



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PPGA

JEFFERSON BRUNO CARVALHO SOARES

PROSPECÇÃO DE MOSCA-DAS-FRUTAS E SEUS PARASITÓIDES NA
AMAZÔNIA ORIENTAL

BELÉM, PA

2020

JEFFERSON BRUNO CARVALHO SOARES

**PROSPECÇÃO DE MOSCA-DAS-FRUTAS E SEUS PARASITÓIDES NA
AMAZÔNIA ORIENTAL**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, como exigência final para a obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Orientador: Dr. Anderson Gonçalves Silva, UFRA

BELÉM- PA

2020

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Biblioteca Central (UFRA)

Setor de Informação e Referência (SIR)



Bibliotecário-Documentalista

Letícia Lima de Sousa, Bib. (CRB-2/1542)

**PROSPECÇÃO DE MOSCA-DAS-FRUTAS E SEUS PARASITÓIDES NA
AMAZÔNIA ORIENTAL**

Exame de qualificação apresentado à
Universidade Federal Rural da Amazônia
– UFRA, como parte da exigência para a
obtenção do título de Doutor em
Agronomia.

APROVADO EM / /

BANCA EXAMINADORA

Dr. Anderson Gonçalves da Silva – Orientador
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

Dr. Maurício Sequiguchi de Godoy – 1º Examinador
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFESA

Dr. Ewerton Marinho da Costa – 2º Examinador
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

Dr. Telma Fatima vieira Batista – 3º Examinador
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

Dr. Walkymario de Paulo Lemos – 4º Examinador
EBRAPA Amazônia Oriental – CPATU

Aos meus pais, **Jose Dorian Soares Guerra** e
Francisca Lucineide de Carvalho Freire Soares.

Aos meus avos, **Jose soares de Marcedo** e **Maria**
do Carmo Guerra Soares pela amizade e união.

DEDICO

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JEFFERSON BRUNO CARVALHO SOARES – nasceu no dia 07 de janeiro 1988 na cidade de Apodi no estado do Rio Grande do Norte. É graduado em Engenharia Agrônômica através da Universidade Federal Rural do Semi-Árido/UFERSA. Na graduação, atuou em projetos na área de zootecnia e agronomia. Na sua monografia estudou a diversidade da entomofauna associada à cultura da videira no município de Mossoró/RN. Posteriormente ingressou no mestrado no programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (UFERSA), onde trabalhou com apicultura e toxicologia de produtos fitossanitários. Em 2016 iniciou o doutorado no Programa de Pós-graduação em Agronomia na Universidade Federal Rural da Amazônia na linha de pesquisa entomologia agrícola, sob a orientação do docente Anderson Gonçalves da Silva.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal Rural da Amazônia pela formação;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFRA, pela amizade e ensinamentos repassados.

Ao programa de Pós-graduação em Zoologia (UFPA) pela oportunidade de cursar a disciplina de Estatística Multivariada;

Ao programa de Pós-graduação em Ecologia (UFPA) pela oportunidade de cursar a disciplina de Estatística Espacial Aplicada a Ecologia e Modelagem de Nicho Ecológicos;

Ao Instituto Tecnológico Vale (ITV) pela oportunidade de cursar a disciplina de Ecologia de Paisagem;

Ao meu orientador Dr. Anderson Gonçalves da Silva, pela orientação;

Ao professor Antônio Rodrigues Fernandes (Toninho), pois sem o seu apoio não teria concluído essa Pós-Graduação;

Ao professor Miguel Francisco de Sousa filho pela forma acolhedora que fui recebido no Instituto biológico de Campinas;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por todo apoio ao desenvolvimento da pesquisa.

Quero agradecer aos amigos que fizeram parte da minha trajetória na UFRA, obrigado pelas conversas paralelas!

Aos proprietários das áreas de coletas por possibilitarem a realização desse estudo;

Aos amigos Mauricio e Daniel pelo companheirismo, consideração e respeito;

A faculdade de agronomia localizada no campus de Cametá pela disponibilidade do local para o auxílio do experimento.

A Ivanildo Gaia, pela ajuda na montagem do experimento;

“Deixe o futuro dizer a verdade, e avaliar cada um de acordo com seus trabalhos e suas conquistas”

Nikola Tesla

PROSPECÇÃO DE MOSCA-DAS-FRUTAS E SEUS PARASITÓIDES NA AMAZÔNIA ORIENTAL

RESUMO: A fruticultura Paraense é constantemente ameaçada por vários problemas de ordem fitossanitária, estando entre as principais pragas desse setor os insetos pertencentes à família Tephritidae (Insecta: Diptera). A importância econômica dessa família ocorre devido ao fato que a simples presença de algumas espécies pode limitar a qualidade do fruto para venda local e exportação. No entanto, apesar da importância econômica desses tefritídeos, informações sobre bioecologia desses insetos em algumas regiões localizadas no bioma amazônico ainda são escassas. Desta forma, nosso objetivo é realizar uma prospecção sobre a biodiversidade das moscas-das-frutas e dos seus parasitoides na microrregião do baixo Tocantins, Pará, Brasil. Para isso foram realizadas coletadas passivas em quintais agroflorestais com auxílio de armadilhas modelo McPhail contendo como atrativo proteína hidrolisada de milho. O estudo com os parasitoides de moscas-das-frutas, também foram realizados na mesma região, onde foram realizadas coletas de frutos que possivelmente seriam infestados por tefritídeos. Os frutos coletados, foram acondicionados em recipiente e ambiente apropriados para obtenção das pupas de moscas-das-fruta e posteriormente dos seus parasitoides. Logo após a identificação dos parasitoides foram realizadas análises faunísticas, além da modelagem de nicho para as espécies com novos relatos para a região. No que diz respeito a riqueza de moscas-das-frutas e de seu parasitoides, foram encontradas sete espécies de tefritídeos e quatro de parasitoides. Dentre as moscas-das-frutas destacamos a *Anastrepha zacharyi* Norrbom, que foi relatada pela primeira vez no estado do Pará, Brasil, sendo essa espécie possivelmente endêmica da região amazônica e *A. obliqua* como a espécie mais abundante. Entre os parasitoides Quanto a comunidade de tefritídeos associada aos quintais agroflorestais, são compostas basicamente por seis espécies de tefritídeos do gênero *Anastrepha*, sendo a flutuação populacional desses insetos influenciadas pela disponibilidade de hospedeiros.

Palavras chaves: Anastrepha, Braconidae, Biodiversidade, Inseto-praga, Parasitoide.

PROSPECTION OF FRUIT FLY AND PARASITIDS IN THE EASTERN AMAZON

SUMMARY: Paraense fruit growing is threatened by several phytosanitary problems, including among the main pests of this sector or insects belonging to the family Tephritidae (Insecta: Diptera). The economic importance of this family is due to the fact that a mere presence of some species may limit the quality of the fruit for local and exported sale. However, despite the economic importance of these videos, information about the bioecology of these insects in some regions located in the Amazon biome is still scarce. Thus, our objective is to conduct a survey on the biodiversity of fruit flies and their parasites in the lower Tocantins microregion, Pará, Brazil. For this, passive collective were performed in agroforestry yards with the aid of McPhail model traps, including as attractive corn hydrolyzate. The study with fruit fly parasitoids was also carried out in the same region, where fruits from fruits that were probably tefritid infested were collected. The collected fruits, placed in appropriate containers and environments for the apprehension of fly fruit pupae and later their parasitoids. After parasitoid identification, faunal analyzes were performed, as well as niche modeling for species with new reports for a region. There is no respect to the richness of fruit flies and their parasitoids. Seven species of trepithids and four parasitoids were found. Amazon region. How much is the community of animals associated with agroforestry yards, which are composed of six species of animals belonging to the genus *Anastrepha*, being a population fluctuation of these insects that affects the availability of hosts

Palavras chaves: Anastrepha, Braconidae, Biodiversidade, Inseto-praga, Parasitoide.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

- Figura 1** Adultos de *Anastrepha zacharyi*. A. Detalhe do aculeus. B. Região da Asa, Vista Total.....30
- Figura 2** Distribuição potencial de *Anastrepha zacharyi* e Modelo de Adequabilidade de habitat a Habitat, mais seus pontos de ocorrência (registros da literatura = ●); (Novo registro = ▲).....31

CAPÍTULO 3

- Figura 1** Índice de captura de *Anastrepha spp.* coletadas em armadilha *McPhail* instaladas em quintais agroflorestais localizados no município de Cameté – PA.....39

CAPÍTULO 4

- Figura 1** Espécies de parasitoides (A) *Asobara anastrephae*; (B) *Utetes anastrephae*; (C) *Opius bellus*; (D) *Doryctobracon areolatus*, capturadas nesse estudo.50
- Figura 2** Índice médio de parasitismo em pupários de Mosca-das-frutas.....50
- Figura 3** Índice médio de parasitismo em pupários de Mosca-das-frutas.....51

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 3

Tabela 1	Análise faunística de moscas-das-frutas capturadas com armadilhas tipo <i>McPhail</i> no município de Cametá, Pará, Brasil.....	37
-----------------	--	-----------

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

CONTEXTUALIZAÇÃO.....	15
OBJETIVOS.....	20
REFERÊNCIAS.....	21

CAPÍTULO 2

NEW REPORT AND POTENTIAL DISTRIBUTION OF <i>Anastrepha zacharyi</i> (Diptera: Tephritidae) IN THE EASTERN AMAZON.....	27
RESUMO.....	27
INTRODUÇÃO.....	27
MATERIAL E MÉTODOS.....	28
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
REFERÊNCIAS.....	32

CAPÍTULO 3

OCORRÊNCIA DE MOSCA-DAS-FRUTAS EM QUINTAIS AGROFLORESTAIS LOCALIZADO NA REGIÃO DO BAIXO RIO TOCANTINS, PARÁ, BRASIL.....	34
RESUMO.....	34
INTRODUÇÃO.....	34
MATERIAL E MÉTODOS.....	36
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
CONCLUSÃO.....	40
REFERÊNCIAS.....	40

CAPÍTULO 4

PARASITISMO NATURAL DE MOSCA-DAS-FRUTAS EM QUINTAIS AGROFLORESTAIS LOCALIZADOS NA AMAZÔNIA ORIENTAL.....	46
RESUMO.....	46
INTRODUÇÃO	46
MATERIAL E MÉTODOS.....	48
RESULTADOS.....	49
DISCUSSÃO.....	51
REFERÊNCIAS.....	53

CAPÍTULO 1

CONTEXTUALIZAÇÃO

A fruticultura é um dos principais seguimentos da economia nacional, movimentando no primeiro bimestre de 2018, apenas com exportações, uma receita de 98,1 milhões de dólares Americanos, conforme a Associação Brasileiro dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados (ABRAFRUTAS, 2019). Na região Norte do Brasil, a fruticultura encontra-se entre as principais atividades econômicas (GEDER, 2008), destacando-se o estado do Pará como maior produtor regional e quinto maior produtor brasileiro de frutas (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2018).

A fruticultura paraense teve seu processo de expansão iniciado na segunda metade dos anos de 1990, favorecida pelas boas condições climáticas e pela riqueza e variedade de frutas existentes na região (FALESI, 2009). Atualmente, a fruticultura destaca-se como a quarta atividade econômica principal do Estado, depois do minério de ferro, madeira e pecuária (FAPESPA, 2018).

Entre as várias culturas exóticas produzidas no estado, a citricultura é a que mais se destaca com quase 17 mil hectares plantados (IBGE, 2018), gerando renda para pequenos produtores e para as indústrias processadoras. Porém, vale salientar que outras fruteiras tropicais (regionais e exóticas), sobressaindo-se, dentre as regionais, açai (*Euterpe oleracea*), o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e o cacau (*Theobroma cacao*) e, entre as exóticas, abacaxi (*Ananas comosus*), maracujá (*Passiflora* sp.), goiaba (*Psidium guajava*), também são altamente importantes para economia regional.

Com o avanço do processo de industrialização, além da evolução de plantios racionais no Estado, a exportação de frutas e derivados vem se destacando anualmente, onde somente em 2016 movimentou cerca de 21 milhões de dólares americanos com a produção de sucos (SEDAP, 2019). A expectativa de crescimento da fruticultura paraense é bastante promissora, tanto no segmento de frutas exóticas como no de frutas regionais. No entanto, a qualidade sanitária dos produtos tem sido um fator primordial para fruticultura, já que diversas pragas podem danificar a qualidade dos frutos, inviabilizando para o consumo e comercialização na forma *in natura*.

Diante dessa problemática, a Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Pará (ADEPARÁ) em parceria com a Empresa de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) vem

34 trabalhando tanto no controle como no levantando de ocorrência de pragas de importância
35 econômica para o estado, como, Fusariose (*Fusarium guttiforme*); Murcha Associada à
36 Cochonilha (*Dysmicoccus brevipes*); Monília (*Moniliophthora roreri*); Sigatoka Negra
37 (*Mycosphaerella fijiensis* Var. *Difformis*); Citrus Greening Bacterium (*Candidatus*
38 *Liberibacter*); Cancro cítrico (*Xanthomonas axonopodis* pv. *Citri*); Pinta Preta do Citros
39 (*Guignardia citricarpa*); Broca do fruto (*Strymun megarus*); Ácaro Vermelho das
40 Palmeiras (*Raoiella indica*) e algumas espécies de mosca-das-frutas (Diptera:
41 Tephritidae) (ADEPARA, 2019).

42 Dentre os diferentes grupos de pragas prejudiciais a produção de frutas e
43 hortaliças, restringindo as comercializações *in natura* para o mercado externo ou interno,
44 as moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae), estão entre os principais grupos de
45 importância econômica (DUARTE & MALAVASI, 2000), pois a infestação desses
46 insetos ocasiona perdas significativas a fruticultura, gerando prejuízo anual de mais de
47 um bilhão de dólares em todo o mundo (GODOY; PACHECO; MALAVASI, 2011;
48 WHARTON; YODER, 2013). Os danos diretos são provocados pelas fêmeas, que
49 depositam seus ovos no interior dos frutos, dando origem a larvas que ao se alimentarem
50 da polpa deixam o fruto hospedeiro depreciado e inutilizado para a comercialização
51 (ZUCCHI, 2000; SANCHES, 2008).

52 Os danos indiretos, por sua vez, são ocasionados pelas restrições impostas a esse
53 segmento agrícola (FEITOSA et al., 2008). Essas restrições ocorrem, principalmente, por
54 causa dos tefritídeos apresentarem adaptabilidade a vários ambientes (NASCIMENTO et
55 al., 1982; MALAVASI, 2001; GODEFROID et al., 2015), obrigando países e/ou regiões
56 produtoras de frutas a impor barreiras quarentenárias, objetivando impedir a entrada de
57 espécies exóticas invasoras.

58 Essas restrições quarentenárias estão entre os maiores entraves para as
59 exportações brasileiras de frutas frescas, limitando diretamente o aproveitamento do
60 potencial do país para essa atividade. Por tais motivos o Ministério da Agricultura,
61 Pecuária e Abastecimento (MAPA), juntamente com as Secretarias Estaduais de
62 Agricultura e suas instituições estaduais de defesa, a estabelecerem estratégias de
63 monitoramento nas diferentes regiões brasileiras (PARANHOS, 2008; BOLZAN et al.,
64 2015).

65 Os primeiros estudos com moscas-das-frutas no Brasil foram realizados ainda na
66 década de 1930, porém só ganharam relevância a partir de 1990, com trabalhos realizados,
67 principalmente, nos estados onde a fruticultura apresentava alta importância econômica

68 (ARAÚJO, 2002). Na região Norte do Brasil três grupos de moscas-das-frutas apresentam
69 espécies de importância econômica mundial, sendo os gêneros *Anastrepha* e outras duas
70 espécies exóticas: *Ceratitis capitata* (Wied.) e *Bractocera carambolae* (Drew &
71 Hancock) (ZUCCHI, 2000).

72 As espécies de *Anastrepha* apresentam ampla distribuição geográfica no Brasil,
73 sendo relatado até o momento 121 espécies, sendo o Brasil o país com maior número de
74 espécies descritas desse gênero (ZUCCHI & MORAES, 2008). No entanto, apesar da
75 alta biodiversidade, somente algumas espécies de *Anastrepha* são consideradas de
76 importância econômica, sendo as moscas *A. obliqua* (Macquart), *A. serpentina*
77 (Wiedemann) e *A. striata* Shiner as principais pragas desse gênero na região amazônica
78 (LEMOS et al., 2011; AYRES, 2015).

79 O gênero *Ceratitis* possui uma única espécie no Brasil, a mosca-do-mediterrâneo,
80 *C. capitata*, que foi introduzida no início do século passado e hoje encontra-se
81 amplamente distribuída com exceção da região norte. Sua importância econômica é
82 devido ao seu comportamento polífago, onde mais de 370 espécies de vegetais são
83 infestadas por *C. capitata* (THOMPSON, 1998). No Brasil, a mosca-do-mediterrâneo é
84 responsável por causar danos a diversas culturas de importância agrícola, como,
85 caqui, macieira, pessegueiro e videira na região sul e sudeste (ZANARDI et al.,
86 2011) e mamão, manga e uva na região nordeste (JOACHIM-BRAVO e SILVA-NETO
87 2004).

88 O gênero *Bactrocera*, assim como *C. capitata*, também está representado no
89 Brasil por uma única espécie, *Bactrocera carambolae*, conhecida como mosca-da-
90 carambola, que é nativa da Indonésia, Malásia e Tailândia (WHITE et al., 1992), e foi
91 relatada pela primeira vez na América do Sul em 1975, em Paramaribo, Suriname
92 (SAUERS-MULLER, 1991).

93 Posteriormente, essa espécie foi detectada na Guiana Francesa em 1989, e em
94 1996 no estado do Amapá/Brasil, onde está sob rigoroso controle oficial (GODOY et al.,
95 2011), e devido a sua restrição ao estado do Amapá, é caracterizada como praga
96 quarentenária presente. Mediante os prejuízos que as moscas-das-frutas pode ocasionar a
97 fruticultura diversas estratégias de controle foram desenvolvidas com a finalidade de
98 controlar essa praga.

99 Dentre elas destacamos o uso de inseticidas formulados com os respectivos
100 ingredientes ativos, espinosade, espinetoram, fosmete, melationa, dimetoato,
101 deltametrina, acetamiprido, fenitrotiona, metidationa, organosforado (AGROFIT, 2019).

102 Além da adoção de técnicas alternativas como o uso de machos estéril, que consiste na
103 liberação massal de machos inférteis ou o uso de inimigo natural, como por exemplo os
104 parasitoides.

105 O uso de alguns métodos de controle de mosca-das-frutas pode se tornar inviáveis,
106 seja pelos riscos de contaminação ambiental como no caso dos pesticidas (MARTE;
107 NANSEKI; BIENVENIDO, 2011) ou pela inviabilidade logística ou monetária dos
108 outros métodos. Tal situação faz com o que a utilização de parasitoides nativos receba
109 cada vez mais atenção, já que esses inimigos apresentam eficiência no controle de
110 moscas-das-frutas em diversas regiões (PURCELL 1998, MONTOYA &
111 CANCINO,2004).

112 No Brasil, o parasitismo de moscas-das-frutas é realizado basicamente por
113 indivíduos pertencentes as respectivas famílias, Chalcididae, Eulophidae, Figitidae,
114 Pteromalidae, Diapriidae e Braconidae. Dentre essas famílias os parasitoides das famílias,
115 Braconidae e Figitidae destacam-se, entre os demais grupos tanto pelo elevado número
116 de espécies de parasitoides de larvas de tefritídeos, como pela ampla distribuição
117 (ZUCCHI & MORAES, 2008; OVRUSKI & SCHLISERMAN, 2012). No Brasil, até o
118 momento são registradas 10 espécies de braconídeos nativos associadas a moscas-das-
119 frutas, sendo oito da subfamília Opiinae e duas Alysiinae (MARINHO, COSTA &
120 ZUCCHI, 2018). Porém, com a finalidade de auxiliar no controle biológico de moscas-
121 das-frutas no Brasil foram introduzidos mais dois braconídeos, *Fopius arisanus* (Sonan,
122 1932) (GROTH et al., 2016) e *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead, 1905)
123 (ALVARENGA et al., 2005).

124 Quanto a família Figitidae, já foram registradas oito espécies parasitando mosca-
125 das-frutas no Brasil, sendo elas distribuídas nos respectivos gêneros; *Dicerataspis*,
126 *Lopheucoila*, *Aganaspis*, *Odontosema* e *Trybliographa* (FERNANDES, 2014). Os
127 Figitídeos, assim como os Braconídeos também parasitam larvas de mosca-das-frutas e
128 por apresentarem comportamento generalistas são consideradas importantes no controle
129 biológico de pragas da família Tephritidae (*Anastrepha* spp., *C. capitata*) e Lonchaeidae,
130 (*Neosilba* spp., *Dasiops* spp.) (GUIMARAES et al., 1999).

131 No estado do Pará, dentre os parasitoides de mosca-das-fruta, já foram registrados
132 os Braconídeos - *D. areolatus*, *O. bellus*, *Utetes anastrephae* e *Asobara anastrephae*,
133 além dos Figitídeos - *Aganaspis pelleranoi* (Brèthes) e *Odontosema anastrephae*
134 (Borgmeier) (MARINHO, SILVA & ZUCCHI, 2011; GUIMARÃES & ZUCCHI, 2011).

135 Entretanto, apesar dos estudos com mosca-das-frutas e seus parasitoides tenham
136 ganhado destaque nos últimos anos na Amazônia Oriental (LEMOS, et al 2011; DEUS &
137 ADAIME et al. 2013), o que ampliou o conhecimento desses insetos na região. Algumas
138 regiões, principalmente no estado do Pará não foram inclusas nesses estudos. Dentre essas
139 áreas, encontra-se a região do Baixo rio Tocantins, que tem como principal fornecedor de
140 frutas as comunidades tradicionais da própria região, que utilizam como principal sistema
141 de produção agrícola os quintais agroflorestais (MIRANDA et al., 2016; SILVA;
142 NAVEGANTES-ALVES, 2017).

143 Com a finalidade de ampliar os conhecimentos científicos sobre a bioecologia das
144 mosca-das-frutas e dos seus parasitoides que ocorrem na microrregião do baixo
145 Tocantins, Pará, foi realizada uma prospecção das mosca-das-fruta, assim como dos seus
146 parasitoides na microrregião do baixo Tocantins.

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167 **OBJETIVOS**

168

169 Esse trabalho tem como objetivo ampliar o conhecimento da biodiversidade de
170 moscas-das-frutas e dos seus parasitoides na Amazônia Oriental.

171 Conforme o regimento do programa de Pós-graduação em agronomia, a tese está
172 composta por quatro capítulos, sendo o primeiro em forma de contextualização do estudo
173 e os demais capítulos escritos de forma independente e apresentados em forma de artigo.

174 ✓ No capítulo 2 relatamos a ocorrência de uma nova espécie de mosca-das-frutas
175 para a região e para compreender a sua distribuição realizamos uma modelagem de nicho.

176 ✓ No capítulo 3 buscamos conhecer a comunidade de moscas-das-frutas presente
177 nos Quintais Agrofloretais localizados no município de Cametá, Pará, Brasil.

178 ✓ No capítulo 4 foram avaliadas a comunidade de parasitoides de moscas-das-
179 frutas na Amazônia oriental com os objetivos de descrever as espécies com maior
180 potencial para o controle biológico na Amazônia oriental.

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193 **REFERÊNCIA**

194

195 AB da FRUTA - Anuário Brasileiro de Fruticultura. 2014. Ed. Santa Cruz do Sul: **Editora**
196 **Gazeta**, 2014. 136 p.

197

198 ABRAFRUTA - Associação Brasileiro dos Produtores Exportadores de Frutas e
199 Derivados. Disponível em:

200 [https://www.douradosagora.com.br/noticias/economia/exportacao-de-frutas-dispara-e-](https://www.douradosagora.com.br/noticias/economia/exportacao-de-frutas-dispara-e-atinge-us-981-milhoes-no-primeiro-bimestre)
201 [atinge-us-981-milhoes-no-primeiro-bimestre](https://www.douradosagora.com.br/noticias/economia/exportacao-de-frutas-dispara-e-atinge-us-981-milhoes-no-primeiro-bimestre). Acesso em 15 jan. 2019.

202

203 ADEPARÁ - Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará. 2019. Disponível em:
204 [http://www.adepara.pa.gov.br/ger%C3%A2ncia-de-programa-de-pragas-de-](http://www.adepara.pa.gov.br/ger%C3%A2ncia-de-programa-de-pragas-de-import%C3%A2ncia-quarenten%C3%A1ria)
205 [import%C3%A2ncia-quarenten%C3%A1ria](http://www.adepara.pa.gov.br/ger%C3%A2ncia-de-programa-de-pragas-de-import%C3%A2ncia-quarenten%C3%A1ria). Acesso em 15 jan. 2019.

206

207 AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. 2018. Disponível
208 em:http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em 15
209 fev. 2019.

210

211 ALVARENGA, C. D. et al. Introduction and recovering of the exotic parasitoid
212 *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead)(Hymenoptera: Braconidae) in commercial
213 guava orchards in the north of the state of Minas Gerais, Brazil. **Neotropical**
214 **Entomology**, v. 34, n. 1, p. 133-136, 2005.

215

216 ARAÚJO, E. L. **Dípteros Frugíveros (Tephritidae e Lonchaeidae) na Região de**
217 **Mossoró/Assú, Estado do Rio Grande do Norte**. 112p. (Doutorado em Entomologia) –
218 Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz (ESALQ). Piracicaba-SP, 2002.

219

220 AYRES, A. R. **Moscas-Das-Frutas (Diptera: Tephritidae) na Região Nordeste do**
221 **Pará**. 74p. (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
222 (UFERSA). Mossoró-RN 2015.

223

224 BOLZAN, A. et al. Biology of *Anastrepha grandis* (Diptera: Tephritidae) in different
225 cucurbits. **Journal of economic entomology**, v. 108, n. 3, p. 1034-1039, 2015.

226

227 DEUS, E. G. & ADAIME, R. Dez anos de pesquisas sobre moscas-das-frutas (Diptera:
228 Tephritidae) no estado do Amapá: avanços obtidos e desafios futuros. **Biota Amazônia**
229 (**Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota**), v. 3, n. 3, p. 157-168, 2013.
230

231 DUARTE, A.L. & MALAVASI, A. 2000. Tratamento quarentenário. In: Malavasi. A. &
232 zucchini, R.A. (Eds.). **Moscas-das-Frutas de importância econômica no Brasil:**
233 **Conhecimento Básico e Aplicado.** Ribeirão Preto, Holos, 327 p.
234

235 FALESI, L. A. A dinâmica do mercado de frutas tropicais no estado do Pará: uma
236 abordagem econométrica. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências**
237 **Humanas**, v. 4, n. 3, p. 570-571, 2009.
238

239 FAPESPA - Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas - Boletim de
240 Comercio Exterior Paraense. Disponível em:
241 <http://www.fapespa.pa.gov.br/upload/Arquivo/anexo/1330.pdf?id=1536665440>. Acesso
242 em 15 fev. 2019.
243

244 FEITOSA, S. S. et al. Flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae)
245 associadas a variedades de manga no município de José de Freitas-Piauí. **Revista**
246 **Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 112-117, 2008.
247

248 FERNANDES, E. C. **Parasitoides de moscas-das-frutas no semiárido brasileiro.** 61p.
249 Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do
250 Semi-Árido (UFERSA). Mossoró-RN, 2014.
251

252 GEDER - Gerência de Desenvolvimento Regional: Banco da Amazônia. 2008.
253 Disponível em: [http://siteantigo.bancoamazonia.com.br/
254 bancoamazonia2/includes%5Cinstitucional%5Carquivos%5Cbiblioteca%5Ccontextoam
255 azonico%5Ccontexto_amazonico_5.pdf](http://siteantigo.bancoamazonia.com.br/bancoamazonia2/includes%5Cinstitucional%5Carquivos%5Cbiblioteca%5Ccontextoamazonico%5Ccontexto_amazonico_5.pdf). Acesso em 09 jun. 2016.
256

257 GODEFROID, M. et al. Assessing the risk of invasion by Tephritid fruit flies:
258 intraspecific divergence matters. **PloS one**, v. 10, n. 8, p. e0135209, 2015.
259

260 GODOY, M. J S et al. Programa Nacional de Erradicação da Mosca-da-carambola. p.
261 133-158, 2011. pp. 134-158 In: SILVA, R.A., LEMOS, W.P. & ZUCCHI R. A. (eds.),
262 **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos**
263 **naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 299p.

264

265 GODOY, M. J. S.; PACHECO, W. S. P. & MALAVASI, A. Moscas-das-frutas
266 quarentenárias para o Brasil. p. 111, 2011. SILVA, R.A., LEMOS, W.P. & ZUCCHI R.
267 A. (eds.), **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e**
268 **inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 299p.

269

270 GROTH, M. Z. et al. Biology of *Fopius arisanus* (Hymenoptera: Braconidae) in two
271 species of fruit flies. **Journal of Insect Science**, v. 16, n. 1, 2016.

272

273 GUIMARÃES, J. A. et al. Species of Eucoilinae (Hymenoptera: Cynipoidea: Figitidae)
274 parasitoids of frugivorous larvae (Diptera: Tephritidae and Lonchaeidae) in Brazil. **Anais**
275 **da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 2, p. 263-273, 1999.

276

277 GUIMARÃES, J. A.; ZUCCHI, R. A. Chave de identificação de Figitidae (Eucoilinae)
278 parasitoides de larvas frugívoras na região Amazônica. p. 103-110, 2011. In: SILVA,
279 R.A., Lemos, W.P., Zucchi R. A. (eds.), **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira:**
280 **diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Embrapa Amapá, Macapá, Amapá,
281 **Brazil**. Macapá: Embrapa Amapá, 299p.

282

283 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2018. Disponível em:
284 <https://ww2.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 02 fev. 2018.

285

286 JOACHIM-BRAVO, I. S. & SILVA-NETO, A. Moreira da. Aceitação e preferência de
287 frutos para oviposição em duas populações de *Ceratitis capitata* (Diptera,
288 Tephritidae). **Iheringia, Série Zool**, v. 94, p. 171-176, 2004.

289

290 LEMOS, W. P. et al. Conhecimento sobre moscas-das-frutas no Estado do Pará. p. 258-
291 272, 2011. In: SILVA, R.A., Lemos, W.P., Zucchi R. A. (eds.), **Moscas-das-frutas na**
292 **Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Embrapa
293 **Amapá, Macapá, Amapá, Brazil**. Macapá: Embrapa Amapá, 299p.

294
295 LEMOS, W. P. et al. First record of *Anastrepha serpentina* (Wiedemann)(Diptera:
296 Tephritidae) in citrus in Brazil. **Neotropical entomology**, v. 40, n. 6, p. 706-707, 2011.
297
298 LEMOS, W.P. 2011. Moscas-das-frutas de importância quarentenária e seus riscos para
299 a fruticultura na Amazônia. **I Seminário de Entomologia E Acarologia da Amazônia**.
300 Manaus – AM. Resumos. 256 p.
301
302 MALAVASI, A. Mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae).
303 p. 39-41. In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Ed.). **Histórico e impacto**
304 **das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2001
305
306 MARINHO, C. F.; COSTA, V. A.; ZUCCHI, R. A. Annotated checklist and illustrated
307 key to braconid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae) of economically important fruit
308 flies (Diptera, Tephritidae) in Brazil. **Zootaxa**, v. 4527, n. 1, p. 21-36, 2018.
309
310 MARINHO, C. F.; SILVA, R. A. & ZUCCHI, R. A. Chave de identificação de
311 Braconidae (Alysiinae e Opiinae) parasitoides de larvas frugívoras na região Amazônica.
312 P. 91 – 102, 2011. In: SILVA, R.A., Lemos, W.P., Zucchi R. A. (eds.), **Moscas-das-**
313 **frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**.
314 **Embrapa Amapá, Macapá, Amapá, Brazil**. Macapá: Embrapa Amapá, 299p.
315
316 MARTE, W. E.; NANSEKI, T. & BIENVENIDO, F. The Role of Education, Institutional
317 Settings and ICT on the Integrated Production Development in Almeria,
318 Spain. **Agricultural Information Research**, v. 20, n. 2, p. 66-73, 2011.
319
320 MONTOYA, P & CANCINO, J. Control biológico por aumento en moscas de la fruta
321 (Diptera: Tephritidae). **Folia Entomológica Mexicana**, v. 43, n. 3, 2004.
322
323 NASCIMENTO, A. S. et al. Dinâmica populacional das moscas-das-frutas do gênero
324 *Anastrepha* (Dip., Tephritidae) no recôncavo baiano. II-Flutuação populacional. **Pesquisa**
325 **Agropecuária Brasileira**, v. 17, n. 7, p. 969-980, 1982.
326

327 OVRUSKI, S. M. & SCHLISERMAN, P. Biological control of tephritid fruit flies in
328 Argentina: historical review, current status, and future trends for developing a parasitoid
329 mass-release program. **Insects**, v. 3, n. 3, p. 870-888, 2012.

330

331 PARANHOS, B.A.J. 2008. Moscas-das-frutas que oferecem riscos à fruticultura
332 brasileira. In Simpósio Internacional de Vitivinicultura, **Anais do Simpósio**
333 **Internacional de Vitivinicultura, Embrapa Semi-Árido**, Petrolina, Pernambuco, 11 p.

334

335 PURCELL, M. F. Contribution of biological control to integrated pest management of
336 tephritid fruit flies in the tropics and subtropics. **Integrated Pest Management Reviews**,
337 v. 3, n. 2, p. 63-83, 1998.

338

339 SANCHES, I. D.; GÜRTLER, S. & FORMAGGIO, A. R. Discriminação de variedades
340 de citros em imagens CCD CBERS-2. **Ciência Rural**, v. 38, n. 1, p. 103-108, 2008.

341

342 SEDAP - Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca, 2012. **A fruticultura**
343 **no Estado do Pará**. Disponível em: <http://www.sedap.pa.gov.br/>. Acesso em 15 fev.
344 2019.

345

346 THOMPSON, F. C. **Fruit fly expert identification system and systematic information**
347 **database**. *Myia*, v. 9, p. 1-224, 1998.

348

349 VAN SAUERS-MULLER, A. An overview of the Carambola fruit fly *Bactrocera* species
350 (Diptera: Tephritidae), found recently in Suriname. **Florida Entomologist**, p. 432-440,
351 1991.

352

353 WHARTON, R. A. & YODER, M. J. **Parasitoids of fruit-Infesting Tephritidae**.
354 Available in: <http://paroffit.org>. Acesso em: 02 fev. 2019.

355

356 WHITE, I. M. et al. **Fruit flies of economic significance: their identification and**
357 **bionomics**. CAB International, 1992.

358

359 ZANARDI, O. Z. et al. Desenvolvimento e reprodução da mosca-do-mediterrâneo em
360 caquizeiro, macieira, pessegueiro e videira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n.
361 7, p. 682-688, 2011.

362

363 ZUCCHI, R.A. & MORAES, R.C.B. 2008. Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species their
364 host plants and parasitoids. Disponível em: <<http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/>>.
365 Acesso em: 20 jun. 2019.

366

367 ZUCCHI, R.A. Taxonomia. In: Malavasi, A.; Zucchi, R.A. (Ed.). **Moscas-das- frutas de**
368 **importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto:
369 Holos, p.13-24, 2000.

370

371

372

373

374

375

376

377

378

379

380

381

382

383

384

385

386

387

388

389

390

391

392

CAPÍTULO 2

NOVO RELATO E DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE *Anastrepha zacharyi*

(Diptera: Tephritidae) NA AMAZÔNIA ORIENTAL*

*Capítulo Aceito Para Publicação na Revista Brasileira de Entomologia (ISSN 1806-9665)

RESUMO – As mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são entraves importantes para a fruticultura, pois as larvas de algumas espécies depreciam a qualidade dos frutos para comercialização, além de restringir exportações. A espécie *Anastrepha zacharyi* Norrbom foi registrada recentemente no bioma amazônico, porém, sua distribuição é praticamente desconhecida. Nós reportamos nesta pesquisa nova ocorrência de *A. zacharyi* para o estado do Pará e, por meio de modelos de adequabilidade climática, apresentamos novas possíveis áreas de distribuição da espécie na Amazônia brasileira.

Palavra-chave: Habitat; Insetos-praga; Modelagem; Mosca-das-frutas

INTRODUÇÃO

As mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae) estão entre os principais desafios para a fruticultura mundial (ARAUJO et al. 2018), pois as larvas de algumas espécies depreciam a qualidade dos frutos inviabilizando a sua comercialização “*in natura*”. No Brasil, entre as moscas-das-frutas de importância econômica, o gênero *Anastrepha* destaca-se por apresentar o maior número espécies potencialmente danosa a fruticultura nacional (ZUCCHI & MORAES, 2008).

Devido à importância econômica do gênero *Anastrepha*, vários estudos têm sido conduzidos no Brasil objetivando ampliar os conhecimentos bioecológicos desses tefritídeos (SOUSA et al., 2017; SILVA et al., 2018; ARAUJO et al., 2018). Entretanto, apesar dos esforços de diferentes equipes de pesquisa, algumas espécies de moscas-das-

421 frutas, como *Anastrepha zacharyi* Norrbom, ainda carecem de informações bioecológicas
422 básicas.

423 No Brasil, *A. zacharyi* foi relatada somente no estado do Amapá e, pela sua
424 recente descrição (NORRBON et al., 2015), pouco se conhece sobre sua distribuição e
425 importância econômica para cultivos de fruteiras na região amazônica. Portanto, esse
426 estudo amplia o registro de ocorrência de *A. zacharyi* na Amazônia brasileira e apresenta
427 um Modelo de Adequabilidade de Habitat (MAH) para essa espécie, visando a subsidiar,
428 cientificamente, futuras pesquisas de campo.

429 MATERIAL E MÉTODOS

430 Foram realizadas coletas de moscas-das-frutas entre março de 2017 e outubro de
431 2018 no município de Cametá, Pará, localizado na região do baixo rio Tocantins. A região
432 é caracterizada pela presença de floresta úmida perenifólia e clima tipo Ami, com
433 temperatura média mensal mínima superior a 18°C e umidade relativa acima de 80% com
434 precipitação pluviométrica média de 2.202 mm anuais (FAPESPA, 2015).

435 Para a captura dos insetos foram utilizadas sete armadilhas tipo McPhail sendo
436 cada uma abastecida com 400 mL de proteína hidrolisada a 5% como atraente alimentar,
437 que foram distribuídas ao longo de um fragmento florestal composto por árvores com o
438 porte superior a 10m de altura. Semanalmente as armadilhas foram examinadas,
439 reabastecidas e os adultos de moscas-das-frutas capturados foram devidamente sexados,
440 etiquetados e acondicionados em recipientes contendo em seu interior etanol 70%.

441 Posteriormente, os espécimes foram enviados para o Instituto Biológico (IB) no
442 estado de São Paulo, onde foram identificados e depositados na coleção da instituição. A
443 construção dos Modelos de Adequabilidade de Habitat (MAH) foi realizada utilizando o
444 pacote biomod2 (THUILLER et al., 2009), através da plataforma R (R CORE TEAM,

445 2019). Foram usados os pontos de ocorrência conhecidos de *A. zacharyi* (NORRBON et
446 al., 2015; ADAIME et al., 2016), incluindo o novo ponto registrado nesse estudo (N=11).

447 Foram definidos 3 bancos de dados de pseudo-ausências contendo 10 vezes o
448 número de presenças. Como variáveis preditoras, as camadas climáticas com o menor
449 nível de autocorrelação: sazonalidade da temperatura (Bio4), variação anual da
450 temperatura (Bio7), temperatura média no trimestre mais úmido (Bio8), temperatura
451 média no trimestre mais seco (Bio9), sazonalidade da precipitação (Bio15), precipitação
452 no trimestre mais úmido (Bio16), precipitação no trimestre mais seco (Bio17),
453 precipitação no trimestre mais quente (Bio18), precipitação no trimestre mais frio (Bio19)
454 e altitude, fornecidas pelo WorldClim (<http://worldclim.org>) na resolução de ~1km. Para
455 a construção dos modelos, foram usados os algoritmos: GLM, MAXENT, RF, FDA e
456 ANN.

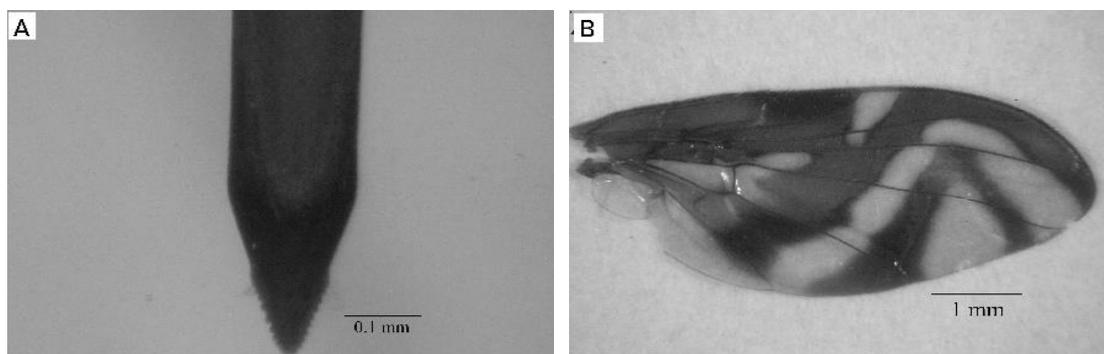
457 Para cada algoritmo foram executadas 10 corridas, onde em cada corrida foram
458 utilizados 80% dos dados para calibração e 20%, para teste. A qualidade dos modelos foi
459 avaliada pelo índice TSS (ALLOUCHE et al., 2006), que foi usado também para o
460 processo de binarização (transformação dos mapas em presença-ausência) e construção
461 do mapa consensual pelo método de *committee averaging* (THUILLER et al., 2009).

462 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

463 Identificação Morfológica de *Anastrepha zacharyi*

464 O número total de fêmeas de *Anastrepha* capturadas durante o período do estudo
465 foi 923, com uma amostra identificada como *A. zacharyi*, pertencente ao grupo
466 *fraterculus* e com as seguintes características morfológicas: amostras com aculeus
467 medindo 2,16-2,56 mm de comprimento com ápice gradualmente estreitamento na forma
468 triangular e serrilhada (ponta 0,20-0,27 mm de comprimento e 0,16-0,19 mm de largura)

469 (Fig. 1A) e asas com todas as bandas (costal, S e V invertida), que podem apresentar o
470 ápice da banda V ligado ou não à banda S (Fig. 1B) (NORRBOM et al., 2015).



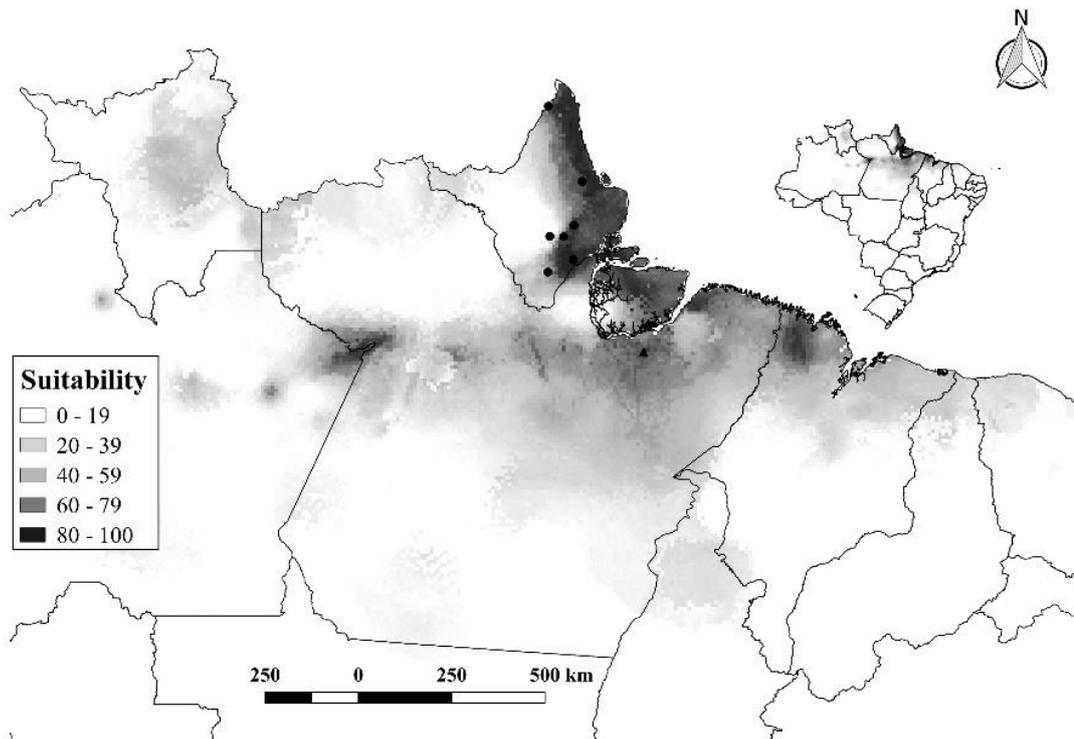
471

472 **Fig. 1.** Adultos de *Anastrepha zacharyi*. A. Detalhe do aculeus. B. Região da Asa, Vista Total.

473 Portanto, este é o primeiro registro de ocorrência dessa espécie no estado do Pará,
474 que amplia para 29 o número de espécies de mosca da fruta do gênero *Anastrepha*,
475 conhecidas por ocorrer na região. No entanto, acreditamos que outras espécies ainda não
476 foram relatadas ou descritas, possivelmente porque a região possui extensas áreas com
477 vegetação de difícil alcance, o que dificulta o monitoramento dessas tefritídeos.

478 Distribuição Potencial de *Anastrepha zacharyi*

479 Em relação ao HSM, nossos resultados apresentaram altos valores de TSS (0,96),
480 indicando acurácia dos modelos. As projeções do mapa de consenso revelaram uma área
481 maior de habitats altamente adequados (adequação > 0,8) para *A. zacharyi*, localizada na
482 porção leste do estado do Amapá, na mesorregião do arquipélago de Marajó (incluindo a
483 extremidade norte do interflúvio Xingú-Tocantins), além de três áreas isoladas - uma
484 localizada a noroeste do Maranhão, uma na mesorregião de Belém e nordeste do Pará e
485 uma entre os estados do Pará e Amazonas (fig. 2).



486

487 **Fig. 2.** Distribuição potencial de *Anastrepha zacharyi* e Modelo de Adequabilidade de habitat a Habitat,
 488 mais seus pontos de ocorrência (registros da literatura = ●); (Novo registro = ▲).

489 Com base no HSM, o leste da Amazônia foi a região com maior probabilidade de
 490 ter habitats adequados para *A. zacharyi* (Fig. 2). No entanto, devido ao número reduzido
 491 de pontos de ocorrência registrados das espécies, é possível que alguns locais da região
 492 amazônica tenham sido subestimados, o que nos faz acreditar que, com a adição de novos
 493 pontos de ocorrência das espécies, os modelos serão aprimorados e novas áreas podem
 494 apresentar boa adequação ambiental para a ocorrência de *A. zacharyi* (SYFERT et al.,
 495 2014). Como a localidade tipo da espécie é o Peru, é possível que seu padrão de
 496 distribuição seja contínuo no Peru através da Amazônia, incluindo a Amazônia Ocidental.

497 Recomendamos, portanto, a intensificação de estudos de campo em áreas que
 498 apresentem alta adequação ambiental para *A. zacharyi*, com o objetivo de ampliar o
 499 conhecimento de sua bioecologia e aprimorar os modelos de ocorrência de espécies.
 500 Nossos resultados contribuem para o desenvolvimento do conhecimento sobre a

501 diversidade de moscas da fruta na Amazônia brasileira e reforçam que *A. zacharyi*, nas
502 atuais condições climáticas, está predisposto a habitar o leste da Amazônia.

503 **REFERÊNCIAS**

504 ADAIME, R. et al. First record of *Anastrepha zacharyi* Norrbom (Diptera, Tephritidae)
505 in Brazil, and notes on its host plant and parasitoid. **Proceedings of the Entomological**
506 **Society of Washington**, v. 118, n. 4, p. 636-641, 2016.

507

508 ALLOUCHE, O.; TSOAR, A. & KADMON, R. Assessing the accuracy of species
509 distribution models: prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS). **Journal of**
510 **applied ecology**, v. 43, n. 6, p. 1223-1232, 2006.

511

512 ARAUJO, M. R. et al. Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Diversity and Host Relationships
513 in Diverse Environments Estimated with Two Sampling Methods. **Environmental**
514 **entomology**, v. 48, n. 1, p. 227-233, 2018.

515

516 NORRBOM, A. L. et al. New species and host plants of *Anastrepha* (Diptera:
517 Tephritidae) primarily from Peru and Bolivia. **Zootaxa**, v. 4041, p. 1-94, 2015.

518

519 SILVA AZEVEDO, T. et al. Levantamento de moscas frugívoras em dois municípios do
520 estado do Acre, Brasil. **Biotemas**, v. 31, n. 3, p. 25-31, 2018.

521

522 SOUSA, M. M. et al. Fruit flies (Diptera: Tephritidae) and their hosts in the municipality
523 of Quixeré, state of Ceará, Brazil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento**
524 **Sustentável**, v. 12, n. 3, p. 530-534, 2017. *Sustentável*, 12: 530-534.

525

526 SYFERT, Mindy M. et al. Using species distribution models to inform IUCN Red List
527 assessments. **Biological Conservation**, v. 177, p. 174-184, 2014.

528

529 THUILLER, Wilfried et al. BIOMOD—a platform for ensemble forecasting of species
530 distributions. **Ecography**, v. 32, n. 3, p. 369-373, 2009.

531

532 ZUCCHI, R. A. & MORAES, R. C. B. 2008. Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species
533 their host plants and parasitoids. (www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/, updated on
534 September 17, 2018). **Accessed on**. 17/10/2018.

535

536

537

538

539

540

541

542

543

544

545

546

547

548

549

550

CAPÍTULO 3

OCORRÊNCIA DE MOSCA-DAS-FRUTAS EM QUINTAIS AGROFLORESTAIS CULTIVADOS NA AMAZÔNIA ORIENTAL*

*Capítulo em processo de Avaliação na Revista Caatinga (ISSN 0100-316X)

RESUMO - Os quintais agroflorestais são economicamente importantes para Amazônia brasileira. No entanto, o referido sistema de produção, assim como outros, é constantemente ameaçado por problemas de ordem fitossanitária, dentre os quais destaca-se o ataque de mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae). Apesar da importância econômica e social dos quintais agroflorestais, as informações referentes a diversidade de mosca-das-frutas nesse sistema ainda são escassas, principalmente na região do baixo Tocantins. Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi realizar o levantamento populacional de espécies de moscas-das-frutas em quintais florestais localizados na Amazônia oriental. Foi realizado o monitoramento dos insetos utilizando a metodologia oficial de coleta de mosca-das-frutas no Brasil, por meio de armadilhas tipo *McPhail*, contendo como atrativo alimentar a proteína hidrolisada de milho a 5%. No total, foram coletadas seis espécies de moscas-das-frutas: *Anastrepha striata* Schiner, *Anastrepha obliqua* (Macquart), *Anastrepha serpentina* (Wiedemann), *Anastrepha sodalis* Stone, *Anastrepha leptozona* Hendel e *Anastrepha distincta* Blöte. Os picos populacionais das espécies ocorreram em períodos diferentes coincidindo com os estágios fenológicos de frutificação.

Palavra-chave: Amazônia Oriental; *Anastrepha*; Inseto-praga

INTRODUÇÃO

Na região tropical, os quintais agroflorestais estão entre os principais sistemas de produção agrícola, sendo responsáveis pela produção de alimentos em diversas comunidades (CARDOZO et al., 2015; MWAVU et al., 2016). Em algumas regiões como a do baixo rio Tocantins, localizado na Amazônia oriental, estado do Pará, as áreas agroflorestais apresentam elevada importância econômica, principalmente por assegurar

582 a produção de frutas na região (MIRANDA et al., 2016; SILVA; NAVEGANTES-
583 ALVES, 2017).

584 Outro fato importante é que os quintais agroflorestais são agroecossistemas que
585 conservam uma alta diversidade de plantas nativas, o que possibilita a produção de frutas
586 exóticas (BAUL et al., 2015). Entretanto, esse sistema de produção, assim como outros,
587 é constantemente ameaçado por problemas de ordem fitossanitária, dentre os quais
588 destaca-se o ataque de mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae).

589 As mosca-das-frutas, estão entre os insetos que mais prejudicam à fruticultura no
590 mundo, seja pelos danos diretos, uma vez que as larvas se alimentam de frutos, ou pelo
591 fato da presença de algumas espécies de tefritídeos limitarem a exportação de frutas
592 frescas (GODEFROID et al., 2015). Devido à importância desses insetos, no Brasil um
593 número expressivo de estudo com mosca-das-fruta tem sido realizado em diversas regiões
594 (ZUCCHI; MORAES, 2008).

595 Apesar da importância econômica e social dos quintais agroflorestais, as
596 informações referentes a diversidade de mosca-das-frutas nesse sistema de produção
597 ainda são escassas, principalmente na região do baixo Tocantins onde não há pesquisas
598 com tefritídeos (LEMOS et al., 2011). Mediante a essas informações, conhecer as mosca-
599 das-frutas que habitam os quintais agroflorestais é de extrema importância, já que esses
600 insetos podem limitar a produção de frutas que é uma das principais fontes de renda dos
601 agricultores familiares na região (SANTOS et al., 2004).

602 Portanto, o objetivo do presente estudo foi realizar o levantamento populacional de
603 espécies de moscas-das-frutas em quintais florestais na região de Cametá, estado do Pará,
604 Brasil, visando ampliar as informações sobre a diversidade de insetos no referido sistema
605 de produção.

606

607

608 MATERIAL E MÉTODOS

609

610 O levantamento populacional foi realizado em nove quintais agroflorestais
611 localizados no município de Cametá, Pará (02°14' 40" S; 49° 29' 45" W), Brasil, em áreas
612 variando de 1,4 a 4,7 hectares. O clima da região é classificado como Af com estação
613 mais chuvosa, entre dezembro a maio, e uma estação menos chuvosa, entre junho a
614 novembro (FAPESPA, 2015). Os quintais agroflorestais eram compostos por diversas
615 espécies vegetais, com predomínio das seguintes frutíferas: Carambola – *Averrhoa*
616 *carambola* (Oxalidaceae), Citros – *Citrus spp.* (Rutaceae), Manga – *Mangifera indicata*
617 (Anacardiaceae), Goiaba – *Psidium guajava* (Myrtaceae), Ingá – *Inga edulis* (Fabaceae)
618 e Taperebá – *Spondias mombin* (Anacardiaceae).

619 As coletas de moscas-das-frutas foram realizadas no período de março de 2017 a
620 outubro de 2018, sendo os insetos capturados com auxílio de armadilhas tipo *McPhail*,
621 contendo como atrativo alimentar a proteína hidrolisada de milho a 5%. Em cada quintal
622 foram instaladas duas armadilhas com uma distância de aproximadamente 100 m uma da
623 outra e a uma altura de 1.5 m do solo (na copa das plantas). Semanalmente as moscas-
624 das-frutas foram coletadas e as armadilhas reabastecidas com o atrativo alimentar.

625 Os insetos capturados foram devidamente acondicionados em recipientes plásticos
626 com álcool etílico a 70% e etiquetados (dados de coleta: coletor, data e identificação do
627 quintal florestal). Posteriormente, os espécimes foram enviados ao Instituto Biológico de
628 São Paulo (IB) e identificados com auxílio de chave taxonômica proposta por Malavasi e
629 Zucchi (2000), e posteriormente depositadas na coleção da instituição.

630 Para avaliar a interação das mosca-das-frutas com os quintais agroflorestais foram
631 realizadas análises faunísticas, sendo determinadas, abundância, riqueza, dominância e o
632 índice de Shannon (AZEVEDO et al., 2015). Além disso foi determinado o risco
633 fitossanitário de cada espécie ao longo das coletas através do índice Mosca-das-frutas por

634 Armadilha por Dia (MAD), que é oficialmente utilizado no monitoramento de moscas-
 635 das-frutas no Brasil. Esse índice é determinado pela fórmula: Número de moscas
 636 capturadas / Número de Armadilhas * Número de dias de exposição das armadilhas.
 637 Nesse estudo foi estabelecido dois níveis de risco fitossanitário conforme Rodríguez-
 638 Rodríguez et al. (2018), onde a área foi considerada: Zona de Baixa Prevalência, MAD
 639 $\leq 0,01$; e Zona Sob Ações de Proteção Vegetal, MAD $> 0,01$.

640 Para a realização das análises foi utilizado o programa estatístico R (R
 641 DEVELOPMENT CORE TEAM, 2018).

642

643 RESULTADOS E DISCUSSÃO

644

645 Foram capturadas ao final do levantamento 586 moscas-das-frutas, distribuídas em
 646 seis espécies, sendo todas pertencentes ao gênero *Anastrepha* Schiner, 1868, o que
 647 resultou no baixo índice de Shannon. As espécies *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835) e
 648 *Anastrepha distincta* Greene, 1934 foram as mais abundantes e representativas no
 649 presente estudo (Tabela 1).

650

651 Tabela 1 - Análise faunística de moscas-das-frutas capturadas com armadilhas tipo
 652 *McPhail* no município de Cametá, Pará, Brasil.

Mosca-das-frutas	Nº	AR(%)	D
<i>Anastrepha obliqua</i> (Macquart, 1835)	459	78.33	D
<i>Anastrepha distincta</i> Greene, 1934	98	16.72	D
<i>Anastrepha striata</i> Schiner, 1868	19	3.24	Nd
<i>Anastrepha sodalis</i> Stone, 1942	6	1.03	Nd
<i>Anastrepha leptozona</i> Hendel 1999	3	0.51	Nd
<i>Anastrepha serpentina</i> (Wiedemann, 1830)	1	0.17	Nd
Total	586	100	
Índice de Shannon	0.51	—	

653 N°= Abundância; AR = Abundância Relativa; D = Dominância, d = Dominante, nd = Não Dominante

654 Esses valores indicam que a diversidade de espécies de moscas-das-frutas
 655 associadas aos quintais agroflorestais estudados é baixa, corroborando com pesquisas

656 realizados em outros estados localizados na região amazônica, porém, com divergências
657 nas espécies identificadas (TRASSATO et al., 2016; SILVA AZEVEDO et al., 2018).
658 Esses resultados sugerem que a comunidade de *Anastrepha* na região amazônica
659 apresenta uma diversidade regional maior que a diversidade local, o que resulta na
660 dissimilaridade na composição das espécies entre as áreas estudadas (GERING; CRIST,
661 2002). Na Amazônia, outras comunidades, como de borboletas e plantas vasculares
662 também apresentam uma desuniformidade na distribuição, sendo esse padrão atribuído a
663 diversos processos históricos, como a presença de barreiras geográficas ou a mudanças
664 climáticas (BRAZ et al., 2016). No caso das mosca-das-frutas, acredita-se que a
665 fitofisionomia local seja o principal responsável pela congruência espacial desses insetos,
666 haja vista, que a comunidade de tefritídeos é intimamente ligada a biodiversidade de
667 plantas hospedeiras (UCHOA; BOMFIM, 2017).

668 Dentre as espécies identificadas, *A. obliqua* e *A. distincta* foram as únicas
669 classificadas como dominantes, representando juntas 95.04% dos tefritídeos coletados.
670 Outras pesquisas realizadas no Brasil, também relataram uma elevada abundância dessas
671 mosca-das-frutas (LEMOS et al., 2015; SOUSA et al., 2016; MELLO et al., 2016), o que
672 indica a adaptação da *A. obliqua* e *A. distincta* a diferentes habitats.

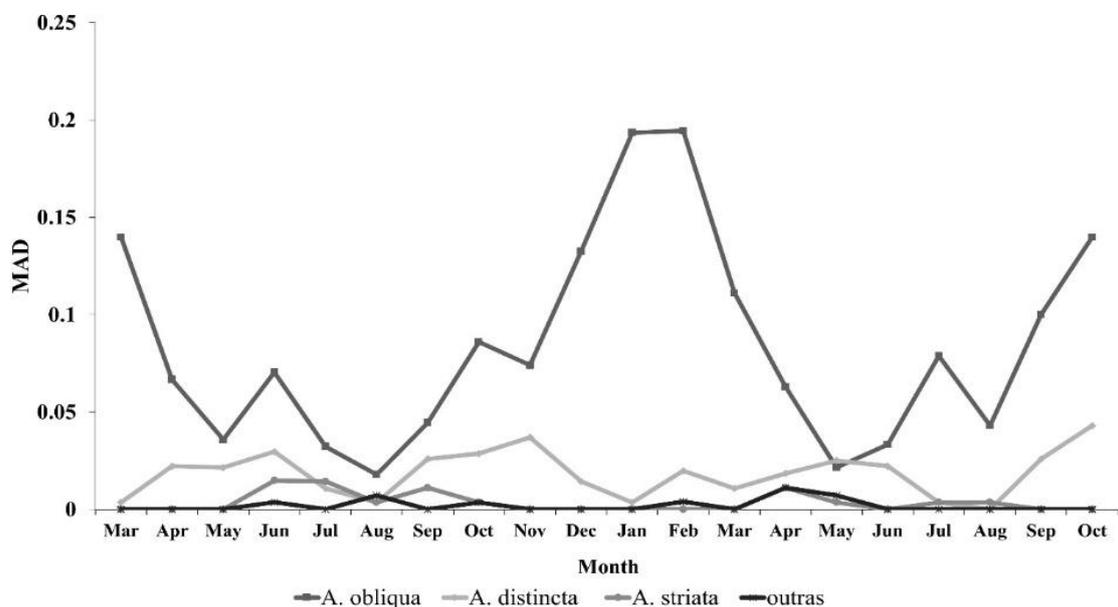
673 Provavelmente, essa eficiência adaptativa esteja associada a características
674 comportamentais como polifagia e agressividade. Espécies de moscas-das-frutas, que são
675 polípagas certamente terão uma disponibilidade maior de hospedeiros o que favorecerá a
676 sua elevada abundância (SELIVON, 2000). Diferentemente das espécies ocasionais e
677 acessórias que por apresentarem comportamento estenófago são mais susceptíveis a
678 mudanças na estrutura da paisagem (UCHOA; BOMFIM, 2017).

679 Quanto a agressividade, tal atributo pode limitar drasticamente o nível populacional
680 de uma determinada espécie. Isso ocorre pelo fato de moscas-das-frutas caracterizadas

681 como agressivas, inviabilizar a oviposição de outras espécies, seja pela repelência
682 causada por semioquímicos presente nos frutos infestados ou pelo simples fato da polpa
683 da fruta já ter sido consumida (DUYCK et al., 2004).

684 Com relação ao índice MAD, pode-se observar que os valores oscilaram ao longo
685 da avaliação, havendo alguns períodos em que as áreas estudadas foram classificadas
686 como Zona Sob Ações de Proteção Vegetal, o que indica a necessidade da utilização de
687 medidas de controle nessas áreas (Figura 2).

688



689

690 **Fig. 1.** Índice de captura de *Anastrepha spp.* coletadas em armadilha *McPhail* instaladas em quintais
691 agroflorestais localizados no município de Cametá - PA

692

693 Entretanto, foi possível observar que os tefritídeos não seguiram um padrão
694 uniforme na flutuação populacional, havendo divergência entre as espécies nos picos
695 populacionais.

696 Possivelmente, esses resultados estejam ligados a presença de frutos hospedeiros, o
697 que explica a divergência encontrada entre as espécies *A. obliqua* e *A. distincta*. A mosca-
698 das-frutas *A. obliqua* teve seu pico populacional no período de frutificação do taperebá
699 enquanto que *A. distincta* apresentou o pico populacional no período de frutificação do

700 ingá. Esses resultados corroboram com Rodríguez-Rodríguez et al. (2018), ratificando a
701 importância dos frutos hospedeiros para a elevada abundância dos tefritídeos.

702 Entretanto, é importante ressaltar que outros fatores podem afetar a abundância das
703 mosca-das-frutas, como as condições meteorológicas, que podem favorecer (ARAUJO et
704 al., 2008) ou limitar (CANESIN; UCHÔA-FERNANDES, 2007) o crescimento
705 populacional, além dos parasitoides que exercem um papel fundamental na regulação
706 dessa praga em diversos agroecossistemas.

707

708 **CONCLUSÃO**

709

710 Foi constatada a presença de seis espécies de mosca – das- frutas do gênero
711 *Anastrepha*, com destaque para *A. obliqua* e *A. distincta*, nos quintais agroflorestais da
712 Amazônia Oriental. A confirmação da presença de moscas-das-frutas servirá de alerta
713 para os produtores de frutas da região, sendo recomendado o monitoramento dos referidos
714 insetos nos quintais agroflorestais, além da implantação de técnicas de controle que
715 limitem a disponibilidade de frutos hospedeiros, como a coleta e destruição de frutos
716 hospedeiros caídos no solo.

717

718 **REFERÊNCIAS**

719

720 ALUJA, M. et al. A survey of the economically important fruit flies (Diptera:
721 Tephritidae) present in Chiapas and a few other fruit growing regions in Mexico. **Florida**
722 **Entomologist**, Washington, p. 320-329, 1987.

723

724 ARAUJO, E.L. et al. Levantamento e flutuação populacional de moscas-das-frutas
725 (Diptera: Tephritidae) em goiaba *Psidium guajava* L., no município de Russas (CE).
726 **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.1, p.138-146, 2008.

727

728 AZEVEDO, F. R. et al. Composição da entomofauna da Floresta Nacional do Araripe em
729 diferentes vegetações e estações do ano. **Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 6, 2015.

730

731 BAUL, T. K. et al. Status, utilization, and conservation of agrobiodiversity in farms: a
732 case study in the northwestern region of Bangladesh. **International Journal of**
733 **Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management**, v. 11, n. 4, p. 318-329,
734 2015.

735

736 BRAZ, L. C. et al. A situação das áreas de endemismo da amazônia com relação ao
737 desmatamento e às áreas protegidas. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 34, n. 3, 2016.

738

739 CANESIN, A.; UCHÔA-FERNANDES, M. A. Análise faunística e flutuação
740 populacional de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em um fragmento de floresta
741 semidecídua em Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**,
742 Curitiba, v. 24, n. 1, p. 185-190, 2007.

743

744 CARDOZO, E. G. et al. Species richness increases income in agroforestry systems of
745 eastern Amazonia. **Agroforestry Systems**, Houten, v. 89, n. 5, p. 901-916, 2015.

746

747 DUYCK, P. F.; DAVID, P.; QUILICI, S. A review of relationships between interspecific
748 competition and invasions in fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Ecological Entomology**,
749 v. 29, n. 5, p. 511-520, 2004.

750

751 FAPESPA - Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas do Pará. **Estatísticas**
752 **Municipais Paraenses: Cametá. / Diretoria de Estatística e de Tecnologia e Gestão**
753 **da Informação.** 2015. Disponível em:
754 <<http://www.fapespa.pa.gov.br/upload/Arquivo/anexo/357.pdf?id=1463578473>>.
755 Acesso em: dez. 2018.

756

757 GERING, J.C.; CRIST, T.O. The alpha-beta-regional relationship: providing new
758 insights into local-regional patterns of species richness and scale dependence of diversity
759 components. **Ecology Letters**, London, v. 5, n. 3, p. 433-444, 2002.

760

761 GODEFROID, M. et al. Assessing the risk of invasion by Tephritid fruit flies:
762 intraspecific divergence matters. **PloS One**, San Francisco, v. 10, n. 8, p. e0135209, 2015.

763

764 LEMOS, L. J. U. et al. Espécies de Anastrepha (Diptera: Tephritidae) em pomares de
765 goiaba: diversidade, flutuação populacional e fenologia do hospedeiro. **Arquivos do**
766 **Instituto Biológico**, São Paulo, v. 82, p. 1-5, 2015.

767

768 LEMOS, W. P. et al. Conhecimento sobre moscas-das-frutas no Estado do Pará.
769 In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. de P.; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas na Amazônia**
770 **Brasileira: Diversidade, Hospedeiros e Inimigos Naturais.** Macapá: Embrapa Amapá,
771 p. 210-272. 2011.

772

773 MELO, E. A. S. F. et al. Diversity of frugivorous flies (Tephritidae e Lonchaeidae) in
774 three municipalities in southern Bahia. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.
775 83, 2016.

776

777 MIRANDA, T. G. et al. O uso de plantas em quintais urbanos no bairro da Francilândia
778 no município de Abaetetuba, PA. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 12, n. 6, 2016.

779

780 MWAVU, E. N. et al. Agrobiodiversity of homegardens in a commercial sugarcane
781 cultivation land matrix in Uganda. **International Journal of Biodiversity Science,**
782 **Ecosystem Services & Management**, London, v. 12, n. 3, p. 191-201, 2016.

783

784 R Development Core Team (2018) R: A language and environment for statistical
785 computing. Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing. Disponível
786 em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em fev. 2019.

787

788 RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, S. E. et al. Species diversity and population dynamics of
789 fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Guerrero, Mexico. **Florida Entomologist**,
790 Washington, v. 101, n. 1, p. 113-119, 2018.

791

792 SANTOS, S. R. M. D.; MIRANDA, I. D. S.; TOURINHO, M. M. Análise florística e
793 estrutural de sistemas agroflorestais das várzeas do rio Juba, Cametá, Pará. **Acta**
794 **Amazônica**, Manaus, v. 34, p. 251-263. 2004.

795

796 SELIVON, D. Biologia e padrões de especiação. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A
797 (Ed.). **Moscas-das-frutas de Importância Econômica no Brasil: Conhecimento**
798 **Básico e Aplicado**, Ribeirão Preto: Holos, p.25-39, 2000.
799

800 SILVA, E. M.; NAVEGANTES-ALVES, F. L. Transformações nos sistemas de produção
801 familiares diante a implantação do cultivo de dendê na Amazônia Oriental.
802 **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 40, 2017.
803

804 SOUSA, M. D. S. M. et al. Ocorrência de moscas-das-frutas e parasitoides em *Spondias*
805 *mombin* L. em três municípios do estado do Amapá, Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá,
806 v. 6, n.2, p. 50-55, 2016.
807

808 TRASSATO, L. B. et al. Diversidade e índice de infestação de *Anastrepha* spp. em
809 goiabeiras comerciais de Boa Vista, Roraima. Roraima. **Revista Brasileira de Ciências**
810 **Agrárias**, Recife, v. 11, n. 4, 2016.
811

812 UCHOA, M. A.; BOMFIM, D. A. Effect of an accidental fire on *Anastrepha* fruit fly
813 (Diptera: Tephritidae) community in a conservation area of the Cerrado Biome.
814 **EntomoBrasilis**, Vassouras, v. 10, n. 3, p. 148-154, 2017.
815

816 ZUCCHI, R. A.; MORAES, R. C. B. (2008). Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species
817 their host plants and parasitoids. Available in: www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/, updated
818 on September 17, 2018. Accessed on. 17/10/2018.
819

820 ZUCCHI, R.A. Taxonomia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-**
821 **frutas de Importância Econômica no Brasil: Conhecimento Básico e Aplicado.**
822 Ribeirão Preto: Holos, p.13-24, 2000.

823

824

825

826

827

828

829

830

831

832

833

834

835

836

837

838

839

840

841

842

843

844

845

846

847

848

849

CAPÍTULO 4

PARASITISMO NATURAL DE MOSCA-DAS-FRUTAS EM QUINTAIS AGROFLORESTAIS LOCALIZADOS NA AMAZÔNIA ORIENTAL

RESUMO

Os parasitoides destacam-se como um dos principais inimigos naturais das mosca-da-frutas (Diptera: Tephritidae), sendo usados no controle biológico de pragas. Com a finalidade de ampliar o conhecimento sobre os parasitoides existente nos frutos dos quintais agroflorestais cultivados na região do baixo rio Tocantins, Pará, Brasil. As coletas obtiveram quatro espécies de braconídeos que parasitavam larvas do gênero *Anastrepha* Schiner, 1860 que por sua vez infestavam três diferentes espécies de frutos hospedeiros. Dos 704 parasitoides capturados nesse estudo, 60.51% foram da espécie *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti, 1911), demonstra-se uma certa eficiência desses parasitoides no controle biológico de mosca-das-frutas. Quanto aos frutos hospedeiros, foi possível observar uma diferença no índice de parasitismo de cada espécie frutífera, indicando uma certa interferência do fruto na eficiência dos parasitoides em larvas de tefritídeos

PALAVRA-CHAVE: *Braconidae*; Controle Biológico; Fauna.

INTRODUÇÃO

Dentre os diversos sistemas de produção agrícola desenvolvidos na região amazônica, os quintais agroflorestais estão entre os mais praticados pelos produtores familiares (VIEIRA et al., 2007). Na Amazônia oriental, os quintais agroflorestais

875 contribuem diretamente no abastecimento dos mercados regionais promovendo a
876 segurança e soberania alimentar principalmente nas comunidades locais (GARCIA et al.,
877 2015).

878 Assim como em outros sistemas de produção os quintais agroflorestais são
879 constantemente ameaçados por insetos-praga como as mosca-das-frutas (Diptera:
880 Tephritidae). Isso ocorre principalmente pelo fato das larvas de moscas-das-frutas se
881 alimentarem da polpa das frutas, tornando-os inviáveis para o consumo *in natura*.

882 Algumas espécies de tefritídeos além dos danos diretos, podem inviabilizar a
883 comercialização dos frutos devido as restrições quarentenárias (BADI et al., 2015), o que
884 impossibilita o escoamento da produção para as áreas consideradas livres. Nesse
885 contexto, é de extrema importância o controle das moscas-das-frutas nos quintais
886 agroflorestais, já que essa praga pode acarretar sérios problemas na comercialização de
887 frutas.

888 Como essas áreas são localizadas próximas as residências e apresentam baixo
889 nível tecnológico o controle dos tefritídeos são realizados basicamente por inimigos
890 naturais como os parasitoides. Desta forma, conhecer a fauna de parasitoides da região
891 (ARAUJO & ZUCCHI, 2002), assim como as suas relações tróficas são fundamentais
892 para o controle de mosca-das-frutas.

893 Na Amazônia brasileira, os parasitoides de Mosca-das-frutas são representados
894 basicamente pelas famílias Braconidae (Alysiinae e Opiinae) e Figitidae (Eucoilinae)
895 (ZUCCHI & MORAES). Devido a extensa área territorial do bioma amazônico, ainda são
896 incipientes as informações sobre a comunidade de parasitoides de moscas-das-frutas em
897 algumas regiões.

898 Diante deste cenário, com o objetivo de conhecer quais parasitoides de mosca-
899 das-fruta (Diptera: Tephritidae) atuam de forma eficiente no controle biológico na região,

900 além de analisar a ação parasitoide sob as condições dos frutos utilizando para isso o
901 índice de parasitismo, como área de estudo concentrou a coleta de frutos de quintais
902 florestais e feiras locais do município de Cametá, localizado na região do baixo rio
903 Tocantins.

904

905 **MATERIAL E MÉTODOS**

906

907 O experimento foi realizado no município de Cametá (2° 14' 38" S 49° 29' 45" O),
908 Pará, Brasil, esse região é caracterizada por apresentar vegetação densa com o porte
909 variando de 25 a 35m, porém com algumas áreas sendo constituída por vegetação nativa
910 mais aberta, com formações de campinas naturais (FAPESPA, 2015).

911 Os quintais agroflorestais monitorados nesse estudo, não passaram por tratamento
912 fitossanitário e eram compostos basicamente pelas espécies frutíferas; Goiaba – *Psidium*
913 *guajava*, Carambola - *Averrhoa carambola*, Taperebá - *Spondias mombin*, Açaí –
914 *Euterpe oleracea*, Coco – *cocos nucifera*, Cupuaçu – *Theobroma grandiflorum* e Cacau
915 – *Theobroma cacao*. Para a realização desse estudo, foram coletados frutos de Goiaba –
916 *Psidium guajava*, Carambola - *Averrhoa carambola*, e Taperebá - *Spondias mombin*,
917 entre fevereiro de 2017 a março de 2018 em quatro quintais agroflorestais.

918 Em cada ano foram realizadas duas coletas, sendo que a primeira ocorreu na
919 segunda semana de fevereiro e a segunda realizada 15 dias após a primeira coleta. Em
920 cada coleta foram recolhidos de cada espécies 50 frutos que se encontravam no chão, e
921 posteriormente acondicionados em potes plásticos etiquetados e transportados para o
922 laboratório de ensino de Fitossanidade da Amazônia Tocantina

923 No laboratório, os frutos de cada quintal agroflorestal foram colocados em
924 recipientes plásticos, contendo areia esterilizada, vedados na extremidade superior com

925 tecido tipo organza. Após um período de sete dias a areia foi peneirada, sendo as pupas
926 coletadas e acondicionadas em placas de petri vedadas com plástico filme. Em seguida,
927 as placas de petri com as pupas foram mantidas em câmara climatizada (26 ± 2 °C, $60\pm 10\%$
928 de umidade relativa e 12 h fotofase) até a emergência dos adultos (moscas-das-frutas ou
929 parasitoides).

930 Os insetos emergidos (dípteros ou parasitoides) foram mortos e acondicionados
931 em recipientes de vidro contendo no interior álcool a 70%, devidamente etiquetados
932 (dados do coletor, local e data de coleta). Os parasitoides e as mosca-das-frutas foram
933 identificados de acordo com a chave publicada por Zucchi (2000). Para determinar a
934 eficiência dos parasitoides, foram avaliados a diferença de média do número de indivíduo
935 de cada espécie.

936 Para verificar a influência dos frutos repositórios no índice de parasitismo, foi
937 calculado o índice de parasitismo através da fórmula: $IP = \{[\text{número de parasitoides}$
938 $\text{emergidos/número de pupários}] * 100\}$ e também submetida ao teste de médias. Devido
939 à falta de normalidade dos dados os valores médios de abundância e índice de parasitismo
940 foram submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0.05$), sendo as
941 análises estatísticas realizadas no Software R com auxílio dos pacotes agricolae
942 (Mendiburu, 2019).

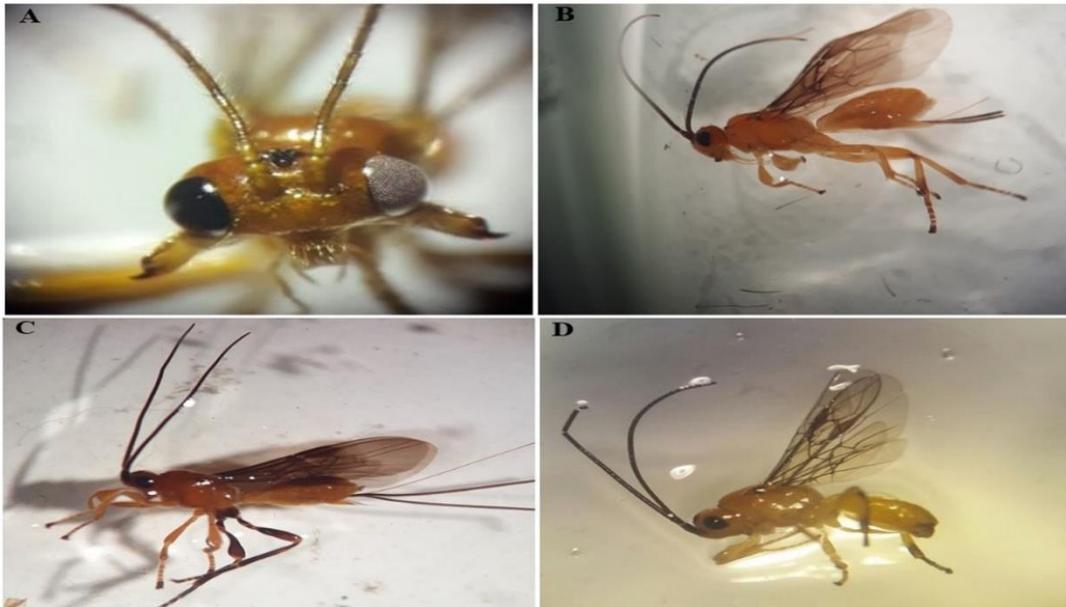
943

944 **RESULTADOS**

945

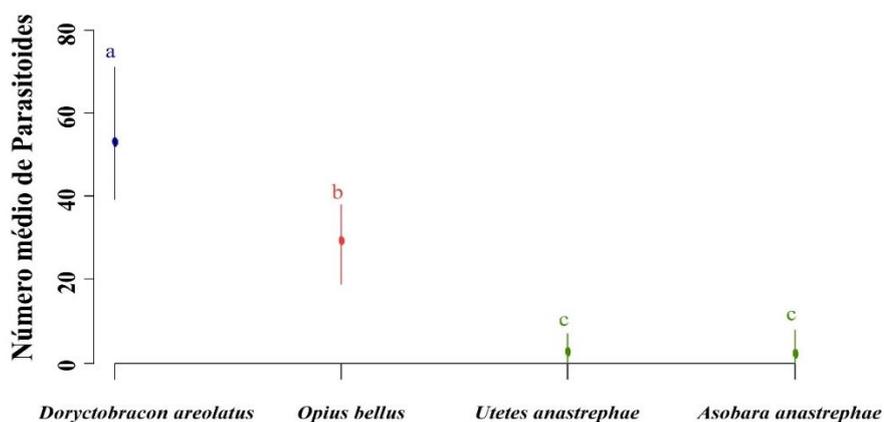
946 Foram registradas quatro espécies de parasitoides nesse estudo, sendo todos os
947 braconídeos: *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti); *Opius bellus* Gahan; *Utetes*
948 *anastrephae* (Viereck); *Asobara anastrephae* (Muesebeck) (Figura1).

949 Dentre as associações identificadas, Foram observando infestação de *Anastrepha obliqua*
950 nas três espécies frutíferas Goiaba (*Psidium guajava*), Carambola (*Averrhoa carambola*)
951 e Taperebá (*Spondias mombin*) e associado com os quatro especies de parasitoide. A
952 espece de mosca de fruta *Anastrefa striata* foi observada infestando somente frutos de
953 goiaba e taperebá sendo associada somente ao *D. areolatus*.



954
955 Figura 1. Espécies de parasitoides (A) *Asobara anastrephae*; (B) *Utetes anastrephae*; (C) *Opius bellus*; (D)
956 *Doryctobracon areolatus*, capturadas nesse estudo.
957

958 A abundância dos parasitoides foram diferentes para as quatro especeis (Figura
959 2), sendo que entre os 704 parasitoides coletados, 60. 51% foram de indivíduos da espécie
960 *D. areolatus*, 33.66% de *O. bellus*. Já os braconidios das espécies *U. anastrephae* e *A.*
961 *anastrephae* foram os que apresentaram os menores números de indivíduos com 3.13% e
962 2.7%, respectivamente (figura 2).

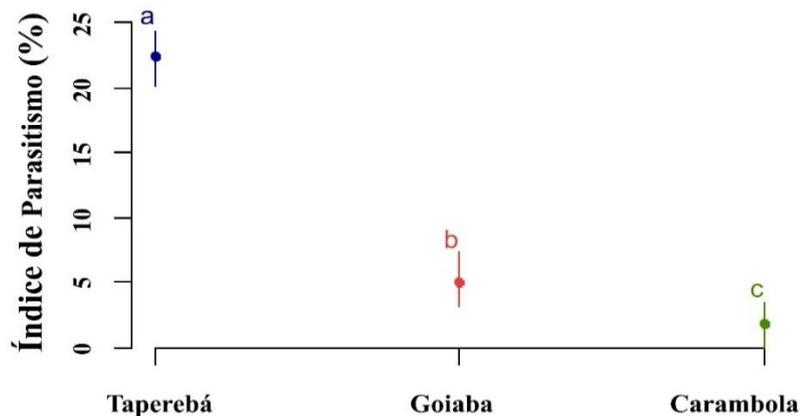


963

964
965

Figura 2 – índice médio de parasitismo em pupários de Mosca-das-frutas

966 Índice de parasitismo foi influenciado pelo tipo de fruto, como mostra a diferença
967 significativa entre as médias (Gráfico 2). Dentre as três espécies frutíferas coletadas nesse
968 estudo o Taperebá (24.40%) foi a planta que apresentou frutos com maior índice de
969 parasitismo seguido pela Goiaba (5.04%) e Carambola (1.87%).



970
971

Figura 3 – Índice médio de parasitismo em pupários de Mosca-das-frutas.

972

973 DISCUSSÃO

974

975 Nossos resultados mostraram que as larvas de tefritídeos presente nas áreas de
976 estudo, assim como em outras regiões do Brasil são parasitadas basicamente por insetos
977 da família Braconidae (ARAÚJO et al. 2015; OLIVEIRA et al., 2017; ADAIME et al.,
978 2018), o que ressalta a importância desse grupo no controle biológico de tefritídeos.

979 No Brasil, até o momento foram registradas 10 espécies de braconídeos nativos
980 associadas a moscas-das-frutas (MARINHO, COSTA & ZUCCHI, 2018), sendo 4 dessas
981 espécies observada nesse estudo. Esse grupo de parasitoides encontrados por nós, também
982 foram relatados parasitando larvas de *A. obliqua* que infestavam frutos de *Spondias* spp.
983 no estado da Bahia (SILVA CARVALHO, SOARES FILHO & RITZINGER, 2011). No
984 entanto, ressaltamos que a relação trófica (parasitoide/ mosca-das-frutas/ hospedeiro) não
985 se restringe a essas espécies, sendo esses parasitoides associados a várias espécies de
986 tefritídeos infestantes de diversos frutos ver (ZUCCHI & MORAES, 2008).

987 No que diz respeito a eficiência dos parasitoides, o *D. areolatus* foi o parasitoide
988 que apresentou os maiores índices de parasitismo (Figura 2). Essa eficiência também foi
989 relatada em outras regiões (ALVARENGA et al., 2007; SANTOS & GUIMARÃES,
990 2018), demonstrando a adequabilidade do *D. areolatus* para o controle biológico das
991 moscas-das-frutas. Acreditamos, que esse alto índice de parasitismo de moscas-das-frutas
992 pode ser explicado pelo tamanho do ovipositor que é relativamente longo o que facilitaria
993 o parasitismo das larvas (ALUJA et al., 2013).

994 Já o *O. bellus* foi o parasitoide que apresentou o segundo melhor índice o que
995 aponta sua contribuição para o controle de moscas-das-frutas na região amazônica. Além
996 disso ressaltamos que este parasitoide infesta várias moscas-das-frutas de importância
997 econômica para o Brasil ver Zucchi (2008).

998 Entretanto, apesar do *O. bellus* contribuir no controle de moscas-das-frutas em
999 diversas regiões do Brasil (MEDEIROS NUNES, et al. 2012; RODRIGUES ARAÚJO et
1000 al., 2014). Ressaltamos que a eficiência do *O. bellus* muda de acordo com o ambiente,
1001 estando em alguns casos estão entre os parasitoides que apresentaram o menor índice de
1002 parasitismo (ARAÚJO et al. 2015). Isto aponta uma possível sensibilidade ao ambiente,
1003 como por exemplo a estrutura da paisagem (BOCCACCIO & PETACCHI, 2009).

1004 Por sua vez os parasitoides *U. anastrephae* e *A. anastrephae* foram os que
1005 apresentaram os menores índices de parasitismos, corroborando com resultados
1006 encontrados em outras regiões (BROGLIO et al., 2016). Acreditamos que o *U.*
1007 *anastrephae* e *A. anastrephae*, mesmo não sendo frequentemente capturados podem
1008 auxiliar no controle de moscas-das-frutas, uma vez que esses parasitoides apresentam
1009 ampla distribuição e infestam tanto larvas de *Anastrephas* spp. como de *Ceratitis capitata*
1010 (ZUCCHI & MOARES, 2008).

1011 Quanto a diferença no índice de parasitismo encontrada entre os frutos coletados,
1012 possivelmente sejam explicados por característica morfológica do próprio fruto, como
1013 por exemplo a espessura da polpa, que pode dificultar a localização da larva pelo
1014 parasitoide (HICKEL, 2002). No caso dos frutos maiores, é provável que a sua
1015 circunferência proporcione uma zona de refúgio espacial para os tefritídeos (CANCINO
1016 et al., 2019). Essa limitação no parasitismo imposta por alguns frutos corrobora com a
1017 teoria do refúgio criada por Murdoch et al. (1996), que propõe a utilização de zona de
1018 refúgio pelos hospedeiros para restringir o ataque dos parasitoides.

1019 No ponto de vista ecológico, acreditamos que essa restrição no parasitismo, seja
1020 fundamental para a existência dos parasitoides no sistema, já que esses insetos precisam

1021 obrigatoriamente de hospedeiros para completar seu ciclo. Portanto, a zona de refúgio
1022 utilizada pelos hospedeiros atua como um mecanismo que equilibra a eficiência dos
1023 parasitoides em parasitar as larvas com a tolerância dos tefritídeos ao parasitismo, o que
1024 possibilita a coexistência das espécies (GIACOMINI, 2007).

1025 Entretanto, no ponto de vista agrônômico a teoria do refúgio evidencia uma certa
1026 complexidade no uso de parasitoides no controle biológico, uma vez que a espécie ou
1027 cultivares podem impactar na eficiência desses organismos (WEI et al., 2013; SILVA et
1028 al., 2018).

1029 Considerando os resultados referentes ao desempenho dos parasitoides, a espécie
1030 *D. areolatus* foi a que mais se destacou no controle de mosca-das-fruta o que pode
1031 viabilizar futuras pesquisas a respeito da criação desses insetos em laboratório. Este
1032 estudo fornece evidências que a simples presença desses frutos não aumentará a eficiência
1033 do controle de tefritídeos por parasitoides, já que o tipo de fruto produzido pode limitar o
1034 parasitismo das mosca-das-frutas.

1035

1036

1037 REFERÊNCIAS

1038

1039 ADAIME, R. et al. Pioneer tree species as fruit flies parasitoids reservoir in the Brazilian
1040 Amazon. **Biota Neotropica**, v. 18, n. 2, p. e20170428, 2018.

1041

1042 AGROFIT: Sistema de agrotóxicos fitossanitários. 2018. Disponível em:
1043 http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em 15 jul.
1044 2016.

1045

1046 ALUJA, M. et al. Inter-specific competition and competition-free space in the tephritid
1047 parasitoids *Utetes anastrephae* and *Doryctobracon areolatus* (Hymenoptera: Braconidae:
1048 Opiinae). **Ecological Entomology**, v. 38, n. 5, p. 485-496, 2013.

1049

1050 ALVARENGA, C. D. et al. Introduction and recovering of the exotic parasitoid
1051 *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) in commercial
1052 guava orchards in the north of the state of Minas Gerais, Brazil. **Neotropical**
1053 **Entomology**, v. 34, n. 1, p. 133-136, 2005.

1054

1055 ALVARENGA, C. D. et al. Ocorrência de *Ceratitis capitata* Wied.(Diptera: Tephritidae)
1056 em frutos de mamoeiro em Minas Gerais. **Neotropical entomology**, v. 36, n. 5, p. 000-
1057 000, 2007.

1058

1059 ARAÚJO, E. L. et al. Parasitoides (Hymenoptera) de moscas-das-frutas (Diptera:
1060 Tephritidae) no semiárido do estado do Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de**
1061 **Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 610-616, 2015.

1062

1063 BADI, K. B. et al. Review of the pest status, economic impact and management of fruit-
1064 infesting flies (Diptera: Tephritidae) in Africa. **African journal of agricultural**
1065 **research**, v. 10, n. 12, p. 1488-1498, 2015.

1066

1067 BOCCACCIO, L., & PETACCHI, R. Landscape effects on the complex of *Bactrocera*
1068 *oleae* parasitoids and implications for conservation biological control. **Biocontrol**, v. 54,
1069 n. 5, p. 607, 2009.

1070

1071 BROGLIO, S. M. F. et al. Frugivorous flies and their parasitoids associated with Surinam
1072 cherry fruits. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 83, p. 1-5. 2016.

1073

1074 CLARKE, A. R. et al. Invasive phytophagous pests arising through a recent tropical
1075 evolutionary radiation: the *Bactrocera dorsalis* complex of fruit flies. **Annual Review of**
1076 **Entomology**, v.50, p. 293-319, 2005

1077

1078 DESNEUX, N., DECOURTYE, A., & DELPUECH, J. M. The sublethal effects of
1079 pesticides on beneficial arthropods. **Annual Review of Entomology**, v. 52, p. 81-106,
1080 2007.

1081

1082 FAPESPA – Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas do Pará; Estatísticas
1083 Municipais Paraenses: Cametá. / Diretoria de Estatística e de Tecnologia e Gestão da
1084 Informação. Disponível em:
1085 <http://www.fapespa.pa.gov.br/upload/Arquivo/anexo/357.pdf?id=1463578473>. Acesso
1086 em 15 nov. 2019.

1087

1088 GROTH, M. Z. et al. Biology of *Fopius arisanus* (Hymenoptera: Braconidae) in two
1089 species of fruit flies. **Journal of Insect Science**, v. 16, n. 1, p. 1-7, 2016.
1090

1091 LORENCETTI, G. A. T. et al. *Beauveria bassiana* VUILL. AND *Isaria* sp. Efficiency For
1092 *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé (HEMIPTERA:
1093 THAUMASTOCORIDAE). **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 403-411, 2018.
1094

1095 MARINHO, C. F. et al. Parasitóides (Hymenoptera: Braconidae) de moscas-das-frutas
1096 (Diptera: Tephritidae) no estado de São Paulo: plantas associadas e
1097 parasitismo. **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 3, p. 321-326, 2009.
1098

1099 MARINHO, C. F., COSTA, V. A., & ZUCCHI, R. A. Annotated checklist and illustrated
1100 key to braconid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae) of economically important fruit
1101 flies (Diptera, Tephritidae) in Brazil. **Zootaxa**, v. 4527, n. 1, p. 21-36, 2018.
1102

1103 MEDEIROS NUNES, A. et al. Moscas frugívoras e seus parasitoides nos municípios de
1104 Pelotas e Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v. 42, n. 1, p. 6-12,
1105 2012.
1106

1107 MENDIBURU, F. (2019). *agricolae*: Statistical Procedures for Agricultural Research.
1108 MURDOCH, W.W. et al. Refuge dynamics and metapopulation dynamics: an
1109 experimental test. **American Naturalist**, v.147, n. 3, p.424-444, 1996.
1110

1111 OLIVEIRA, G. B., GADELHA, S. S., & TELES, B. R. (2017). Composition of
1112 Braconidae (Hymenoptera) Fauna in Citrus Orchards Surrounded by Amazonian
1113 Secondary Forest. **Biodiversity International Journal**, v.1, n. 5, p. 00025, 2017.
1114

1115 R package version 1.3-1. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=agricolae>.
1116 Acesso em 15 nov. 2019.
1117

1118 RODRIGUES ARAÚJO, A. A. et al. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associadas
1119 às frutíferas nativas de *Spondias* spp.(Anacardiaceae) e *Ximenia americana*
1120 L.(Olacaceae) e seus parasitoides no Estado do Piauí, Brasil. **Semina: Ciências**
1121 **Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 1739-1750. 2014.

1122

1123 SANTOS, J. P. D., & GUIMARÃES, J. A. (2018). Parasitoides associated with
1124 *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in native fruits: first record of *Aganaspis*
1125 *nordlander* (Hymenoptera: Figitidae) in the state of Santa Catarina. **Revista Brasileira**
1126 **de Fruticultura**, v. 40, n. 3, p. e-414, 2018.

1127

1128 SILVA CARVALHO, R.; SOARES FILHO, W. S. & RITZINGER, R. "Umbu-cajá como
1129 repositório natural de parasitoide nativo de moscas-das-frutas." **Pesquisa Agropecuária**
1130 **Brasileira**, v. 45, n. 10, p. 1222-1225, 2011.

1131

1132 WEI, J. et al. Antagonism between herbivore-induced plant volatiles and trichomes
1133 affects tritrophic interactions. **Plant, Cell and Environment**, v.36, p.315–327, 2013

1134

1135 WHARTON, R. A.; YODER, M. J. Parasitoids of fruit-Infesting Tephritidae. Disponível
1136 em: <http://paroffit.org>>. Acesso em: 20 out. 2018.

1137

1138 ZUCCHI, R.A. & MORAES, R.C.B Zucchi, R. A. Fruit flies in Brazil – *Anastrepha*
1139 species their host plants and parasitoids. 2008. Disponível em:
1140 <<http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/>>. Acesso em: 20 out. 2018.

1141

1142 ZUIM, V. et al. Age and density of eggs of *Helicoverpa armigera* influence on
1143 *Trichogramma pretiosum* parasitism. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 39, n.
1144 4, p. 513-520, 2017.

1145