae* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae) (ZUCCHI; CANAL 1996). Porém, até o presente não se obteve êxito na criação artificial dos parasitóides nativos, e, dessa forma, recorreu-se à importação do endoparasitóide exótico, *D. longicaudata*, cuja técnica de criação massal, em laboratório, já está estabelecida (WALDER et al., 1995). Por tais motivos, existem esforços para aperfeiçoar a técnica de criação e controle desses parasitóides como alternativa ao controle de moscas-das-frutas em pesquisas realizadas no Brasil (PARANHOS, 2007).

Outros agentes de controle biológico de moscas-das-frutas também têm sido testados, particularmente, bactérias e fungos entomopatogênicos. Pesquisas conduzidas, em laboratório, por Martinez (1997) verificaram a toxicidade do isolado de *Bacillus thuringiensis* Berliner subesp. *darmstadiensis* sobre adultos de *A. ludens*, com mortalidade próxima a 90%. Castillo et al. (2000) também encontraram índices de mortalidade similares para *C. capitata*, quando alimentadas com dieta acrescida de extratos de *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff). Os autores avaliaram a patogenicidade de várias espécies de fungos sobre *C. capitata* e verificaram que *M. anisopliae* foi o mais patogênico (DL₅₀ de $5,1 \times 10^3$ e $6,1 \times 10^3$ conídios/mosca), além de reduzir a fecundidade das fêmeas entre 40 e 50%. Garcia et al. (1985) demonstraram a patogenicidade do isolado E9 do fungo *M. anisopliae*, concentração de $12,8 \times 10^5$ conídios/mL, a adultos de *C. capitata*. Segundo os pesquisadores, aos 3, 6 e 12 dias após a aplicação as mortalidades dos adultos foram de 30, 60 e 85%, respectivamente. Os autores avaliaram, ainda, este mesmo isolado contra larvas ($7,8 \times 10^6$ e $8,3 \times 10^6$ conídios/mL) e pupas de *C. capitata* (28×10^6 conídios/mL) e verificaram que sobre as larvas reduziu-se a sobrevivência em 29%. A aplicação na fase de pupa reduziu em 20% a emergência de adultos, mostrando sua viabilidade.

O nim, *Azadirachta indica* (Meliaceae), é considerada a planta inseticida mais importante atualmente. A atividade de seus ingredientes ativos já foi reportada sobre mais de 400 espécies de insetos, das quais mais de 100 ocorrem no Brasil (CIOCIOLA JUNIOR; MARTINEZ, 2002). O emprego dessa planta poderá ser uma medida alternativa para equacionar problemas de resíduos de inseticida e ao mesmo tempo reduzir populações de moscas-das-frutas a níveis aceitáveis. O nim poderá ser adicionado às iscas tóxicas no lugar dos agroquímicos, pois apresenta

bioatividade aos insetos-praga, principalmente pela presença do composto azadiractina, um limonóide tetranortriterpenoide encontrado em maior quantidade nas sementes, e principal componente responsável pelos efeitos de deterrência alimentar e toxicidade a insetos (MORDUE; NISBET, 2000). Existem, entretanto, outros compostos presentes no extrato ou no óleo de nim que têm mostrado efeito anti alimentar, de prolongamento no desenvolvimento dos insetos, redução na fecundidade e fertilidade, e mudanças no comportamento dos insetos (WANDSCHEER et al., 2004; ALOUANI et al., 2009). Assim, os efeitos observados após a aplicação de extratos ou óleo de nim podem ser resultado da soma ou sinergismo da azadiractina com estes outros terpenóides presentes na mistura. Então, é possível perceber que o controle com inseticidas botânicos se mostra uma alternativa altamente viável no controle de moscas-das-frutas.

O método de controle cultural, com ensacamento de frutos com plástico ou papel é indicado como técnica segura contra o ataque de insetos-praga e doenças, além de se evidenciar as características visuais e organolépticas, podendo ainda retardar ou acelerar a maturação, dependendo da espécie frutífera (LIU et al., 2000; COLAPIETRA; SAPORITO, 2001; WANG; CHEN; XU, 2001; FERREIRA et al., 2002). Essa técnica mostrou boa eficiência fitossanitária quando empregada em diversas espécies de fruteiras, incluindo citros (LAI et al., 2001), assim como em olerícolas, a exemplo de tomate (JORDÃO; NAKANO, 2000) e melão (AKHTARUZZAMAN; ALAN; SARDAR, 1999; CHUNG et al., 2000).

É importante ressaltar que a utilização de técnicas alternativas para o manejo de moscas-das-frutas, que não sejam impactantes ou reducionistas, é fundamental para a implantação de sistemas de cultivo produtivos, equilibrados e sustentáveis.

3.6. EFEITOS DE SISTEMAS BIODIVERSOS EM POPULAÇÕES DE INSETOS-PRAGA E INIMIGOS NATURAIS

O conceito de biodiversidade, amplamente discutido na academia, pode ser entendido como todas as espécies vivas (plantas, animais e microorganismos) presentes nos ecossistemas e que interagem entre si, oferecendo diferentes

serviços ecológicos ao ecossistema, como proteção do solo contra erosão, controle de enchentes por aumentar a infiltração, reciclagem de nutrientes e melhorias das condições ambientais para o desenvolvimento de inimigos naturais das pragas, servindo como forma de controle natural a infestações (ALTIERI et al., 2003). De acordo com os autores, a interação entre os componentes ambientais bióticos pode ser usada para induzir efeito positivo e direto sobre o controle biológico de pragas através do fornecimento de alimento e abrigo para os inimigos naturais, garantindo o equilíbrio populacional da praga. Tal ideia corrobora o trabalho de Aguiar-Menezes (2004), que revelou que as diferentes influências presentes em um sistema com níveis elevados de diversificação podem acarretar resultados positivos e diretos sobre populações de herbívoros-praga, através de variados benefícios ecológicos.

O redesenho de sistemas, que pode ser entendido como a mudança da estrutura do sistema produtivo para outro de características mais sustentáveis, principalmente a mudança do estilo produtivo em monocultura para outro biodiverso, através da utilização de outras espécies vegetais manejadas e da diversificação simultânea com a cultura principal, apresenta vantagens ambientais, como aumento do rendimento econômico das áreas com culturas secundárias, baixo custo de implantação, redução dos riscos de contaminação do ambiente e do próprio agricultor, além de fornecer ambiente adequado para estabelecimento e multiplicação de diferentes espécies de inimigos naturais (FADINI et al., 2003).

A diversificação de espécies vegetais, quando adotada em práticas agrícolas, pode influenciar positivamente a população de inimigos naturais (OSTMAN et al., 2001), reforçando a hipótese de que ambientes biodiversos prestam serviços ecológicos fundamentais para a proteção das culturas contra insetos-praga (ALTIERI; LETOURNEAU, 1984; ANDOW, 1991). Como consequência, tais ambientes proporcionarão aumento da população de inimigos naturais em detrimento da população de insetos-praga, fato que, em sistemas de cultivo simplificados como a monocultura, prejudicam os inimigos naturais, que encontrarão condições adversas à sua sobrevivência e multiplicação (LANDIS et al., 2000).

Pesquisas comprovam que sistemas agrícolas biodiversos proporcionam recursos específicos para inimigos naturais (BRIENZA, 1982; FRANKE, 2000; DANIEL, 2006; SANTO, 2010), aumentando sua eficiência através do fornecimento de hospedeiros e presas alternativos em épocas de escassez dos hospedeiros-

praga, ofertando alimento para adultos de parasitóides e predadores e refúgios para proteção e reprodução dos mesmos (ALTIERI et al., 2003). Dessa forma, acredita-se que a adequação da diversidade dos agroecossistemas com espécies vegetais favoráveis ao estabelecimento de inimigos naturais possibilitará a convivência harmoniosa com diversas espécies de insetos, que em monoculturas seriam consideradas pragas.

A diversificação de cultivos, portanto, além de proporcionar vantagens econômicas (redução de gastos com insumo e obtenção de pelo menos dois produtos comercializáveis) promoverá benefícios ecológicos (reciclagem de nutrientes, conservação do solo, melhores condições para o desenvolvimento de inimigos naturais das pragas). Porém, por ser mais complexo do que os monocultivos, esse tipo de arranjo vegetal deverá ser planejado com rigor antes de ser aplicado em programas de manejo integrado de pragas (BETTIOL; GHINI, 2003). Tal cenário desponta como adequado para ser proposto e estabelecido na região Amazônica brasileira dada as suas características ecológicas e culturais.

4. METODOLOGIA

4.1. LOCAIS DE COLETA: CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS

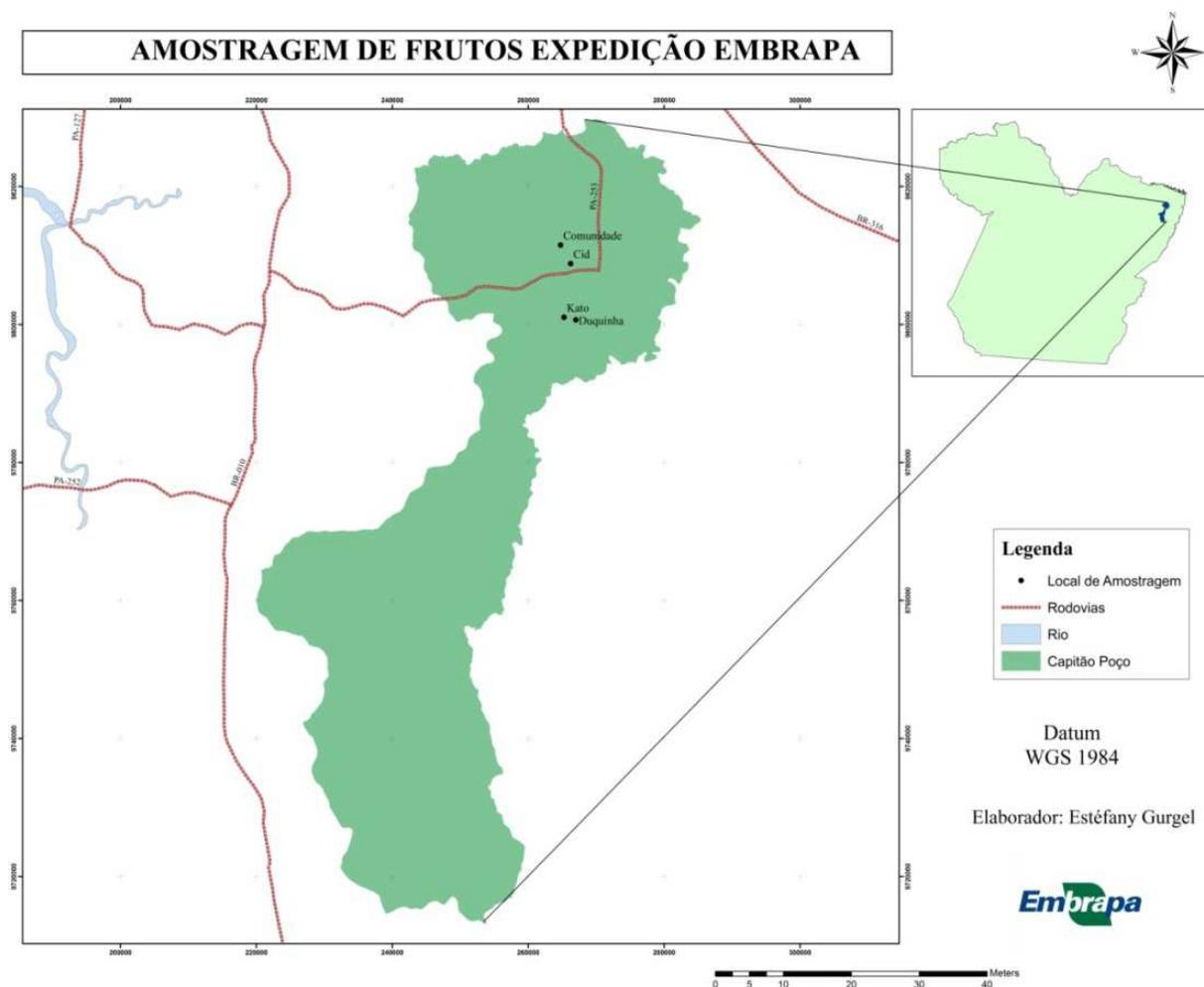
As coletas de dados desta dissertação foram realizadas no município de Capitão Poço, PA, localizado a uma latitude de 01°44'47" Sul e longitude de 47°03'34" Oeste, mesorregião do nordeste paraense, e altitude de 73 metros. Sua população estimada em 2010 foi de 62 055 habitantes, em uma área de 2.899,553 km².

Foram realizadas, mensalmente, entre junho e novembro de 2012, coletas de frutos de laranjas no solo e na planta, estabelecidos em quatro sistemas distintos de cultivo (orgânico certificado, orgânico não certificado, em transição e monocultivo convencional) (Tabela 1; Figura 2), que para critérios de análise estatística (ver tópico 7.6) foram divididos em duas coletas no período transição chuva-seca, três coletas no período de seca e uma coleta no período de transição seca-chuva.

Tabela 1. Organização das áreas de coletas de frutos de laranja diferenciadas de acordo com o sistema de produção empregado.

Sistema Produtor	Orgânica Certificada	Orgânica não certificada	Transição convencional-orgânica	Convencional tradicional
Sr. O. Kato	X			
Sr. Duquinha		X		
Comunidade São Sebastião			X	
Sr. Cid				X

Figura 2. Detalhes da localização do município de Capitão Poço (PA) e das áreas de pesquisa



(Autoria de Estéfany Gurgel Rios, 2013).

4.1.1. Área orgânica certificada

Essa área caracterizou-se por ser de produção orgânica de laranja, de propriedade do Sr. Osvaldo Kato, instalada na propriedade “SOS AGROECOLÓGICO”, de localização geográfica com latitude de 01°47’55.6” (S) e longitude de 047°06’36.2” (W). O talhão que serviu como área de coleta de dados teve extensão de 15,1 ha, apresentando sistema biodiverso em arranjos de laranja (*Citros sinensis* L.), mogno (*Swietenia macrophylla* K.), ingá (*Inga edulis* M.), graviola (*Annona muricata* L.) e tangerina (*Citrus reticulata* B.). Na área não se aplicou produtos químicos sintéticos (herbicidas, inseticida e/ou adubos químicos),

apresentando o reaproveitamento da biomassa e métodos de controle alternativos de pragas. É uma área que possui certificação de produto orgânico pelo Instituto Biodinâmico (IBD) desde o ano de 2007, mas apresenta conversão desde 1997, seguindo, criteriosamente, todos os requisitos necessários para a manutenção da certificação, haja vista que a produção orgânica somente é reconhecida oficialmente, para fins de exportação, caso possua o certificado de produção orgânica emitido por uma certificadora cadastrada no Ministério de Meio Ambiente - MMA de acordo com a lei brasileira e padrões internacionais para exportação (LIU, 2003).

4.1.2. Área orgânica não certificada

Correspondeu a uma área de produção orgânica de laranja, não certificada, de propriedade do Sr. Duquinha, localizada nas coordenadas geográficas de latitude 01°48'07.8" (S) e longitude de 047°05'40.0" (W). A área experimental de coleta de dados apresentou 4 ha e estava instalada na propriedade "Reserva São Geraldo Magela". A área de cultivo de laranja se caracterizou por não apresentar diversificação do sistema de produção, porém, foi conduzida seguindo tratamentos culturais sem aplicação de produtos químicos sintéticos (herbicidas, inseticidas e/ou adubos químicos), reaproveitamento da biomassa e emprego de métodos alternativos de controle de pragas.

4.1.3. Área transição convencional-orgânico

A área em transição convencional-orgânico se apresentou com um modelo de cultivo de laranja que mesclou características de ambos os sistemas. A área de cultivo foi de uso comum da comunidade "São Sebastião", sob os cuidados do Sindicato dos Trabalhadores Rurais da Comunidade. A área de coleta de dados teve dimensão de 8 ha, apresentando localização geográfica de latitude 01°42'14.9" (S) e de longitude 047°06'52.4" (W), e sistema biodiverso em arranjos de laranja, mogno, limão e graviola. Nessa área não houve aplicação de produtos químicos sintéticos para o controle de pragas nem suplementação do solo (inseticidas e adubos químicos), porém, foi realizada a pulverização de herbicidas glifosato (N-

fosfometil-glicina), pelo menos duas vezes ao ano, nas linhas de plantio. A área investigada apresentou reaproveitamento da biomassa e empregou métodos alternativos de controle de pragas, objetivando, segundo os produtores, a eliminação do uso de qualquer produto químico sintético na área e a certificação orgânica futuramente.

4.1.4. Área Convencional

Essa área de cultivo de laranja, de propriedade do Sr. Cid, caracterizou-se por sua produção no modelo convencional (monocultivo) e ter localização geográfica de latitude 01°43'42.9" (S) e de longitude 047°06'04.6" (W). A propriedade apresentou área total de 200 ha, e os talhões que serviram de área de coleta para o trabalho apresentaram dimensão de 40 ha de laranja em plena produção. Caracterizou-se por ser uma monocultura em larga escala, com aplicação do herbicida (glifosato, i.a., N-fosfometil-glicina) de amplo espectro e ação não seletivo, o qual foi aplicado após a planta ter emergido do solo (pós-emergente), na frequência de uma ou duas vezes por semestre, em toda a área do cultivo. Na área também foram realizadas aplicações de inseticidas a base de espinosina e organofosforado, para o combate, principalmente, de Tefritídeos, sempre que observado dano nos plantios. Na área de cultivo realizou-se, ainda, adubação de correção com NPK para suplementação do solo, pelo menos quatro vezes ao ano.

4.2. COLETAS DE FRUTOS

Amostras de frutos de *Citrus sinensis* L. foram coletadas diretamente das plantas assim como recém caídos ao solo, ao acaso, em cada área de cultivo avaliada, considerando-se plantas com boa carga de frutos em maturação, já maduros ou como se apresentasse de acordo com o período do ano. Foram coletadas amostras de frutos dependendo das características, como a observação do ataque da praga e da densidade de plantas na área avaliada. As amostras de frutos desta pesquisa foram divididas em dois tipos, compostas, em que cada

amostra foi formada por 10 frutos, e simples (individualizada), conforme proposição de Silva et al. (2011c).

Frutos de laranja coletados em campo foram acondicionados em sacos de algodão e, posteriormente, acondicionados em caixas térmicas com tampas vazadas e cobertas com organza. Durante o transporte dos frutos do local de coleta até o laboratório de Entomologia da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, Pará, as caixas térmicas ficaram à sombra, evitando-se, assim, mortalidade de imaturos das moscas-das-frutas, conforme proposto por Silva et al. (2011c). As áreas de coletas tiveram coordenadas geográficas registradas com auxílio de GPS, para servir de referencial caso necessite novas coletas, assim como serviram para confecção dos mapas de ocorrência das espécies de moscas-das-frutas e seus inimigos naturais (parasitóides). As coletas foram registradas, também, com captura de imagens (fotos) para comparação das diferentes épocas do ano em cada propriedade estudada e amostragem visual das mesmas.

4.3. PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS NO LABORATÓRIO E OBTENÇÃO DOS ADULTOS

No laboratório de Entomologia da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará, o processamento das amostras compostas de frutos de laranja foi feito de acordo com Silva et al. (2011c), onde os frutos foram quantificados, pesados e dispostos em bandejas plásticas brancas de 47,5 cm comp. x 32,7 cm larg. x 7,5 cm alt., sobre uma camada de areia esterilizada. As bandejas foram cobertas com tecido organza, preso com elástico. A cada 48 horas, o material biológico presente nas bandejas foi examinado e os pupários das moscas-das-frutas retirados e transferidos para frascos plásticos transparentes (8 cm Ø), contendo uma fina camada de vermiculita umedecida na sua base. Em seguida, os frascos foram cobertos com tecido tipo organza, presos por tampas vazadas ou elásticos, sendo dispostos em câmaras climatizadas, tipo B.O.D, em condições controladas de temperatura ($25,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$), umidade relativa do ar ($70,0 \pm 5,0\%$) e fotofase (12 horas), sendo observada e quantificada, diariamente, a emergência de adultos de moscas-das-frutas e seus parasitóides.

Parte das amostras coletadas, no total de 480 frutos, foi individualizada em recipientes plásticos transparentes, com capacidade para 500 mL, objetivando-se avaliar os índices de infestação por fruto e o número de parasitóides/pupário de moscas-das-frutas.

Adultos de moscas-das-frutas e parasitóides que emergiram no laboratório, em ambas as condições estudadas, foram acondicionados em frascos de vidro, contendo álcool etílico na concentração de 70%, para posterior identificação taxonômica.

4.4. IDENTIFICAÇÃO DE ADULTOS DE MOSCAS-DAS-FRUTAS E SEUS PARASITÓIDES

A identificação taxonômica dos Tephritidae e seus parasitóides nesta pesquisa foi realizada nos laboratórios de Entomologia da Embrapa Amazônia Oriental (Belém) e da Embrapa Amapá (Macapá), em parceria com o Dr. Miguel Francisco de Souza Filho, do Instituto Biológico (IB - São Paulo).

A espécie *Anastrepha serpentina* (Wiedemann) foi identificada seguindo o protocolo padrão para esse grupo de insetos (Tephritidae), onde os acúleos das fêmeas foram extrovertidos e examinados ao microscópio óptico (40 x), conforme proposto por Zucchi (2000a). Para a identificação taxonômica dos espécimes do parasitóide *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti) a morfologia externa foi suficiente seguindo as exigências de chaves dicotômicas de identificação elaboradas por Marinho et al. (2011).

Exemplares adultos de *A. serpentina* e *D. areolatus* encontram-se depositados, como referência, na coleção entomológica da Embrapa Amazônia Oriental.

4.5. ÍNDICES DE INFESTAÇÃO E PARASITISMO

Nesta pesquisa foram calculados, para cada área avaliada, os índices de infestação de laranja por *Anastrepha serpentina* e de parasitismo de *Doryctobracon areolatus* sobre *A. serpentina*. O índice de infestação (I_{mf}) foi expresso pelo número

médio de pupários por fruto e por quilo de fruta fresca coletada. O índice de parasitismo (I_p) foi calculado com base no número de parasitóides emergidos em relação ao número conhecido de pupários. Tais informações forneceram conhecimentos sobre a distribuição zoogeográfica e interações ecológicas da espécie *A. serpentina* e de seu inimigo natural.

Informações sobre as espécies (mosca-da-fruta e parasitóides) obtidas no laboratório foram correlacionadas com outras variáveis avaliadas, tais como, sistema de cultivo de laranja, época de ocorrência e condições climáticas que auxiliaram na compreensão da bioecologia dessas espécies nos diferentes agroecossistemas de laranjas no município de Capitão Poço, Pará.

4.6. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O modelo de análise adotado [1] considerou os efeitos de: (i) tipo de sistema – orgânico certificado, orgânico, transição e convencional; (ii) estrato – nível do solo e altura de inserção dos galhos; (iii) período do ano – período de seca, transição seca:chuvas e transição chuvas:seca.

$$y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha * \beta)_{ij} + (\alpha * \gamma)_{ik} + (\beta * \gamma)_{jk} + (\alpha * \beta * \gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl} \quad [1]$$

Onde: μ – Constante associada a todas as observações, tomada como média global; α – efeito de sistemas; β – efeito de estrato; γ – efeito de período do ano; as respectivas interações; ε_{ijkl} – erro.

Foi utilizado o modelo linear geral (GLM) na aplicação do modelo de análise, o qual foi verificado por meio de análise de variância (ANOVA) e testado por meio de F. Dada a significância dos efeitos, os valores médios foram desdobrados e ordenados segundo o teste de comparação múltipla de Tukey. Tanto no caso do teste F, quando do teste de comparação múltipla foi adotado o nível de significância de 5%.

Uma técnica multivariada de classificação foi utilizada, sendo aplicada uma análise de agrupamento (*Cluster Analysis*)², que se baseou nos indicadores: número de pupas de *A. serpentina*, números de adultos de *A. serpentina*, índices de infestação de *A. serpentina*, número de parasitóides e índice de parasitismo. Os valores médios das combinações “tipo de sistema|período” foram normalizados. A partir do método de ligação de vizinhança mais próxima (*Complete Linkage*) foi confeccionado um dendrograma. A separação dos grupos de maior homogeneidade foi obtida a partir de razão de distância máxima em um nível de 50%.

² A análise de cluster tem como objetivo agrupar dados visando a constituir grupos em que os seus elementos sejam o mais parecidos entre si (MAGNUSSON, 2005).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. AMOSTRAGEM DE FRUTOS EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO DE LARANJA

Nesta pesquisa, independente da área de cultivo, foram coletados 1.920 frutos de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) com massa total de 251,83 Kg, divididos em 624 amostras, dos quais 480 frutos formaram amostras individualizados e 1.440 frutos amostra compostas.

Em todas as áreas avaliadas foram obtidos 573 pupários de moscas-das-frutas, dos quais emergiram 187 adultos exclusivamente da espécie *Anastrepha serpentina* (Wiedemann), e 11 adultos de parasitóides da espécie *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti), corroborando com o registro feito por Lemos et al. (2011a) sobre essa associação em cultivos de citrus no Estado do Pará. Ao se expandir amostragens com coletas mensais e amostras padronizadas é possível avaliar a flutuação populacional de cada área no período, analisando-se a resposta das mesmas aos fatores bióticos e abióticos.

Da área orgânica certificada originaram 193 pupários, correspondendo a 33,7% do total, em 480 frutos (número padrão para todas as áreas, 25% do total). Desses, emergiram 62 adultos de *A. serpentina* (32,1% de emergência) e 09 adultos de *D. areolatus*, o que representou 81,8% do total encontrado. A área orgânica não certificada originou 148 pupários, correspondendo a 25,8% do total coletado, em 480 frutos. Desse total emergiram 32 adultos de *A. serpentina* (21,6%) e 01 adulto de *D. areolatus* (9,1%). A área convencional, por sua vez, originou 50 pupários, representando um percentual de 8,7%, em 480 frutos avaliados. Dessa amostra emergiram 21 adultos de *A. serpentina*, correspondendo a 11,2%, e nenhum parasitóide. Já a área em transição, registrou 182 pupários representando 31,8% do total. Dessas, emergiram 72 adultos de *A. serpentina* (38,5%) e 01 adulto de *D. areolatus*, 9,1% do total das amostras (Tabela 3).

Foi possível perceber a superioridade, em número de pupários e adultos de *A. serpentina* e de parasitóides, da área orgânica certificada sobre as demais, seguida pela área em transição, área orgânica não certificada e área convencional, respectivamente. A maior incidência do parasitóide *D. areolatus* nas áreas orgânicas pode indicar contribuição significativa desse inimigo natural ao controle natural da

praga (CRUZ, 2002), possivelmente por não sofrer impacto dos inseticidas químicos sintéticos, que não foram aplicados nessas áreas.

5.2. ÍNDICES DE INFESTAÇÃO DE *A. serpentina* POR PESO E POR FRUTO DE LARANJA

Todas as áreas de cultivo de laranja avaliadas apresentaram infestação por *A. serpentina* (Tabela 2). Dessa forma, os índices de infestação, expressos pelo número de pupários/fruto e número de pupários/kg de frutos, foram quantificados para amostras de laranjas infestadas em cada área de cultivo.

Tabela 2. Números de frutos, pupários, adultos e índices de infestação de *A. serpentina* em diferentes sistemas de cultivo de laranja no município de Capitão Poço, PA.

Áreas	Frutos (Nº)	Pupários (Nº)	Adultos (Nº)	I _{mf} (pupários/kg)	I _{mf} (pupários/fruto)
Orgânica Certificada	480	193	62	2,99	0,40
Orgânica não certificada	480	148	32	2,54	0,31
Convencional	480	50	21	0,79	0,10
Transição	480	182	72	2,76	0,38
Total	1.920	573	187	2,28	0,30

Onde, I_{mf} = Índice infestação por mosca-das-frutas

Em todas as áreas avaliadas foram obtidos 573 pupários, dos quais emergiram 187 adultos de *A. serpentina* (32,6%). Desses, 114 indivíduos foram fêmeas (60,9%) e 73 machos (39,1%), sendo esses valores semelhantes aos reportados por Lemos et al. (2011a) que obtiveram valores de 31,4% de emergência de *A. serpentina*, sendo 62,2% de fêmeas e 37,8% de machos no município de Capitão Poço. Tais valores foram similares, também, aos reportados por Leal et al.

(2009) para essa espécie em cultivos de café (*Coffea arabica*), com 29,5% na taxa de emergência, na proporção de 58,2% de fêmeas e 41,8% de machos.

Independentemente da área de cultivo e época de coleta, os índices médios de infestação de frutos de laranja por *A. serpentina* no município de Capitão Poço foram de 2,28 pupários por quilograma de frutos e 0,3 pupários por fruto (Tabela 3), valores consideravelmente inferiores àqueles apresentados pela mesma espécie em outros hospedeiros, como em abiu (*Pouteria ramiflora*) com 99,8 pupários por quilograma de frutos e 1,2 pupários por fruto (VELOSO, 1996) e em pinha (*Annona squamosa*) com 101,4 pupários por quilograma de frutos e 1,4 pupários por fruto (MELO, 2012).

Analisando os índices de infestação de *A. serpentina* por peso (pupários/kg) e por fruto (pupários/fruto), em cada área, foi possível perceber que a área orgânica certificada apresentou os maiores índices de infestação, com valores de 2,99 e 0,40, respectivamente (Tabela 3). Naquela área foram obtidos 193 pupários de *A. serpentina*, dos quais emergiram 62 adultos, correspondendo a um índice de emergência de 32,6%.

O segundo e terceiro maiores índices de infestação de *A. serpentina* por peso (pupários/kg) e por fruto (pupários/fruto) foram registrados, respectivamente, nas áreas de transição e orgânica não certificada, que apresentaram valores de 2,76 e 0,38 e 2,54 e 0,31, respectivamente (Tabela 3). Na área de transição foram obtidos 182 pupários de *A. serpentina*, dos quais emergiram 72 adultos, representando índice de emergência de 38,5%. Já na área orgânica não certificada foram obtidos 148 pupários de *A. serpentina*, dos quais emergiram 32 adultos, com índice de emergência de 17,7%.

O sistema de cultivo convencional de laranja apresentou o menor índice de infestação de *A. serpentina* por peso (pupários/kg) e por fruto (pupários/fruto), com valores de 0,79 e 0,10, respectivamente. Nessa área foram obtidos 50 pupários de *A. serpentina*, dos quais emergiram 21 adultos, representando índice de emergência de 11,2%.

Ainda são escassas na literatura publicações comparando diferentes sistemas de cultivo de fruteiras e sua influência nos índices de infestação de moscas-das-frutas. Nesta pesquisa foi possível verificar número inferior nos índices de infestação e no número de adultos de *A. serpentina* no sistema convencional, quando comparado aos demais sistemas avaliados. Esse resultado deve-se,

possivelmente, ao fato de que as áreas orgânica certificada, orgânica não certificada e transição não utilizarem agrotóxicos para o controle de pragas, o mesmo não acontecendo com a área convencional de cultivo, que apresentou a prática de aplicação de agrotóxicos sempre que identificado o ataque de pragas agrícolas no sistema. Mesmo não sendo quantificados nessa pesquisa, nossos resultados levam a crer nos impactos dos inseticidas sintéticos sobre as populações de *A. serpentina* e seu inimigo natural nos pomares de Capitão Poço, PA.

É possível inferir, também, que a área orgânica certificada e a em transição apresentaram valores superiores nos índices de infestação, pois as mesmas apresentaram diversificação no sistema de produção, fator que pode ter favorecido a manutenção de diversos hospedeiros de *A. serpentina* durante o ano, conforme hipótese levantada por Caporal (2000b) e Altieri (2003). Nesse caso, mesmo a área orgânica não certificada sendo descrita como cultivo orgânico, embora não apresentasse diversificação do sistema e sim monocultivo de citros, esse fator pode ter contribuído para os menores índices apresentados, seguida pela área de cultivo convencional.

É possível imaginar, portanto, que a biodiversificação do sistema de cultivo agregada a não aplicação de inseticidas contribuiu, diretamente, para o aumento da incidência de *A. serpentina* no agroecossistema de laranja no município de Capitão Poço, PA, valendo ressaltar que esses, provavelmente, são os mesmos fatores que contribuíram para a manutenção dos parasitóides nas áreas investigadas. A diversificação do sistema é entendida como a mudança da estrutura produtiva para outra de características mais sustentáveis, principalmente a mudança do estilo produtivo em monocultura para sistemas biodiversos (FADINI et al., 2001). Conforme discutido anteriormente, a diversificação do sistema contribui, positivamente, para a sustentabilidade do mesmo e para a diversidade de pragas e inimigos naturais, fato observado nessa pesquisa e que corrobora com os relatos de Altieri; Letourneau (1984); Andow (1991); Ostman et al. (2001) e Palmieri; Prinz; Manzatto (2012).

Dois fatores primordiais, o clima e o hospedeiro, influenciam o ciclo de vida das moscas-das-frutas (SALLES, 2001). É certo de que se em um plantio houver maior diversidade de frutos hospedeiros, o ataque por moscas-das-frutas será mais intenso, uma vez que, devido à diversidade de hospedeiros haverá disponibilidade de frutos ao longo do ano. É esperado, ainda, que a situação seja

semelhante para áreas onde haja grande diversidade de espécies de moscas-das-frutas, uma vez que, haverá maior possibilidade de infestação nos hospedeiros presentes. Em pomares comerciais, com predominância de um único hospedeiro, a maior densidade populacional ocorre na época de maior concentração de frutos maduros. Em pomares com diversidade de espécies frutíferas, onde existem frutos maduros durante todo o tempo, a população de adultos mantém-se em níveis elevados praticamente durante todo o ano (NASCIMENTO; CARVALHO, 2000a).

Nesta pesquisa também foi possível explorar os índices de infestação de *A. serpentina* nos diferentes períodos do ano (Tabela 3), independente do sistema de cultivo de laranja avaliado. Os maiores índices de infestação de *A. serpentina*, por peso e por frutos, foram encontrados, respectivamente, no período de transição chuva-seca, período seca e de transição seca-chuva. Nossos achados corroboram com aqueles de Ronchi-Teles; Silva (2005), que verificaram diminuição da incidência de adultos de *Anastrepha* sp. em diversos cultivos de fruteiras na transição de períodos mais chuvosos para períodos mais secos.

Tabela 3. Índices de infestação de *A. serpentina* em diferentes períodos do ano.

Períodos	I_{mf} (pupários/kg)	I_{mf} (pupários/fruto)
Transição chuva-seca	2,92	0,40
Seca	2,52	0,32
Transição seca-chuva	0,17	0,02

Onde, I_{mf} = Índice infestação

5.3. ÍNDICES DE PARASITISMO DE *A. serpentina* Por *Doryctobracon areolatus* EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO DE LARANJA

O índice de parasitismo, representado pelo número de parasitóides÷número de pupários x 100, foi calculado para todos os sistemas de cultivo de laranja avaliados (Tabela 4).

Tabela 4. Número de parasitóides e índice de parasitismo de *Doryctobracon areolatus* em *A. serpentina* em diferentes sistemas de cultivo de laranja.

Áreas	Pupários (Nº)	Parasitóides (Nº)	I _p
Orgânica Certificada	193	9	4,66
Orgânica não certificada	148	1	0,68
Convencional	50	0	0,00
Transição	182	1	0,55
Total	573	11	1,92

Onde, I_p = Índice parasitismo.

Dos 573 pupários de *A. serpentina*, obtidos nos sistemas de cultivo de laranja avaliados, foram registrados apenas 11 espécimens adultos de parasitóide da espécie *Doryctobracon areolatus* (Szépliget) [Hymenoptera: Braconidae]. Nosso achado reforça os resultados de Canal; Zucchi (2000), que revelaram que *D. areolatus* é a espécie de parasitóide mais comum em várias regiões do Brasil, e reforça, também, a constante associação desse parasitóide com *A. serpentina*, conforme já reportado por Bittencourt et al. (2011) e Lemos et al. (2011).

Parasitóides adultos foram obtidos, apenas, nas áreas orgânica certificada, orgânica não certificada e em transição, com respectivos índices de parasitismo de 4,66%, 0,68% e 0,55%. Esses resultados, similarmente aos observados os índices de infestação de *A. serpentina* em frutos de laranja, reforçam a ideia de que a diversificação dos agroecossistemas de laranja, associada ao emprego contínuo de práticas mais sustentáveis, poderá contribuir para a sustentabilidade do mesmo, propiciando maior nível de controle de pragas, conforme proposto por Altieri et al. (2003).

Nossos resultados confirmaram as hipóteses de que sistemas de base ecológica (p. ex., orgânico e biodiverso) são propícios para a manutenção dos inimigos naturais e apresentam maiores índices de parasitismo em relação às áreas

convencionais. Entretanto, não corroboraram nossa hipótese II sobre índices de infestação, e isso se deveu, possivelmente, a influência da aplicação de inseticidas na área de trato convencional sobre as populações da praga, prática essa incomum e inaceitável nos sistemas de base ecológica.

O índice de infestação de uma espécie de planta por uma determinada praga, assim como o índice de parasitismo apresentado para cada praga, são fatores muito variáveis, mesmo quando se referem a uma mesma espécie de planta hospedeira e praga, visto que alguns fatores influenciarão esses valores, tais como, a época e/ou o local de coleta, as características do fruto hospedeiro, disponibilidade de hospedeiros e fatores ambientais (SOUZA FILHO, 2006), assim como as espécies de moscas-das-frutas presentes em uma dada região (ARAÚJO et al., 2005, 2008). No Brasil, a maioria dos estudos sobre o índice de infestação de moscas-das-frutas e seus parasitóides em frutos de laranja está concentrada em municípios do Estado de São Paulo (SOUZA FILHO; RAGA; ZUCCHI, 2003) e mostram uma tendência de manutenção dos parasitóides associada a manutenção da biodiversidade vegetal.

5.4. EFEITOS DO SISTEMA DE CULTIVO E DA ÉPOCA DO ANO NO NÚMERO DE PUPAS DE *A. serpentina*

Objetivando padronizar os dados utilizados na análise estatística, optou-se pela inclusão, apenas, de dados das amostras compostas, por representarem 75% do número total dos frutos coletados, apresentarem o mesmo tratamento em laboratório como descrito anteriormente e por, após inferências estatísticas para ambos os tratamentos, não ser identificada diferenças nos resultados obtidos para amostras simples e compostas. Visando a entender como os fatores ambientais influenciaram a interação tritrófica entre planta hospedeira, *A. serpentina* e *D. areolatus*, dados obtidos em campo foram confrontados com a base de dados de precipitação, umidade e temperatura do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para o município de Capitão Poço. Vale ressaltar que testes como os empregados nesta dissertação ainda são pouco frequentes em trabalhos com moscas-das-frutas, fato que gerou dificuldades em encontrar trabalhos que pudessem facilitar a

discussão dos nossos resultados. Nesse caso, a estatística corresponde a ferramenta utilizada para dar confiabilidade aos nossos achados.

Inicialmente, foram testados os efeitos do sistema de cultivo de laranja e da época do ano sobre o número de pupas de *A. serpentina* no município de Capitão Poço, PA. Os resultados revelaram que tanto o sistema de cultivo ($g/ = 3$; $f = 3,152$; $p = 0,0366$) como o período de coleta ($g/ = 2$; $f = 6,883$; $p = 0,0029$) influenciaram o número de pupas de *A. serpentina* em frutos de laranja no município de Capitão Poço, revelando serem esses fatores importantes para a dinâmica populacional desse tefritídeo nas áreas produtoras de citros do Estado do Pará.

Sistemas de cultivo de laranja orgânico certificado, orgânico não certificado e em transição mostraram-se similares quanto ao número de pupas de *A. serpentina* em frutos (Tabela 5). O sistema convencional de cultivo não apresentou similaridade quanto aos resultados obtidos com nenhuma das demais áreas.

Tabela 5. Testes de similaridade entre os sistemas de produção para o número de pupas obtidas.

Sistemas	Médias	Resultados do teste
Convencional	1.110000	B
Orgânico Não certificado	3.500833	A
Transição	4.054167	A
Orgânico certificado	4.585000	A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Em relação à pluviometria nas áreas avaliadas, os períodos de coletas (Figura 3) foram subdivididos em transição chuva-seca (período 1, meses de junho e julho), seca (período 2, meses de agosto, setembro e outubro) e transição seca-chuva (período 3, novembro). Considerando a análise de similaridade realizada a partir da resposta da variável pupas de *A. serpentina* aos diferentes períodos de coleta, foi possível observar que os períodos 1 e 2 se mostraram similares entre si e distintos do período 3 (Tabela 6).

Figura 3. Precipitação mensal nos diferentes períodos de coletas de frutos de laranja no município de Capitão Poço, PA.

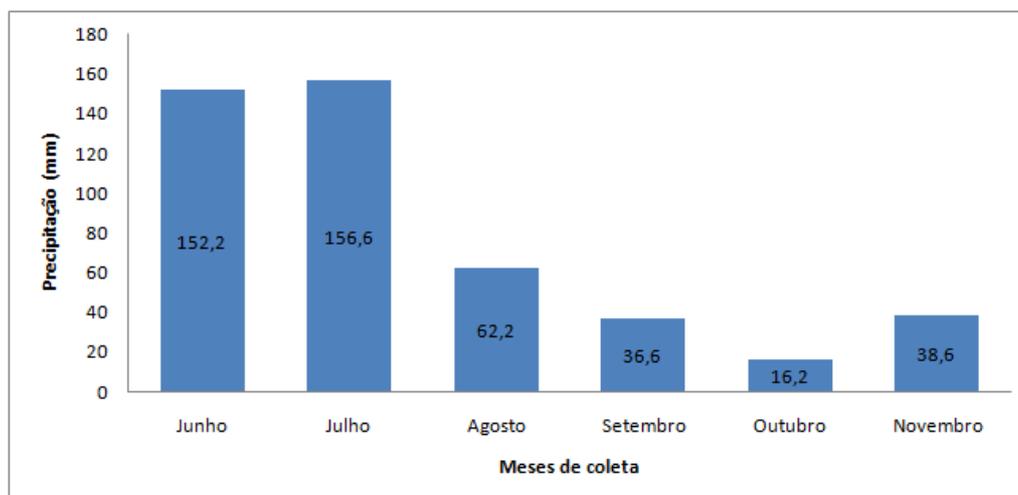


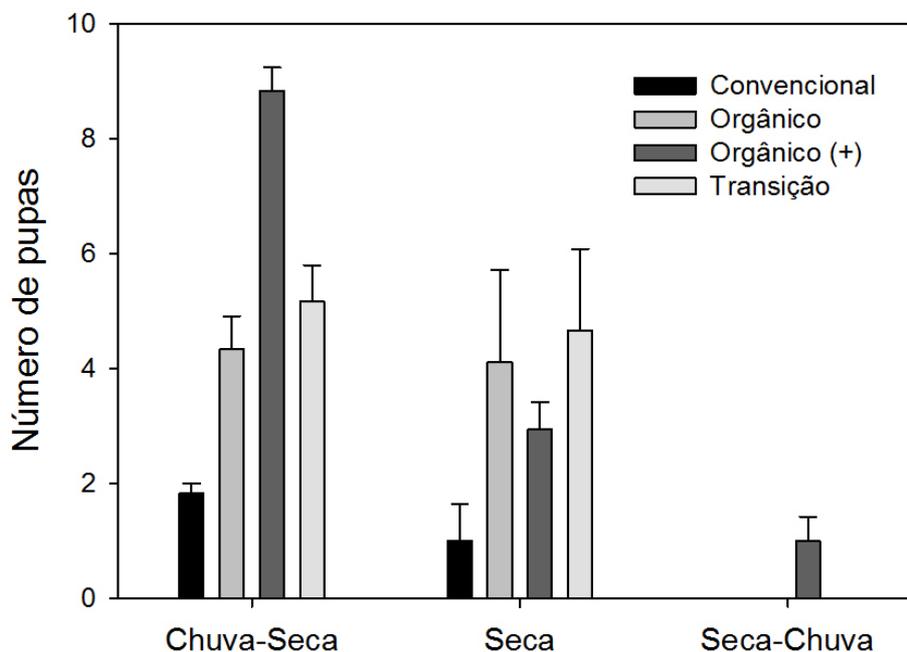
Tabela 6. Testes de similaridade entre os períodos de coleta para o número de pupas obtidas.

Períodos	Médias	Resultados do teste
Seca-chuva	0.250000	a
Seca	3.180833	b
Chuva-seca	5.041250	b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Independente da área de cultivo de laranja, o maior número de pupas de *A. serpentina* foi observado no período chuva-seca (Tabela 7 e Figura 4). Nesse período, a área orgânica certificada (orgânico +) originou maior número de pupas. No período de seca as maiores quantidades de pupas foram obtidas nas áreas orgânica e de transição. Somente na área orgânica + foi obtida pupas de *A. serpentina* no período de transição de seca-chuva. Independente do período do ano, a área convencional apresentou valores inferiores de pupas quando comparada as demais (Figura 4).

Figura 4. Número de pupas (média \pm EP) de *A. serpentina* em diferentes sistemas de cultivo de laranja ao longo do ano.



Ao comparar ambientes com práticas convencionais e orgânicas para o controle de pragas e presença de pupas, espera-se uma grande divergência. Assim, neste levantamento, o número de pupas na área de cultivo convencional foi consideravelmente inferior às áreas de cultivo orgânico e diversificado, provavelmente devido ao uso de inseticidas e outros insumos químicos. Além da menor disponibilidade de frutos em alguns períodos ao longo das coletas (ALVARENGA, 2009).

Analisando o desdobramento do número de pupas de *A. serpentina* por área dentro de cada período, ao longo do ano, observou-se significância ($gl= 3$; $f= 3,755$ $p= 0,0188$) apenas na interação das áreas com o período chuva-seca, onde áreas orgânica certificada, orgânica não certificada e em transição foram similares entre si, diferindo-se da área convencional (Tabela 7), que se mostrou estatisticamente inferior às demais, ou seja, apresentando menor quantidade de pupas em todos os períodos de análise.

Tabela 7. Testes de similaridade entre as áreas de coleta para o período de transição chuva-seca em relação ao número de pupas obtidas.

Sistemas	Médias	Resultados do teste
Convencional	1.830000	A
Orgânico Não certificado	4.335000	B
Transição	5.165000	B
Orgânico certificado	8.835000	B

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Transportando a análise para a resposta do período na interação dentro de cada área, ou sistema, para a variável pupa, tivemos significância apenas na área orgânica certificada ($gl= 2$; $f= 6,369$; $p= 0,0041$), onde o período transição chuva-seca se mostrou estatisticamente superior aos demais períodos como também é visualizado na Figura 4. Para as demais áreas a relação se mostrou não significativa.

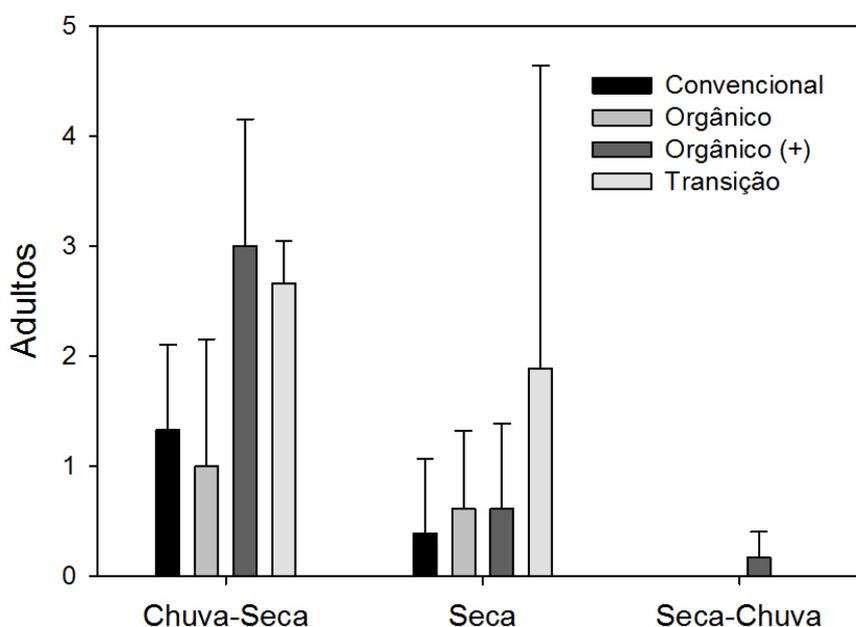
Apesar da presença de pupas de *A. serpentina* em todos os sistemas de cultivos de laranja no município de Capitão Poço (PA) é possível inferir com segurança, especialmente quando comparado com outros estudos (TEÓFILO SOBRINHO et al., 2001; MACHADO et al., 2012), que esses valores ainda são relativamente inferiores. Entretanto, faz-se necessário o acompanhamento da evolução da infestação nessa região produtora de laranja do Estado do Pará.

5.5. EFEITOS DO SISTEMA DE CULTIVO E DA ÉPOCA DO ANO NO NÚMERO DE ADULTOS DE *A. serpentina*

O número de adultos de *A. serpentina* foi influenciado, apenas, pelo período de coleta ($gl= 2$; $f= 7,436$; $p= 0,0020$). Esse valor foi superior no período transição chuva-seca (período 1) em relação aos períodos seca (período 2) e transição seca-chuva (período 3), ou seja, foi obtida maior quantidade de adultos emergidos de amostras coletadas nos período 1 do que em amostras coletadas nos períodos 2 e 3 (Figura 5). No entanto, ainda assim os valores obtidos no período 2

foram superiores aqueles do período 3, corroborando os resultados obtidos por Araújo (2008), que em pesquisas desenvolvidas no nordeste brasileiro, percebeu a diminuição da presença de adultos de moscas-das-frutas em pomares de goiaba proporcionalmente a diminuição na quantidades de chuvas da região, fato que, para esse estudo, é perceptível tanto para número de pupas (Figura 4) como de adultos (Figura 5).

Figura 5. Número de adultos (média±EP) de *A. serpentina* em diferentes sistemas de cultivo de laranja ao longo do ano.



Esse tipo de estudo nos permite conhecer a flutuação populacional de *A. serpentina* devido a influências de fatores abióticos, principalmente aqueles relacionados ao clima, fator que auxilia na definição de épocas de maior ou menor probabilidade de infestações (ALUJA, 1994; SALLES, 1995).

Partindo da análise do desdobramento do período dentro de cada área, ou sistema, obteve-se diferença maior na área orgânica certificada ($g/ = 2$; $f = 4,456$; $p = 0,0082$), seguida da área em transição ($g/ = 2$; $f = 3,055$; $p = 0,05$). O período 1 (chuva-seca) foi estatisticamente superior aos períodos 2 (seca) e 3 (seca-chuva), que se mostraram equivalentes entre si, diferença perceptível para todas as áreas.

Observando os números obtidos pelos sistemas de cultivo dentro do período de transição chuva-seca, foi perceptível o maior número de adultos de *A.*

serpentina entre as áreas orgânica certificada e em transição. Nas áreas convencional e orgânica não certificada percebeu-se equivalência de valores, possibilitando a inferência de que, para o número de adultos, a diversificação do sistema está influenciando, diretamente, na manutenção da espécie. Essa diversidade favorece a infestação de moscas-das-frutas nas diferentes frutíferas disponíveis ao longo do ano, sendo as espécies polífagas e multivoltinas (com várias gerações ao longo do ano), como é o caso de várias espécies do gênero *Anastrepha*, as mais favorecidas (CRESONI-PEREIRA; ZUCOLOTO, 2009).

Ressalta-se novamente que, assim como para o número de pupas, o número de adultos de *A. serpentina* encontrados nesse estudo se mostrou bastante inferior, proporcionalmente, aos valores de outras pesquisas, como as de Teófilo Sobrinho et al. (2001); Silva et al. (2011) e Machado et al. (2012), em que a infestação pelo gênero *Anastrepha* se apresentou de forma bem mais intensa e numerosa.

5.6. ÍNDICES DE INFESTAÇÃO DE *A. serpentina* POR PESO E POR FRUTOS DE LARANJA EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO AO LONGO DO ANO

Os resultados obtidos para as análises das variáveis índices de infestação por peso (pupários/peso Kg) e por fruto (pupários/nº frutos) apresentaram significância nas respostas aos sistemas e períodos, assim como já observado para os resultados do número de pupários, haja vista que os valores de pupários são essenciais para a obtenção dos índices de infestação. Foram obtidos os seguintes valores [$g/ = 3$; $f = 3.359$; $p = 0,0292$] para a resposta aos sistemas e [$g/ = 2$; $f = 6.949$; $p = 0,0028$] para a resposta aos períodos das coletas no índice de infestação (pupários/peso Kg) [$g/ = 3$; $f = 3.181$; $p = 0,0355$] na interação com os sistemas e [$g/ = 2$; $f = 6.868$; $p = 0,0030$] na interação com os períodos das coletas.

Em relação às áreas de coleta observou-se similaridade das respostas nas áreas orgânica certificada, orgânica não certificada e em transição, superiores as respostas apresentados pela área convencional para os dois índices de infestação. Novamente ressalta-se a influência que esses resultados podem estar sofrendo pela aplicação de inseticidas químicos na área convencional.

Para a resposta dos índices de infestação em relação ao período de amostragem foi perceptível (figuras 6 e 7) maior relevância nos índices apresentados pelas amostras dos períodos de chuva-seca e seca, bastante superiores aos apresentados pelo período de transição seca-chuva para ambos os índices.

Figura 6. Índices de infestação/kg para cada área em cada período.

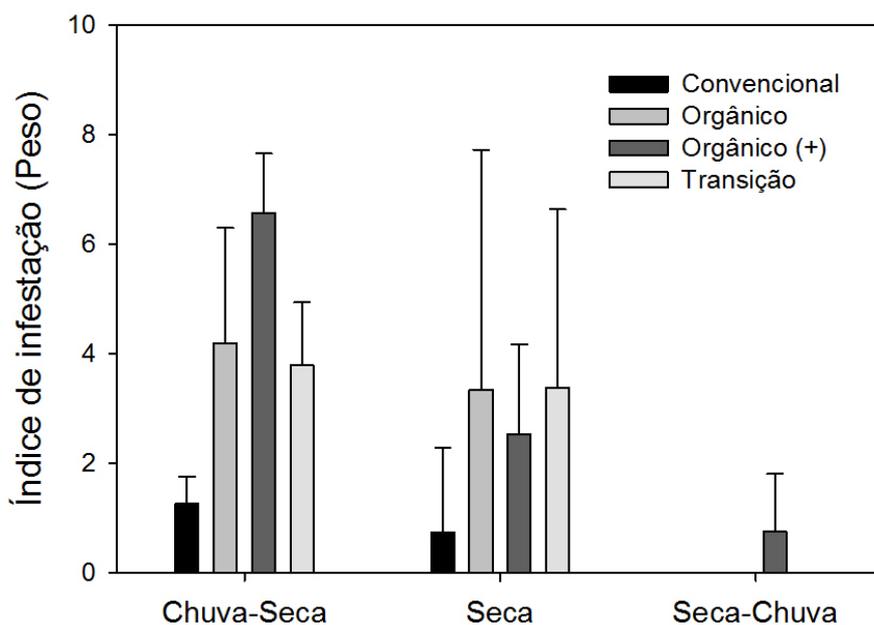
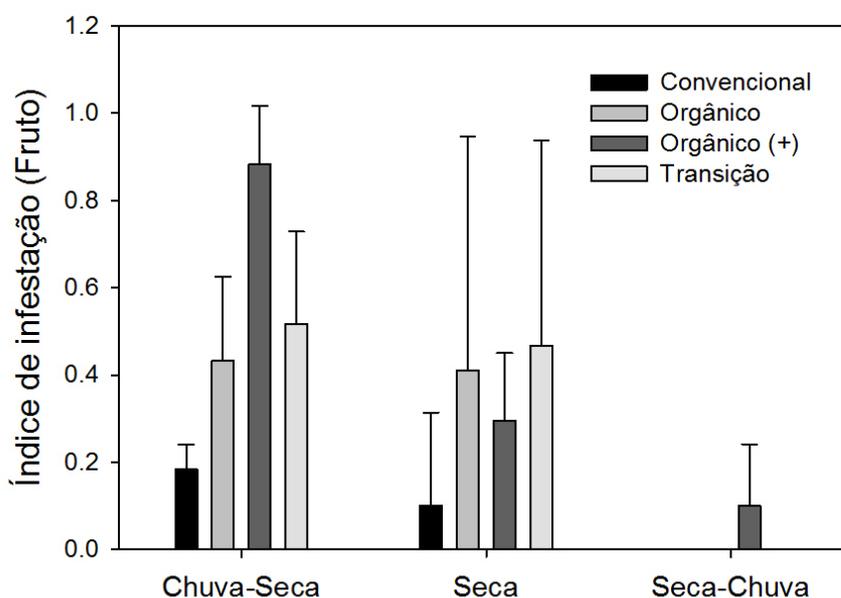


Figura 7. Índices de infestação/n^o de frutos para cada área em cada período.



A partir da análise dos sistemas de cultivo e a resposta de cada um dentro dos períodos das coletas, observou-se significância no período chuva-seca para ambos os índices, com $[g/= 3; f= 3.446; p= 0,0262]$ para o índice de infestação (pupas/peso kg) e de $[g/= 3; f= 3.796; p= 0,0180]$ para o índice de infestação (pupas/nº frutos). As figuras 6 e 7 apresentam valores maiores dos índices para todas as áreas dentro do referido período. Os testes apresentaram igualdade nos valores dos índices obtidos para as áreas orgânica certificada, orgânica não certificada e em transição, os quais também foram superiores aos resultados apresentados pela área convencional para ambos os índices.

Partindo da análise dos períodos de coleta e a resposta que cada sistema de cultivo apresentou para os mesmos, obteve-se significância para a resposta da área orgânica certificada, em ambos os índices, com $[g/= 2; f= 5.308; p= 0,0092]$ para o índice de infestação (pupas/peso kg) e $[g/= 2; f= 6.373; p= 0,0041]$ para o índice de infestação (pupas/nº frutos), evidenciando o que já foi perceptível nas figuras 6 e 7, em que a área orgânica certificada apresentou, aparentemente, a maior variação de acordo com período em que foi realizada a coleta.

Analisando os índices de infestação em relação à resposta que os mesmos apresentaram para cada período de coleta, foi possível perceber que, em um teste de similaridade, os períodos chuva-seca e seca foram estatisticamente similares, com valores superiores aos apresentados pelo período seca-chuva (Tabelas 8 e 9). Para ambos os índices o período chuva-seca se mostrou estatisticamente superior, na relação com os sistemas, aos valores apresentados por seca e seca-chuva, fato também perceptível nas figuras 6 e 7.

Tabela 8. Testes de similaridade entre os períodos de coleta para o índice de infestação (pupas/peso kg).

Períodos	Médias	Resultados do teste
Seca-chuva	0.750000	a
Seca	2.538333	a
Chuva-seca	6.560000	b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 9. Testes de similaridade entre os períodos de coleta o para o índice de infestação (pupas/nº frutos).

Períodos	Médias	Resultados do teste
Seca-chuva	0.100000	a
Seca	0.296667	a
Chuva-seca	0.885000	b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

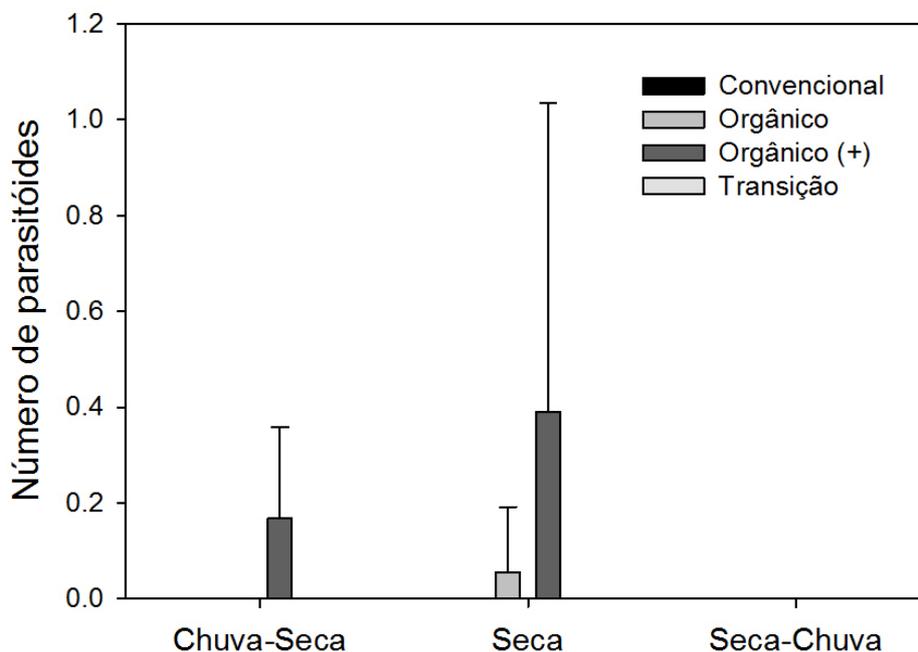
Em geral, os maiores índices de infestação foram observados no período de maior incidência de chuvas, fato que para o município estudado coincide com o período de amadurecimento dos frutos hospedeiros, o que corrobora com os resultados encontrado por Araújo et al. (2005), onde a flutuação populacional de espécies do gênero *Anastrepha* coincidiram seus picos de infestação no período de maturação dos respectivos hospedeiros disponíveis.

5.7. NÚMERO DE *D. areolatus* EM IMATUROS DE *A. serpentina* EM DIFERENTES SISTEMAS CULTIVO DE LARANJA

Em relação ao número de parasitóides não se registrou significância para nenhuma das interações testadas, devendo-se isso, provavelmente, ao número baixo de indivíduos obtido nas amostras desta pesquisa. Entretanto, como os valores da interação com o sistema foram aproximados ao p de 0,05, mais especificamente $g= 3$; $f= 2.734$; $p = 0,0578$, esse valor será usado como parâmetro para analisar essa variável.

A presença de parasitóides foi registrada, apenas, nas áreas em que o trato foi orgânico ou teve a diversificação do sistema de produção, o que ocorreu nas áreas orgânica certificada, orgânica não certificada e em transição. A área de cultivo de laranja convencional não apresentou emergência de parasitóides (Figura 8).

Figura 8. Número de parasitóides (média \pm EP) nos diferentes sistemas de cultivo de laranja.



Ao se analisar o parasitismo de *D. areolatus* (Figura 8) e comparar com a incidência de pupas e adultos de *A. serpentina* (Figuras 4 e 5) é perceptível que o pico de *D. areolatus*, em relação aos períodos das coletas, ocorreu no período seca, diferente do pico da presença de pupas e adultos de *A. serpentina*, que se dá no período de transição Chuva-seca, ou seja, o pico da presença do parasitóide foi na geração seguinte ao pico de presença da praga, comportamento comum entre diversos gêneros de parasitóides (SANTOS, 2008).

Analisando a resposta das áreas de coleta, ou sistemas, dentro de cada um dos períodos de análise, observou-se significância, apenas, na resposta das áreas a interação com o período seco [$g= 3$; $f= 3.275$; $p= 0,0315$], explicável pela maior incidência de parasitóides no período (Figura 8) e similar aos resultados encontrados por Moura; Moura (2011), onde, em estudo sobre a flutuação populacional de parasitóides em Fortaleza (CE), também encontrou maior incidência de parasitóides nos períodos de menor precipitação ou de transição entre períodos de menor e maior incidência, que coincidiam a geração seguinte do pico da presença das pragas.

5.8. ÍNDICES DE PARASITISMO EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO AO LONGO DO ANO

Para o índice de parasitismo os resultados das análises mostraram significância apenas na resposta do mesmo aos sistemas de cultivo [$g/ = 3$; $f = 3,329$; $p = 0,0302$], sendo a área orgânica certificada estatisticamente superior, como observado na Figura 9. As demais áreas apresentaram índices de parasitismo similares (Tabela 10).

Figura 9. Índices de parasitismo (média \pm EP) nos diferentes sistemas de laranja.

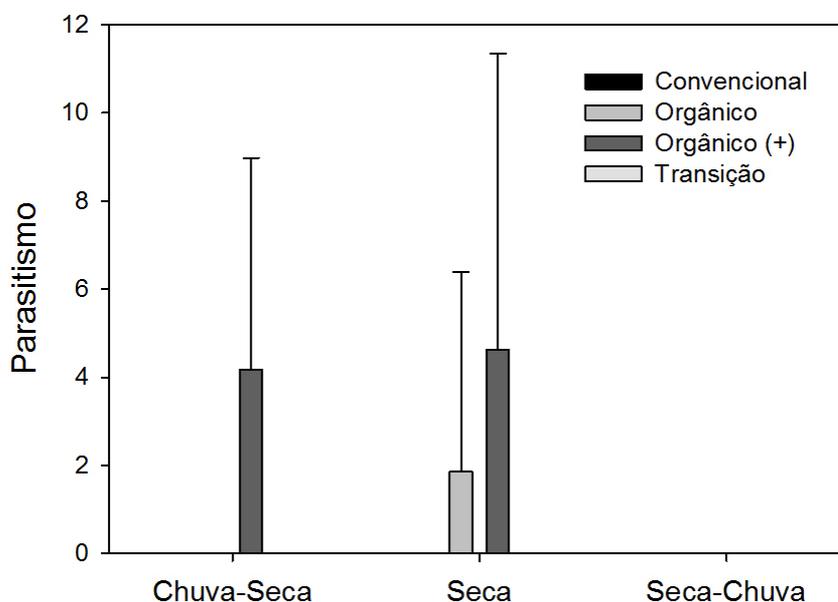


Tabela 10. Teste de similaridade entre as áreas de coleta em relação ao índice de parasitismos.

Sistemas	Médias	Resultados do teste
Convencional	0.000000	a
Orgânico Não certificado	0.000000	a
Transição	0.925833	a
Orgânico certificado	3.703333	b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

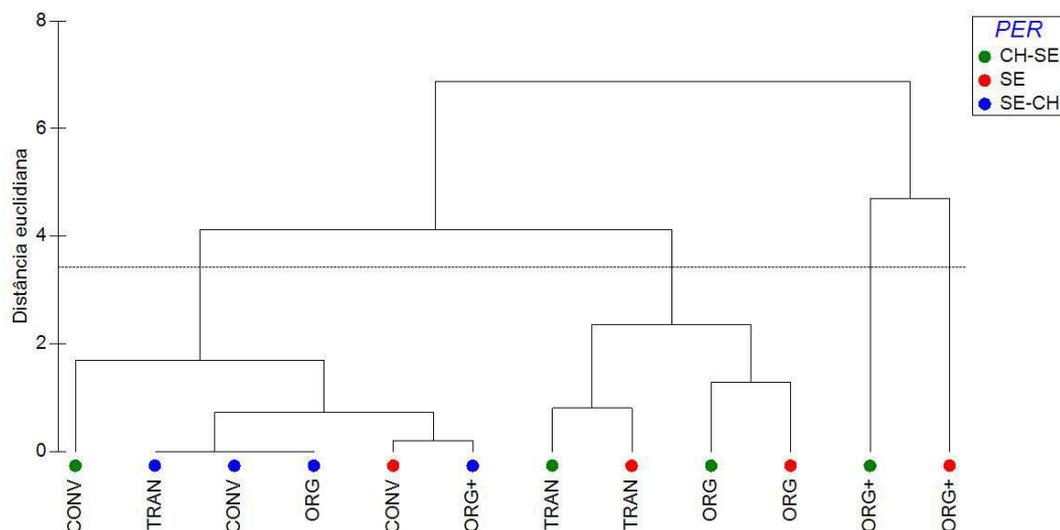
A diversificação do sistema de produção é um fator que contribui, consideravelmente, para a manutenção de inimigos naturais de pragas agrícolas, propiciando o controle natural nos cultivos (LETOURNEAU; BOTHWELL, 2008). Um estudo em cultivo orgânico de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) na Califórnia (USA), por exemplo, assim como neste trabalho, em sistemas orgânicos, a comunidade de inimigos naturais foi mais diversa do que em sistemas convencionais, e a atuação desses pode compensar o uso de inseticidas para o controle de insetos-praga (LETOURNEAU; GOLDSTEIN, 2001).

5.9. SIMILARIDADE DO ÍNDICE DE INFESTAÇÃO DE *A. serpentina* NOS DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO DE LARANJA

Objetivando analisar o efeito agrupado dos índices de infestação de *A. serpentina* nas diferentes áreas de cultivo de laranja, ao longo do ano, realizou-se nesta pesquisa uma análise de cluster, que permitiu perceber grande tendência a similaridade dos dados de uma forma geral nas áreas em que o sistema de cultivo apresentou características de manejo orgânico/biodiverso (áreas orgânico certificada, orgânico não certificado e em transição), em relação à área cujo modelo de produção foi convencional.

A partir da análise de clusters (Figura 10), cujo objetivo foi observar semelhanças no comportamento de cada uma das áreas de coleta entre si, foi possível perceber que o sistema orgânico certificado foi o que apresentou melhor resposta aos fatores ambientais em cada período da análise. O sistema orgânico não certificado e o em transição apresentaram grande afinidade entre si, com resultados bem próximos aos apresentados pelo sistema orgânico certificado, porém, inferior. Entretanto, a área de cultivo e manejo convencional apresentou comportamento bem distinto das demais, chegando a formar um agrupamento a parte na análise, o que corrobora as afirmações feitas por outros autores como Andow (1991); Altieri (2002; 2003) e Aguiar-Menezes (2004), que revelaram que a diversificação dos sistemas e a empregabilidade de modelos de produção que interagem de forma menos agressiva com o agroecossistema contribuem para que o mesmo demonstre maior estabilidade nas interações com os fatores bióticos e abióticos, como pragas e fatores naturais.

Figura 10. Análise de cluster sobre as áreas de cultura em relação aos períodos de coleta.



Foi possível perceber que, mesmo com o controle constante das pragas, o sistema convencional de cultivo de laranja em Capitão Poço (PA), em momento algum, apresentou valores próximos à zero em nenhum dos índices de infestação por *A. serpentina*, tendo, em alguns momentos, resultados semelhantes aqueles apresentados pelas áreas que não administraram o controle com agrotóxicos, fato que evidencia a instabilidade do sistema.

De acordo com Gliessman (2001) os agrossistemas de base naturais, se apresentam em constante estado de mudança, permanecendo dinâmicos, flexíveis e resilientes as forças perturbadoras. Ainda segundo o autor, esta estabilidade deve-se, em parte, à complexidade dos ecossistemas e à diversidade de espécies, que em um sistema convencional geralmente é reduzida com muitos nichos ecológicos não ocupados e por isso, apesar da constante influência humana, são mais sujeitos a danos por pragas. A análise de cluster (Figura 14) confirmou essa afirmação, haja vista que revalida o fato de que os sistemas de produção de base orgânica reagem melhor às alterações dos fatores bióticos e abióticos incidentes sobre os mesmos.

6. CONCLUSÕES

- Independente do sistema de cultivo e da época do ano, somente a espécie *Anastrepha serpentina* infesta frutos de laranja, preferencialmente no período chuvoso;

- *Doryctobracon areolatus* é a única espécie de parasitóide de *A. serpentina* nos diferentes sistemas de cultivo de laranja, com maior frequência no período seco do ano;

- Os números de pupas e adultos de *A. serpentina* são influenciados pelo tipo de cultivo de laranja e pelo período do ano;

- No município de Capitão Poço (PA) sistemas de produção de laranja mais ecológicos apresentam maiores quantidade de pupas e maiores índices de infestação de *A. serpentina*. Dessa forma, cultivo orgânico certificado (orgânico +) apresenta maiores índices de infestação por *A. serpentina* e de parasitismo por *D. areolatus*;

- Cultivo convencional de laranja no município de Capitão Poço (PA) é menos infestado por *A. serpentina* e não hospeda o parasitóide *D. areolatus*, sugerindo que o emprego de inseticidas nessas áreas afete populações da praga e do seu inimigo natural;

- Independente do sistema de produção de laranja, a menor quantidade de pupas de *A. serpentina* é encontrada no período seca-chuva e a maior quantidade no período chuva-seca, o que pode sugerir que pupas de *A. serpentina* têm preferência por períodos com maior precipitação;

- Infestação apresentada pela praga em cultivos de citros no município de Capitão Poço (PA) ainda é pequena se comparado com outros resultados em diferentes hospedeiros no Brasil; e

- Considerando a premissa de que a diversificação de sistemas produtivos torna o sistema mais estável ecologicamente, aumentando a abundância de organismos benéficos, com conseqüente elevação na taxa de parasitismo, o presente trabalho conclui que cultivo convencional de laranja apresenta índices de parasitismo mais baixo quando comparado com as demais áreas avaliadas, particularmente o cultivo orgânico certificado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AARSET, B., S. et al. The european consumers' understanding and perceptions of the 'organic' food regime. The case of aquaculture. **British Food Journal**, v. 106, n. 2, p. 93-105, 2004.
- ADAMIDES, G; BIBERIAN, N.; GIANNAKOPOULOU, M. **A Cypriot Organic Farmer's Way Towards Globalization**, 2006. Disponível em: <http://www.google.com.br/url?sa=tesource=webecd=1eved=0CBwQFjAAeurl=http>. Acesso em: 19 abril. 2013.
- AGUIAR-MENEZES, E. de L. et al. Native hymenopteran parasitoids associated with *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in Seropedica city, Rio de Janeiro, Brazil. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 84, n. 4, p. 706-711, 2001.
- AGUIAR-MENEZES, E. de L. **Diversidade vegetal**: uma estratégia para o manejo de pragas em sistemas sustentáveis de produção agrícola. Embrapa Agrobiologia, Seropédica. 2004, Documentos 177.
- AKHTARUZZAMAN, M.; ALAN, M.Z.; SARDAR, M.A. Suppressing fruit fly infestation by bagging cucumber at different days after anthesis. **Bangladesh Journal of Entomology**, Bangladesh, v.9, n.1-2, p.103-112, 1999.
- ALOUANI, A.; REHIMI, N.; SOLTANI, N. Larvicidal activity of a neem tree extract (Azadirachtin) against mosquito larvae in the Republic of Algeria. **Jordan Journal of Biological Sciences**, Zarqa, v. 2, n. 1, p. 15-22, 2009.
- ALTIERI, M. A.; LETORNEAU, D. K. Vegetation diversity and insect pest outbreaks. **Critical Reviews in Plant Science**, Boca Raton, v. 2, p. 131-160, 1984.
- ALTIERI, M.A. Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro: PONTA/FASE, 1989. 237p. Cap. 1: **Introdução a agroecologia**.
- ALTIERI, M.A. Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.93, p.1-24, 2002.
- ALTIERI, M.A et al. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2003, 266p.
- ALTIERI, M. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2012.
- ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha*. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.39, p.155-178, 1994.

ALVARENGA, C. D. et al. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e seus parasitóides em plantas hospedeiras de três municípios do norte do estado de Minas Gerais. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 2, p.195-204, 2009. ISSN 0020-3653.

ANDOW, D. A. Vegetation diversity and arthropod response. **Annual Review of Entomology**. V. 36, p. 561-586, 1991.

ANDRIGUETO, J.R.; NASSER, L.C.B.; TEIXEIRA, J.M.A. **Produção integrada de frutas**: conceito, histórico e evolução para o Sistema Agropecuário de Produção Integrada – SAPI. 2007. Disponível em: <HTTP://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 4 set. 2011

AMARO, A. A. **Industrialização da Laranja**. São Paulo: IEA, 1973. AGÊNCIA SEBRAE DE NOTÍCIAS (ASN). Produção integrada chega à citricultura. 2004. Acesso em 23/03/2012. Online. Disponível em: <<http://asn.interjornal.com.br/site/noticia.kmf?noticia=23004ecanal=199etotal=57eindice=10>>.

ARAÚJO, E. L. et al. 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. 91-94 2005.

BANCO DA AMAZÔNIA (BASA). O Banco da Amazônia e o financiamento da fruticultura regional. **Contexto Amazônico**. v. 1, n. 5, 2008. Disponível em http://www.bancoamazonia.com.br/bancoamazonia2/includes%5Cinstitucional%5Carquivos%5Cbiblioteca%5Ccontextoamazonico%5Ccontexto_amazonico_5.pdf. Acesso em 07 de maio de 2011.

BARROS, G. S. de C. **Agronegócio Brasileiro**: perspectivas, desafios e uma agenda para seu desenvolvimento. Piracicaba, SP: ESALQ/USP. p. 51. 2006.

BETTIOL, W; GHINI, R. Proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos. In: CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2003, 279p.

BITTENCOURT, M.A.L et al. **Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e seus parasitóides (Hymenoptera: Braconidae) associados às plantas hospedeiras no sul da Bahia**. Neotrop. entomol. vol.40 no.3 Londrina May/June 2011.

BRASIL. Instrução Normativa Número 7, de 17 de maio de 1999. Estabelece as normas de produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e de certificação da qualidade para os produtos orgânicos de origem vegetal e animal. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, p.11-14, 19 mai. 1999. Seção 1.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO; ASSESSORIA DE GESTÃO ESTRATÉGICA. **BRASIL PROJEÇÕES DO AGRONEGÓCIO 2010/2011 a 2020/2021**. Brasília, junho de 2011. Disponível em: <http://www.acirurgacz.com.br/pdfs/codigoflorestal/projecoesagronegocio.pdf>. Acesso em 25/04/2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agrofit on-line**. Disponível na Internet: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 16 de janeiro de 2012.

BRIENZA, S. Jr. 1982. **Freijó em Sistemas Agroflorestais**. EMBRAPA/CPATU-Belém/PA; 8,9,10p,.

Canal, N A ; Uramoto, K ; Zucchi, R A . 2013. **Two New Species of Anastrepha Schiner (Diptera, Tephritidae) Closely Related to Anastrepha pickeli Lima**. Neotropical Entomology (Impresso), v. 42, p. 52-57, 2013

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável: perspectivas para uma nova Extensão Rural. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v.1, n.1, p.16-37, jan./mar. 2000a.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável**: perspectivas para uma nova Extensão Rural. In: ETGES, V. E. (org.). Desenvolvimento rural: potencialidades em questão. Santa Cruz do Sul: EDUSC, 2001. p.19-52.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia e extensão rural**: contribuições para a promoção do desenvolvimento rural sustentável. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA. 2004a.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia e sustentabilidade: Base conceptual para uma nova Extensão Rural. In: WORLD CONGRESS OF RURAL SOCIOLOGY, 10, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: IRSA, 2000b.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia**: alguns conceitos e princípios. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA. 2004.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia**: enfoque científico e estratégico para apoiar o desenvolvimento rural sustentável (texto provisório para discussão). Porto Alegre: EMATER/RSASCAR, 2002. (Série Programa de Formação Técnico-Social da EMATER/RS. Sustentabilidade e Cidadania, texto5).

CARVALHO, R.S.; NASCIMENTO, A.S.; MASTRONGOLO, W.J.R. Controle Biológico. In: MALAVASI, A. e ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: Conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, 2000. cap. 14, p. 113-117.

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

CASTILLO, M.A. et al. Susceptibility of *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) to entomopathogenic fungi and their extracts. **Biological Control**, Orlando, v.19, p.274-282, 2000.

CHRISTENSON, L.D. e FOOTE, R.H. Biology of fruit flies. **Annual Review of entomology**, v. 5, p. 171-192, 1960.

CHUNG, H.D. et al. The effects of seedling age, and PE house coverings on fruit quality of Oriental Melon (*Cucumis melo* L. var. *makeuwa* Mak.). **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, Seoul, v.41, n.5, p.464-470, 2000.

CIOCIOLA JÚNIOR, A. I.; MARTINEZ, S. S. **Nim: alternativa no controle de pragas e doenças**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2002. 24 p. 67 (Boletim técnico).

COLAPIETRA, M.; SAPORITO, C. Tecniche di insacchettamento del grappolo per la produzione integrata e biologica dell'uva da tavola in Puglia e in Sicilia. **Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura**, Bologña, v. 63, n.12, p.17-26, 2001.

CRESONI-PEREIRA, C.; ZUCOLOTO, F. S. Moscas-das-frutas (Diptera). In: PANISI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p.733-766.

CRUZ, I. Controle biológico em manejo integrado de pragas. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORREA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p.543-570.

DANIEL, O.; SILVA, P.P. da; SANTANA, A.G.; VIVIANE, C.A.; GOMES, C.F.; CAROLINO, A. Diagnósticos de sistemas agroflorestais em uma propriedade de Amambai, Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 6., 2006, Campos. **Resumos...** Campos: SBSAF/UENF, 2006. p. 1-5.

DANTAS, J.L.L.; DANTAS, A.C.L.; COELHO, Y.S. Fruticultura brasileira: realidade e perspectivas. In: SANTOS-SEREJO, J.A.S et al. **Fruticultura Tropical espécies regionais e exóticas**. Brasília-DF: Embrapa, p. 17-32. Cap. 1. 2009.

DE MEYER, M. Phylogeny of the genus *Ceratitis* (Dacini: Ceratidini). In: ALUJA, M.; NORRBOM, A.L. (Eds.). **Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior**. Boca Raton: CRC Press, 2000. p. 409-428.

DONADIO, C.; GRAVENA, S. **Manejo Integrado de Pragas dos Citros**. São Paulo: Fundação Cargill, 1994.

DUAN, J.J. Evaluation of the impact of the fruit fly parasitoid *Diachasmimorpha longicauda* (Hymenoptera: Braconidae) on a nontarget tephritid, *Eutreta xanthochaeta* (Diptera: Tephritidae). **Biological Control**, Orlando, v.8, n.1, p.58-64, 1997.

ENKERLIN, W.; MUMFORD, J. Economic evaluation of three alternative methods for control of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in Israel, Palestinian Territories, and Jordan. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.90, n.5, p.1066-1072, 1997.

FADINI, M. A. M. et al. Efeito da cobertura vegetal do solo a abundância e diversidade de inimigos naturais de pragas em vinhedo. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 23, n. 3, 2003.

FAYET, L.A. **Virando o jogo com a fruticultura**. Disponível em: <<http://www.parana-online.com.br>>. Acesso em: 17/01/2012.

FAO/INCRA. **Perfil da agricultura familiar no Brasil: dossiê estatístico**. Brasília, 1996.

FEBLAM. **Manual de Citricultura**, 1ª ed. Porto Alegre: FEBLAM, 128p. 2009.

FERREIRA, A. S.; Cols. **Sistema de Produção 2**. Embrapa Milho e Sorgo. Edição set/2007. (Versão eletrônica – 3). Acesso em 22/03/2012.

FERREIRA, H. de J. et al. Alternativa de controle das moscas-das-frutas em goiaba (*Psidium guajava* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 27., 2002. **Anais...**, Belém. 2002.

FERNANDES, M.S. **Programa para aceleração do crescimento da fruticultura brasileira – PAC Fruticultura**. Câmara Setorial da Cadeia Produtiva de Fruticultura (MAPA). 10 p. 2007.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Glossary of phytosanitary terms**. NIMF N° 5. FAO, Roma. 2006.

FRANKE, I. L; Miranda, E. M; Valentin, J. F. 2000. Comportamento de espécies arbóreas de uso múltiplo para o Estado do Acre. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS**, Manaus/AM, pg. 98,99.

GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GARCIA, A. S. et al. Virulência de linhagens mutantes e diplóides de *Metarhizium anisopliae* em *Ceratitis capitata* (Díptera: Tephritidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 267-270, 1985.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. 2ª ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2001. 649p.

GUANZIROLI, C. E. et al. **Novo retrato da agricultura familiar**: o Brasil redescoberto. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2000. 74p.

GUEDES, J.V.C. Manejo cultural e agroecológico de insetos. In: GUEDES, J.V.C; COSTA, I.D. da; CASTIGLIONI, E. **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: Palloti, 2000. p.99-112.

GUZMÁN CASADO, G.; GONZÁLEZ DE MOLINA, M.; SEVILLA GUZMÁN, E. (coords.). **Introducción a la Agroecología como desarrollo rural sostenible**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2000.

HENDRICH, J.; ROBINSON, A.S.; CAYOL, J.P.; ENKERLIN, W. Medfly areawide sterile insect technique programmes for prevention, suppression or eradication: the importance of mating behavior studies. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.85, n.1, p.1-13, 2002.

HERNANDEZ-ORTIZ, V. El Genero *Anastrepha* Schine en Mexico (Diptera: Tephritidae): taxonomia, distribucion y sus plantas huespedes. Xalapa: **Instituto de Ecologia; Sociedad Mexicana de Entomologia**, 162 p, 1992.

HOMMA, A.K.O.; FRAZÃO, D.A.C. O despertar da fruticultura amazônica. **Fruticultura em Revista**, p. 27-31. 2002.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2006: Brasil, **Grandes Regiões e Unidades da Federação**. Brasília: 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS (IBRAF). **Produção brasileira de frutas**. 2012. disponível em: <http://www.ibraf.org.br> Acesso em 13 de abril de 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS (IBRAF). **Frutíferas**. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br> Acesso em: 20 de Janeiro de 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produto Interno Bruto dos Municípios 2004-2008**. Disponível em http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2004_2008/. Acesso em 20/03/2012.

JORDÃO, A.L.; NAKANO, O. Controle de lagartas dos frutos do tomateiro pelo ensacamento das pencas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.29, n.4, p.773-782, 2000.

LACERDA, M.A.D; LACERDA, R.D.; ASSIS, P.C.O. A participação da fruticultura no agronegócio brasileiro. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v. 4, 2004.

LANDIS, D.A et al. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 45, p. 175-201, 2000.

LEAL, M. R et al. **Diversidade de moscas-das-frutas, suas plantas hospedeiras e seus parasitóides nas regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, Brasil**. Ciência Rural, Santa Maria, v.39, n.3, p.627-634, mai-jun, 2009

LETOURNEAU, D.K.; GOLDSTEIN, B. Pest damage and arthropod community structure in organic vs. Conventional tomato production in California. **Journal of Applied Ecology**, v.38, p.557-570, 2001.

LETOURNEAU, D.K.; BOTHWELL, S.G. Comparison of organic and conventional farms: challenging ecologists to make biodiversity functional. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v.6, p.430-438, 2008.

LEMOS, W.P et al. **First Record of *Anastrepha serpentina* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in Citrus in Brazil**, Sociedade Entomológica do Brasil. Neotrop Entomol 40(6): p. 706-707, 2011a.

LEMOS, W. P. **Controle integrado de pragas em fruteiras amazônicas**. Fortaleza: Instituto Frutal. 107 p., 2009.

LEMOS, W.P.; SOUZA, L.A.; FARIAS, P.R.S.; MACEDO, L.P.M.; RODRIGUES, T.W.P. Estratégias de controle de Mosca-da-carambola *Bactrocera carambolae* DREW e HANCOCK (Diptera: Tephritidae) visando impedir sua disseminação para áreas livres de ocorrência no Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 45, p. 297-307, 2006.

LEMOS, W. P. Moscas-das-frutas de importância quarentenária e seus riscos para a fruticultura na Amazônia. I SEMINÁRIO DE ENTOMOLOGIA E ACAROLOGIA DA AMAZÔNIA. Manaus – AM. **Resumos...** Novembro. 2011b. 256 p.

LIU, C.R. et al. Experiment of bagging culture for citrus. **South China Fruits**, Zhejiang, v.29, n.5, p.10-11, 2000.

LUTZENBERGER, J. **Ecologia**. Do Jardim ao Poder. Porto Alegre: L e PM Editores Ltda. 1985.

MACHADO, D.L.M et al. Levantamento de moscas-das-frutas e seus parasitóides em citros, no município de Viçosa, Minas Gerais. **Rev. Ceres** vol.59 no.6 Viçosa Nov./Dec. 2012.

MAGNUSSON, W. E.; MOURÃO, G. M. **Estatística sem matemática: A ligação entre as questões e a análise**. Londrina-PR: Planta, 2005. 138p.

MALAVASI, A. Mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae). In: VILELA, E.; ZUCCHI, R.A.; CANTOR, F. (Eds). **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto, SP. Editora Holos, 173 p, 2000.

MALAVASI, A. e 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, p.17-24, 1980.

MALAVASI, A. e NASCIMENTO, A.S. Implantação da biofábrica de moscamed no nordeste do Brasil. In: XIX Congresso Brasileiro de Entomologia, Manaus-AM. **Anais**, SOE. 1 CD. 2002.

MALAVASI, A. Mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae). In: VILELA, E.; ZUCCHI, R.A.; CANTOR, F. (Eds). **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto, SP. Editora Holos, 173 p, 2000.

MALAVASI, A.; NASCIMENTO, A.S.; CARVALHO, R. da S. Moscas-das-Frutas no MIP-Citros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS, 3., Bebedouro, 1994. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1994. p.211-231.

MARINHO, F.C; SILVA, R.A; ZUCCHI, R.A. Chave de identificação de Braconidae (Alysiinae e Opiinae) parasitóides de larvas frugívoras na região Amazônica. Pag. 91-101. In: SILVA, R. A., LEMOS, W. P. E ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. – Macapá: 299 p. : Il. Color.; 21cm x 28 cm. Embrapa Amapá, 2011.

MARTINEZ, A.J. Toxicity of an isolate of *Bacillus thuringiensis* subspecies darmstadiensis to adults of the Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae) in laboratory. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.90, n.1, p.130-134, 1997.

MARTINS, D.S, FORNAZIER, J.M., URAMOTO, K., VENTURA, J.A., FERREIRA, P.S.F. e ZANUNCIO, J.C. 2012. **New findings of Anastrepha (Diptera: Tephritidae) in the state of Espírito Santo, Brazil**. Florida Entomologist 95(3):794-797.

MATTOS JUNIOR, D.; PIO, R. M. et al. **Citros**. São Paulo: Fundag/ APTA, 2005.

Mc ALPINE, J. F. Phylogeny and classification of the Muscomorpha. In: Mc ALPINE, J. F. (ed.) **Manual of nearctic diptera**. Ottawa: Biosystema Research Centre, 1989. p. 1397 - 1518.

MELO, E.A.S.F et al. **Hospedeiros, níveis de infestação e parasitóides de moscas frugívoras (Diptera:Tephritidae e Lonchaeidae) em municípios da**

região Sul da Bahia. Magistra, Cruz das Almas-BA, v. 24, número especial, p. 08-16, dez. 2012.

MIKLÓS, A. A. de W (org.). A agroecologia em perspectiva. In: 3ª CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE AGRICULTURA BIODINÂMICA. **Resumos...** São Paulo: SMA/CED, 1999.

MONTOYA, P. et al. Biological control of *Anastrepha* sp. (Diptera: Tephritidae) in mango orchards through augmentative releases of *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Control**, Orlando, v.18, n.3, p.216-224, 2000.

MORDUE (LUNTZ), A.J.; NISBET, A.J. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its actions against insects. **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil**, Jaboticabal, v.29, n.4, p. 615-632, 2000.

MOURA, A.P.; MOURA, D.C.M. Levantamento e flutuação populacional de parasitóides de moscas-das-frutas (diptera: tephritidae) de ocorrência em goiabeira (*psidium guajaval.*) Em fortaleza, ceará. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 78, n. 2, p. 225-231, abr./jun., 2011.

NASCENTE, A.S. **A fruticultura no Brasil e o potencial da utilização de fruteiras nativas e exóticas na Amazônia.** Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2003. 17 p. 2003. (Embrapa Rondônia. Documentos, 72).

NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R.DA S. Manejo Integrado de Moscas-das-Frutas. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (ed.) **Moscas-das-frutas de importância no Brasil: conhecimento básico e aplicado.** Ribeirão Preto: Holos, 2000. Cap. 22, p. 169 - 173.

NATALE, W. et al. A. Resposta da caramboleira à calagem. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 1136-1145, 2008.

NEVES,C.P.N.;ALMEIDA, D.L.; DE-POLLI, H.; GUERRA, J.G.M.; RIBEIRO, R.L.D. de. **Agricultura orgânica: Uma estratégia para o desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis.** 2004 Rio de Janeiro: Editora Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2004.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; MILAN, P.; LOPES, F. F.; CRESSONI, F.; KALAKI, R. **O retrato da citricultura Brasileira.** Ribeirão Preto: FEA/USP, 2010. 139p.

NEVES, M. F. et al. **O Retrato da Fruticultura Brasileira.** Centro de Pesquisa e Projetos em Marketing e Estratégia. FEA /USP Ribeirão Preto. Editora Thomson Learning. 2011. p. 142.

NORMAS para a produção integrada de maçãs no Brasil. In: REUNIÃO SOBRE O SISTEMA DE PRODUÇÃO INTEGRADA DE MACIEIRA NO BRASIL, Bento Gonçalves, RS, 1998. **Normas...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1998.

NORRBOM, A.L. e HERNANDEZ-ORTIZ, V. **Manual Del Curso Internacional de Taxonomia de moscas-das-frutas**. Metapa de Dominguez: Centro Internacional de Capacitacion em moscas de lãs frutas, 1995, 67p.

OHASHI, O.S.; et al. Ocorrência de *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera: Tephritidae) em *Acerola Malpighia puniceifolia* L. no Estado do Pará. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, n. 2, p. 389-390, 1997

OLIVEIRA, E. L. A. et al. da. Principais espécies de mosca-das-frutas e seus inimigos naturais em frutos comercializados em feiras livres do município de Belém, Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22., CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22., Uberlândia. **Resumos...** Uberlândia: SEB, 2008. 1 CD ROM.

OSTMAN, O.; EKBOM, B.; BENGTSSON, J. Landscape heterogeneity and farming practice influence biological control. **Basic and Applied Ecology**, v. 2, p. 365-371, 2001.

OVRUSKI, S.M.; SCHLISERMAN, P.; ALUJA, M. Indigenous parasitoids (Hymenoptera) attacking *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) in native and exotic host plants in Northwestern Argentina. **Biological Control**, Orlando, v.29, n.1, p.43–57, 2004.

PALMIERI, F.; PRINZ, D.; MANZATTO, C. V. Desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis na região montanhosa da Mata Atlântica, Paty do Alferes, RJ. Embrapa Solos - Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E). 2012.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J.R.P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. Editora Manol LTDA. São Paulo, 1991.

PARANHO, BEATRIZ A.J. S; WALDER, JÚLIO M.M.; ALVARENGA, CLARICE D. **Parasitismo de larvas da mosca-do-mediterrâneo por *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) em diferentes cultivares de goiaba**. Neotrop. Entomol. vol.36 no.2 Londrina Mar./Apr. 2007.

PEDIGO, L.P. **Entomology and pest management**. New Jersey: Prentice-Hall, 1996. 679p. Cap. 7: Economic decision levels for pest populations.

PELEGRINI, G.; GAZOLLA, M. **A agroindústria familiar no Rio Grande do Sul: limites e potencialidades a sua reprodução social**. Frederico Westphalen: Editora da URI, 2008.

PEREIRA, J.D.B. **Contribuição ao conhecimento de moscas-das-frutas (Tephritidae e Lonchaeidae) no Pará: diversidade, hospedeiros e parasitóides associados.** Dissertação de Mestrado, AFAP, Macapá, AP, 102 f. 2009.

PETINARI, RICARDO ALESSANDRO et al. **A importância da fruticultura para os agricultores familiares da região de Jales-SP.** Rev. Bras. Frutic. vol.30 no.2 Jaboticabal Junho de 2008.

ROCHA, D. **Mosca da carambola é detectada na divisa dos municípios do Pará e Amapá.** 2007. Disponível em: <<http://www.ambienteemfoco.com.br/?p=2916>>. Acesso em: 29 out. 2011.

RONCHI-TELES, B. e. SILVA, N.M. **Flutuação Populacional de Espécies de Anastrepha Schiner (Diptera: Tephritidae) na Região de Manaus, AM.** Neotropical Entomology 34(5):733-741(2005).

RONCHI-TELES, B. e. SILVA, N.M. Primeiro registro de ocorrência da mosca-domediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Wied) (Díptera: Tephritidae) na Amazônia Brasileira. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 25, p. 569-570, 1996.

SÁ, RICARDO FALCÃO DE et al. **Índice de infestação e diversidade de moscas-das-frutas em hospedeiros exóticos e nativos no pólo de fruticultura de anagé, Ba.** Bragantia, Campinas, v.67, n.2, p.401-411, 2008.

SAG. **A medfly-fru Country.** Ministry of Agriculture. Agricultural and Liverstock Service Chile. December, 1995. 12 p.

SALLES, L. A. B. **Mosca das frutas (Anastrepha spp) Biologia e controle.** Pelotas: EMBRAPA-CNPFT, 1994.

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

SALLES, L. A. B. Conheça e controle o terror dos pomares – Mosca das frutas. **Caderno Técnico Cultivar HF**, vol. 05, dez/jan. 2001.

SANCHES, Ieda Del'Arco; GÜRTLER, Salete; FORMAGGIO, Antonio Roberto. **Discriminação de variedades de citros em imagens CCD/CBERS-2.** Ciência Rural, Santa Maria, v.38, n.1, p.103-108, jan-fev, 2008.

SANTANA, A.C.; CARVALHO, D.F.; MENDES, F.A.T. **Análise sistêmica da fruticultura paraense: organização, mercado e competitividade empresarial.** Belém: Banco da Amazônia, 255 p. 2008.

SANTOS, R.S.S. Levantamento populacional de percevejos e da incidência de parasitóides de ovos em cultivos orgânicos de soja. **PESQ. AGROP. GAÚCHA**, PORTO ALEGRE, v.14, n.1, p.41-46, 2008.

SANTO, L. N. E. **Diversidade de inimigos naturais em cultivos de dendê *Elaeis guineensis* implantados em diferentes sistemas agroflorestais na agricultura familiar**. 2010. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Amazônicas) - Universidade Federal do Pará, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

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

SEVILLA GUZMÁN, E.; WOODGATE, G. Desarrollo rural sostenible: de la agricultura industrial a la Agroecología. In: REDCLIFT, M.; WOODGATE, G. (coords.). **Sociología del medio ambiente: una perspectiva internacional**. Madrid: Mc Graw Hill, 2002.

SILVA, J.G.; URAMOTO, K.; MALAVASI, A. First report of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in the eastern Amazon, Pará, Brazil. **Florida Entomologist**, v. 81, p. 574-577, 1998.

SILVA, N.M. da e RONCHI-TELES, B. Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia e Roraima. In: MALAVASI, A. e ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto. Holos Editora, p. 203-209, 2000.

SILVA NETO, B.; BASSO, D. Aplicação da teoria dos sistemas agrários para a análise da agricultura do Rio Grande do Sul. In: **Sistemas agrários do Rio Grande do Sul: análise e recomendações de Políticas**. Ijuí: Editora da UNIJUI, 2005. p. 17-24.

SILVA, D. E.; TRECENTE, V. C.; BOSQUÊ, G. G. Produção de laranja orgânica no Brasil. **Revista científica eletrônica de agronomia**. Ano VII – Número 12 – Dezembro de 2007.

SILVA, R. A., LEMOS, W. P. E ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. – Macapá: Embrapa Amapá, 2011. 299 p. : Il. Color.; 21cm x 28 cm.

SILVA, R.A.; et al. Monitoramento de moscas-das-frutas na Amazônia: amostragem de frutos e uso de armadilhas. In: SILVA, R.A.; LEMOS, W.P.; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011c. p. 34-49.

SILVA, R.A.; LEMOS, W.P.; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011a. 299 p. il.

SILVA, L.N et al. First survey of fruit fly (Diptera: Tephritidae) and parasitoid diversity among myrtaceae fruit across the state of Bahia, Brazil. **Rev. Bras. Frutic.** vol.33 no.3 Jaboticabal Sept. 2011.

SILVA, R.A.; LEMOS, W.P.; ZUCCHI, R.A. Ocorrência e hospedeiros de *Ceratitis capitata* na Amazônia brasileira. In: SILVA, R.A.; LEMOS, W.P.; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais.** Macapá: Embrapa Amapá, 2011b. p. 198-204.

SILVA, R.A., SILVA, W.R., JESUS, C.R. Pereira, J.D. e Souza Filho, M.F. 2012. **Novos registros de Anastrepha (Diptera: Tephritidae) para o Pará.** Embrapa, Comunicado Técnico no 122, 4p.

SINDFRUTAS. **Potencial da fruticultura:** sistemas agroflorestais sustentáveis. Disponível em <http://www.sindfrutas.org.br/potencial.html>. Acesso em 08 de maio de 2012.

SIVINSKI, J.; PIÑERO, J.; ALUJA, M. The Distributions of parasitoids (Hymenoptera) of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae) along an altitudinal gradient in Vera Cruz, Mexico. **Biological Control**, Orlando, v.18, p.258-269, 2000.

SOUZA FILHO, M. F. **Biodiversidade de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae), e seus parasitóides (Hymenoptera) em hospedeiras no Estado de São Paulo.** Dissertação de Mestrado. ESALQ/USP. Piracicaba, SP. 173p., 1999.

SOUZA FILHO, M. F.; RAGA, A.; ZUCCHI, R.A. Moscas-das-frutas no estado de São Paulo: ocorrência e danos. **Laranja** , v. 24, p. 45-69, 2003.

SOUZA-FILHO, M. F. **Infestação de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae e Lonchaeidae) relacionada à fenologia da goiabeira (*Psidium guajava* L.), nespereira (*Eriobotrya japonica* Lindl.) e do pessegueiro (*Prunus persica* Batsch.).** 2006. 125 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, USP, Piracicaba.

SOUZA, A. C. Frutas cítricas: singularidade do mercado. **Preços Agrícolas**, [S.l.], p. 8 -10, maio - junho 2001.

TEÓFILO SOBRINHO, J., G. MULLER, J.O. FIGUEIREDO, F. LARANJEIRA, e A. SALIBE. Laranja 'Pera IAC 2000'. **Laranja** 22: 495-501, 2001.

THOMAZINI, M.J. **Recomendações gerais para o controle das principais pragas dos citros no estado do Acre.** Rio Branco: Embrapa Acre, 2001. 4p. (Embrapa Acre. Instruções Técnicas, 37).

VIJAYSEGARAN, S.; OMAN, M. S. Fruit flies in peninsular Malaysia: their economic importance and control strategies. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE

BIOLOGY AND CONTROL OF FRUIT FLIES, 1991, Okinawa. **Proceedings...** Okinawa: The Okinawa Prefectural Government, 1991. p. 105-115.

VELOSO, V.R.S et al. **Ocorrência e índices de infestação de *Anastrepha* spp. (DIP., TEPHRITIDAE) em *Pouteria gardneriana* Radlk. E *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (SAPOTACEAE), NOS CERRADOS DE GOIÁS.** Anais Esc. Agronomia e Veterinária, 26(2):109-120, 1996.

VENZON, M.; PAULO JÚNIOR, T. J. e PALLINI, A. **Avanços no controle alternativo de pragas e doenças.** Viçosa, EPAMIG/CTZM. 2008.

WANDSCHEER, C. B. et al. Larvicidal action of ethanolic extracts from fruit endocarps of *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* against the dengue mosquito *Aedes aegypti*. **Toxicon**, Elmsford, v. 44, p. 829-835, 2004.

WALDER, J.M., et al. 1995. **Criação e liberação do parasitóide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) para controle de moscas-das-frutas no estado de São Paulo.** Laranja 16: 149-153.

WANG, J.G.; CHEN, L.J.; XU, W.Z. Assessment of bagging with film bag for Huanghua pear variety. **South China Fruits**, Zhejiang, v.30, n.2, p.43-44, 2001.

WHITE, I.M. e ELSON-HARRIS, M.M. **Fruit flies of economic significance their identification and bionomics.** Wallingford: CAB. International. 1992. 601p.

Zahler PM (1991) **Moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em dois pomares de manga (*Mangifera indica*) do Distrito Federal:** levantamento de espécies e flutuação populacional. Rev Ceres 38: 206-216.

ZANG, N.; TONIAL, T.M.; MISSIO, E. **A região do CODEMAU: dados e pesquisas com vistas à agroindustrialização.** Frederico Westphalen: Editora da URI, 2006.

ZUCCHI, R. A. Taxonomia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil:** conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, 2000a. Cap. 1, p. 13 - 24.

ZUCCHI, R.A. Lista das espécies de *Anastrepha*, sinônímias, plantas hospedeiras e parasitóides. In: MALAVASI, A. e ZUCCHI, R.A. (Eds). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil:** conhecimentos básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos Editora, p. 41-48, 2000b. 327 p.

ZUCCHI, R.A. Diversidad, distribución y hospederos Del género *Anastrepha* en Brasil. In: HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. (Ed.) **Moscas de la fruta en latinoamérica (Diptera: Tephritidae):** diversidad, biología y manejo. Distrito Federal. México. S y G editores, p. 77-100, 2007.

ZUCCHI, R.A. 2008. Fruit flies in Brazil - **Anastrepha species their host plants and parasitoids**. Available in: www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/, updated on April 12, 2013. Acesso em 25/04/2013.

ZUCCHI, R.A.; CANAL, D.N.A. Braconídeos parasitóides de moscas-das-frutas na América do Sul. In **Simpósio de Controle Biológico**, 5., Foz de Iguaçu, 1996, Foz de Iguaçu, SEB, p. 89-92. 1996.

ZUCCHI, R.A.; SILVA, R.A.; DEUS, E. da G. de. Espécies de *Anastrepha* e seus hospedeiros na Amazônia brasileira. In: SILVA, R.A.; LEMOS, W.P.; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011. p. 52-70.