



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 EM
QUINTAIS AGROFLORESTAIS NO MUNICÍPIO DE CAMETÁ – PA**

BELÉM, PA

2020

JEFFERSON BRUNO CARVALHO SOARES

**PROSPECÇÃO DE MOSCA-DAS-FRUTAS E SEUS PARASITOIDES EM
QUINTAIS AGROFLORESTAIS NO MUNICÍPIO DE CAMETÁ – PA**

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)

S876p Soares, Jefferson Bruno Carvalho
PROSPECÇÃO DE MOSCA-DAS-FRUTAS E SEUS PARASITÓIDES EM QUINTAIS
AGROFLORESTAIS NO MUNICÍPIO DE CAMETÁ ? PA / Jefferson Bruno Carvalho
Soares. - 2020.
55 f.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), Campus
Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2020.

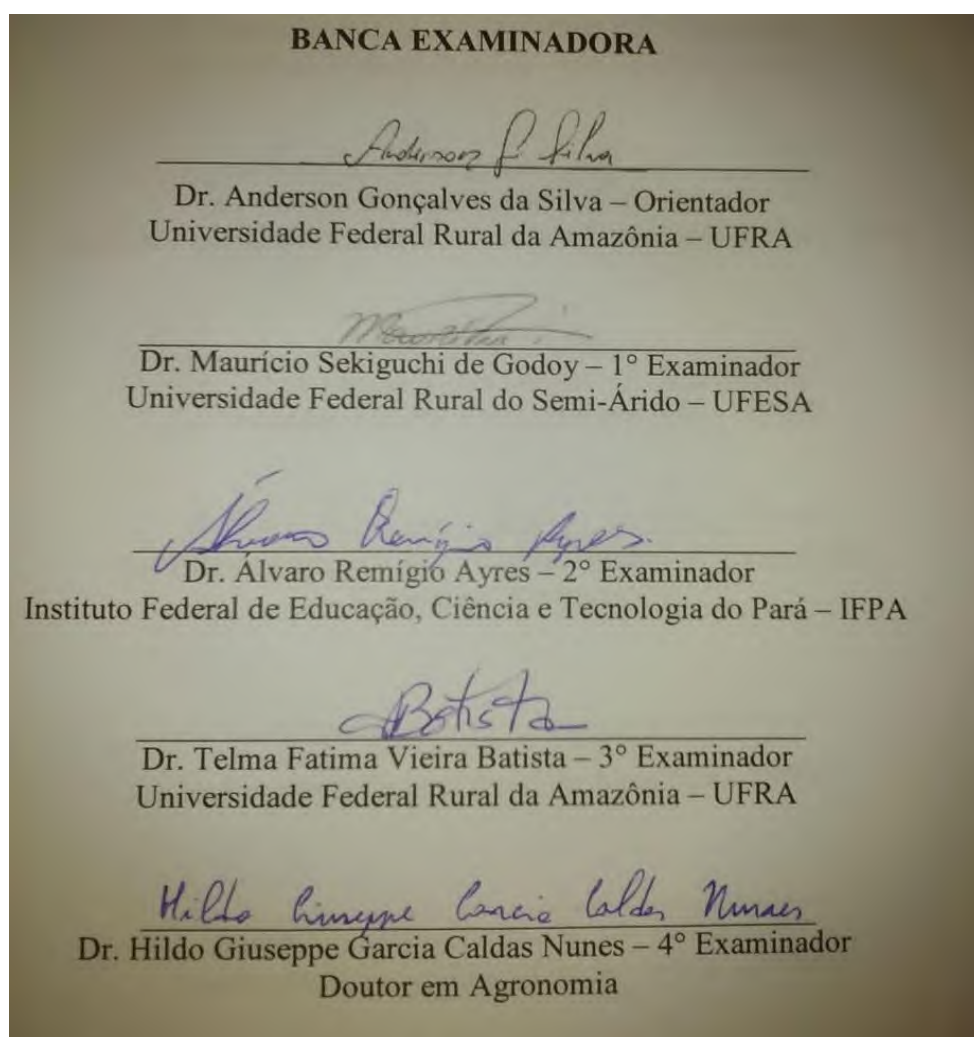
Orientador: Prof. Dr. Anderson Gonçalves Silva

I. , Anderson Gonçalves Silva, orient. II. Título

**PROSPECÇÃO DE MOSCA-DAS-FRUTAS E SEUS PARASITOIDES EM
QUINTAIS AGROFLORESTAIS NO MUNICÍPIO DE CAMETÁ – PA**

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

APROVADO EM 14 / 02 / 2020



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

Aos meus avos, **Jose Soares de Macedo** 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;

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 Sekiguchi de Godoy e Daniel Gonçalves da Silva pelo companheirismo, consideração e respeito;

A faculdade de agronomia localizada no *campus* de Cametá pela disponibilidade do local para e aos senhores, Ivanildo Gaia, Rafael Coelho Ribeiro, Doriedson Rodrigues pelo auxílio do experimento;

A Mariana Casari, pelo acolhimento na cidade de Cametá;

“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 PARASITOIDES EM QUINTAIS AGROFLORESTAIS NO MUNICÍPIO DE CAMETÁ – PA

RESUMO: A fruticultura Paraense é constantemente ameaçada por vários problemas de ordem fitossanitária, estando entre as principais pragas desse setor alguns insetos pertencentes à família Tephritidae (Insecta: Diptera). No entanto, apesar da importância econômica desses tefritídeos, informações sobre a bioecologia desses insetos em algumas regiões localizadas no bioma amazônico ainda são escassas. Objetivou-se realizar prospecção sobre a biodiversidade das moscas-das-frutas e dos seus parasitoides na microrregião do baixo Tocantins, com coletas passivas e ativas em quintais agroflorestais localizados no município de Cametá, Pará, Brasil. Na coleta passiva, foram utilizadas armadilhas modelo McPhail, que foram instaladas a 1.5m de altura e utilizavam como atrativo proteína hidrolisada de milho, já a coleta ativa foi realizada por meio de fruto de goiaba, taperebá e carambola, que foram coletados e acondicionados em recipiente e ambiente apropriados para obtenção das pupas de moscas-das-fruta e posteriormente dos seus parasitoides. Após a triagem as fêmeas de *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae), assim como os himenópteros parasitoides foram etiquetados e posteriormente enviados para identificação taxonômica no Instituto Biológico (IB). Foram determinadas a riqueza, abundância e flutuação populacional, além da modelagem de nicho para as espécies com novos relatos para a região. Quanto aos parasitoides foram analisados a riqueza abundância e influência dos frutos hospedeiros no índice de parasitismo. Dentre as espécies encontradas nesse estudo, destacamos as moscas *Anastrepha zacharyi* Norrbom, que foi relatada pela primeira vez no estado do Pará, Brasil, sendo essa espécie possivelmente endêmica da região amazônica. Quanto a comunidade de tefritídeos associada aos quintais agroflorestais, encontramos seguintes espécies; *A. obliqua*, *A. distincta*, *A. striata*, *A. sodalis*, *A. leptozona* e *A. serpentina*, sendo a flutuação populacional desses insetos influenciadas pela disponibilidade de hospedeiros. Foram registradas quatro espécies de parasitoides nesse estudo; *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti); *Opius bellus* Gahan; *Utetes anastrephae* (Viereck); *Asobara anastrephae* (Muesebeck), sendo o primeiro o mais abundante. Dentre os frutos coletados o Taperebá - *Spondias mombin*, foi o que proporcionou o maior índice de parasitismo e a Carambola - *Averrhoa carambola* a menor

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

PROSPECTING OF FRUIT FLY AND ITS PARASITIDS IN AGRO-FOREST
QUINTAIS IN THE MUNICIPALITY OF CAMETÁ - PA

ABSTRACT: Paraense fruit growing is threatened by several phytosanitary problems, including among the main pests of these sectors some insects belonging to the Tephritidae family (Insecta: Diptera). However, despite the economic importance of these territories, information about the bioecology of these insects in some regions located in the Amazon biome is still scarce. The objective was to conduct a survey on the biodiversity of fruit flies and their parasites in the lower Tocantins microregion, with passive and active collections in agroforestry yards used in the municipality of Cametá, Pará, Brazil. In passive collection, the McPhail models were used, which were installed at 1.5 m in height and used as a hydrolyzed corn filter, with active collection carried out using guava, taperebá and carambola fruits, which were collected and packaged in a container and environment suitable for the use of fruit pupae and later their parasitoids. After screening as children of *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae), as well as the first parasites were tagged and later sent for taxonomic identification at the Instituto Biológico (IB). Wealth, quantity and population fluctuation were selected, in addition to niche modeling for species with new reports for the region. The parasitoids were analyzed for the richness and influence of the fruits hosted on the parasitism index. Among the species found in this study, highlighted as the *Anastrepha Zacharyi* Norrbom flies, which was first reported in the state of Pará, Brazil, this species is probably endemic to the Amazon region. How much is the community of trees associated with agroforestry yards, found the following species; *A. obliqua*, *A. distincta*, *A. striata*, *A. sodalis*, *A. leptozona* and *A. serpentina*, with a population fluctuation of these insects influenced by the availability of hosts. Four species of parasitoids were recorded in this study; *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti); *Opius bellus* Gahan; *Utetes anastrephae* (Viereck); *Asobara anastrephae* (Muesebeck), being the first or most abundant. Among the thefts collected or Taperebá – *Spondias mombin*, it was the one that provided the highest index of parasitism and a Carambola - *Averrhoa carambola* the lowest

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

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

- Figura 1** Índice de captura de *Anastrepha* spp. coletadas em armadilha *McPhail* instaladas em quintais agroflorestais localizados no município de Cametá – PA.....33

CAPÍTULO 3

- Figura 1** Adultos de *Anastrepha zacharyi*. A. Detalhe do aculeus. B. Região da Asa, Vista Total.....40
- 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 = ▲).....42

CAPÍTULO 4

- Figura 1** Espécies de parasitoides (A) *Asobara anastrephae*; (B) *Utetes anastrephae*; (C) *Opius bellus*; (D) *Doryctobracon areolatus*, capturadas nesse estudo.48
- Figura 2** Índice médio de parasitismo em pupários de Mosca-das-frutas.....49
- Figura 3** Índice médio de parasitismo em pupários de Mosca-das-frutas.....50

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 3

- Tabela 1** Análise faunística de moscas-das-frutas capturadas com armadilhas tipo *McPhail* no município de Cametá, Pará, Brasil.....31
- Tabela 2** Índice de infestação de moscas-das-frutas no município de Cametá, Pará, no período de março de 2017 a outubro de 2018.....33

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

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

CAPÍTULO 2

OCORRÊNCIA DE MOSCA-DAS-FRUTAS EM QUINTAIS AGROFLORESTAIS LOCALIZADO NA REGIÃO DO BAIXO RIO TOCANTINS, PARÁ, BRASIL.....	28
RESUMO.....	28
INTRODUÇÃO.....	28
MATERIAL E MÉTODOS.....	29
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
CONCLUSÃO.....	42
REFERÊNCIAS.....	34

CAPÍTULO 3

New Occurrence and Potential Distribution of <i>Anastrepha zacharyi</i> (Diptera: Tephritidae) in the Eastern Amazon	38
A B S T R A C T	38
INTRODUCTION.....	38
MATERIAL AND METHODS.....	39
RESULTS AND DISCUSSION.....	40
REFERENCES.....	42

CAPÍTULO 4

PARASITISMO NATURAL DE MOSCA-DAS-FRUTAS EM QUINTAIS AGROFLORESTAIS LOCALIZADOS NA AMAZÔNIA ORIENTAL.....	44
RESUMO.....	44
INTRODUÇÃO	44
MATERIAL E MÉTODOS.....	46
RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
REFERÊNCIAS.....	51
CONSIDERAÇÕES FINAIS	55

CAPÍTULO 1

CONTEXTUALIZAÇÃO

A fruticultura é um dos principais seguimentos da economia nacional, movimentando no primeiro semestre de 2019, apenas com exportações, uma receita de 384.423 milhões de dólares Americanos, conforme a Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados (ABRAFRUTAS, 2020). Na região Norte do Brasil, a fruticultura encontra-se entre as principais atividades econômicas, destacando-se o estado do Pará como maior produtor regional e quinto maior produtor brasileiro de frutas (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI E FRUTI, 2019).

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 do Estado, depois do minério de ferro, madeira e pecuária (FAPESPA, 2018).

Entre as várias culturas produzidas no estado, a citricultura é a que mais se destaca com quase 14 mil hectares de área colhida (IBGE, 2020), gerando renda para pequenos produtores e para as indústrias processadoras. Porém, vale salientar que outras fruteiras tropicais, sobressaindo-se, dentre as regionais, açaí (*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 comerciais no Estado, a exportação de frutas e derivados vem se destacando anualmente, onde somente em 2016 movimentou cerca de US\$ 21 milhões de dólares 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

30 fruticultura, já que diversas pragas podem danificar a qualidade dos frutos, inviabilizando
31 para o consumo e comercialização na forma *in natura*.

32 Diante dessa problemática, a Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Pará
33 (ADEPARÁ) em parceria com a Empresa de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) vem
34 trabalhando tanto no controle como no levantamento de ocorrência de pragas de importância
35 econômica para o estado Pará, como, algumas espécies de mosca-das-frutas (Diptera:
36 Tephritidae) (ADEPARA, 2019).

37 Esses insetos (Diptera: Tephritidae), estão entre as pragas que mais oferecem risco
38 à fruticultura (DUARTE & MALAVASI, 2000; DIAS et al., 2018), pois a infestação
39 desses insetos ocasiona perdas significativas a atividade frutícola, gerando prejuízo anual
40 de mais de um bilhão de dólares em todo o mundo (GODOY, PACHECO &
41 MALAVASI, 2011; WHARTON & YODER, 2013; CAREY, PAPADOPOULOS &
42 PLANT, 2017). Os danos diretos são provocados pelas larvas, que ao se alimentarem da
43 polpa deixa o fruto hospedeiro depreciado e inutilizado para a comercialização (ZUCCHI,
44 2000; SANCHES, 2008). Além das fêmeas, que perfuram os frutos ao depositar seus
45 ovos, ocasionando injúrias que podem provocar tanto o amadurecimento como a queda
46 precoce dos frutos (ZART; BOTTON E FERNANDES, 2011.)

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

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

60 Os primeiros estudos com moscas-das-frutas no Brasil, foram realizados ainda na
61 década de 1930, porém só ganharam relevância a partir de 1990, com trabalhos realizados,
62 principalmente, nos estados onde a fruticultura apresentava alta importância econômica
63 (ARAÚJO, 2002). Na região Norte do Brasil três grupos de moscas-das-frutas apresentam
64 espécies de importância econômica mundial, sendo os gêneros *Anastrepha* e outras duas
65 espécies exóticas: *Ceratitis capitata* (Wied.) e *Bractocera carambolae* (Drew &
66 Hancock) (ZUCCHI, 2000; LEMOS et al., 2014).

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

74 O gênero *Ceratitis* possui uma única espécie no Brasil, a mosca-do-mediterrâneo,
75 *C. capitata*, que foi introduzida no início do século passado e hoje encontra-se em
76 processo de distribuição na região norte do Brasil (ARAÚJO et al., 2016; CASTILHO et
77 al., 2019). Sua importância econômica é devido ao seu comportamento polífago, onde
78 mais de 370 espécies de vegetais são infestadas por *C. capitata* (THOMPSON, 1998). No
79 Brasil, a mosca-do-mediterrâneo é responsável por causar danos a diversas culturas de
80 importância agrícola, como, caqui, macieira, pessegueiro, e videira na região sul e
81 sudeste (ZANARDI et al., 2011) e mamão, manga e uva na região nordeste (JOACHIM-
82 BRAVO & SILVA-NETO, 2004).

83 O gênero *Bactrocera*, assim como *C. capitata*, também está representado no
84 Brasil por uma única espécie, *Bactrocera carambolae* (Drew & Hancock), conhecida
85 como mosca-da-carambola, que é nativa da Indonésia, Malásia e Tailândia (WHITE et
86 al., 1992), e foi relatada pela primeira vez na América do Sul em 1975 (SAUERS-
87 MULLER, 1991).

88 Posteriormente, essa espécie foi detectada na Guiana Francesa em 1989, e em
89 1996 no estado do Amapá/Brasil, onde está sob rigoroso controle oficial (GODOY et al.,

90 2011), e devido a sua restrição ao estado do Amapá e Rondônia, é caracterizada como
91 praga quarentenária presente. Mediante os prejuízos que as mosca-das-frutas pode
92 ocasionar a fruticultura diversas estratégias de controle foram desenvolvidas com a
93 finalidade de controlar essa praga.

94 Dentre elas destacamos o uso de inseticidas formulados com os respectivos
95 ingredientes ativos, espinosade, espinetoram, fosmete, melationa, dimetoato,
96 deltametrina, acetamiprido, fenitrotiona, metidationa, organosforado (AGROFIT, 2020).
97 Além da adoção de técnicas alternativas como o uso de macho estéril, que consiste na
98 liberação massal de machos inférteis ou o uso de inimigo natural, como por exemplo os
99 parasitoides.

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

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

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

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

130 Entretanto, apesar dos estudos com mosca-das-frutas e seus parasitoides tenham
131 ganhado destaque nos últimos anos na Amazônia Oriental (LEMOS, et al 2011; DEUS &
132 ADAIME et al., 2013), o que ampliou o conhecimento desses insetos na região. Algumas
133 regiões, principalmente no estado do Pará não foram inclusas nesses estudos, o que
134 ressalta a importância da realização de estudos que abordam a história natural desses
135 organismos na região. Esse tipo de pesquisa, pode fornecer informações para a
136 implantação do manejo integrado de pragas, já que esse tipo de estudo engloba
137 basicamente os aspectos ecológicos, como distribuição, uso de habitat e reprodução.

138 Dentre essas áreas, encontra-se o município de Cametá, que tem como principal
139 fornecedor de frutas as comunidades tradicionais da própria região, que utilizam como
140 sistema de produção agrícola os quintais agroflorestais (MIRANDA et al., 2016; SILVA
141 & NAVEGANTES-ALVES, 2017).

142 Tal situação ressalta a importância da realização de estudos com mosca-das-frutas
143 nessa região, já que esses insetos podem afetar negativamente a produção e
144 comercialização de frutos produzidos no município de Cametá. Dessa forma, com a
145 finalidade de ampliar os conhecimentos científicos sobre a bioecologia das mosca-das-
146 frutas e dos seus parasitoides que ocorrem na microrregião do baixo Tocantins, foi
147 realizada uma prospecção desses insetos no município de Cametá – PA.

148

149 **OBJETIVOS**

150

151 Esse trabalho tem como objetivo identificar as espécies de mosca-das-frutas
152 (Diptera: Tephritidae) e dos seu parasitoides presentes na microrregião de Cametá, Pará,
153 Brasil, além de avaliar o parasitismo natural sobre as larvas desses tefritídeos e determinar
154 a distribuição potencial de uma espécies recém relatada no bioma amazônico

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177 **REFERÊNCIA**

178

179 ABRAFRUTA - Associação Brasileiro dos Produtores Exportadores de Frutas e
180 Derivados. Disponível em: [https://abrafrutas.org/2019/07/17/estatistica-de-exportacoes-](https://abrafrutas.org/2019/07/17/estatistica-de-exportacoes-de-frutas-no-primeiro-semester-de-2019/)
181 [de-frutas-no-primeiro-semester-de-2019/](https://abrafrutas.org/2019/07/17/estatistica-de-exportacoes-de-frutas-no-primeiro-semester-de-2019/). Acesso em 25 jan. 2020.

182

183 ADEPARÁ - Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará. 2019. Disponível em:
184 [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)
185 [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. 2020.

186

187 CASTILHO, A. P. C. et al. Distribuição Geográfica e Plantas Hospedeiras de *ceratitis*
188 *capitata* (wiedemann) (diptera: tephritidae) na Amazônia Brasileira. **Coletânea Nacional**
189 **sobre Entomologia**. 1ed.Belo Horizonte: Atena, 2019, v. 1, p. 90-102

190

191 AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. 2018. Disponível
192 em:http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em 15
193 fev. 2019.

194

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

199

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

203

204 FAÇANHA, T. P. **Pereira Sistemas de cultivos de agricultores familiares:**
205 **Diversidade de moscas-das-frutas, seus hospedeiros e inimigos naturais em Igarapé-**

206 **Açú e Marapanim, Pará.** 119p. (Mestrado em Agriculturas Amazônicas) – Núcleo de
207 Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Universidade Federal do Pará, Belém, 2017.
208

209 ARAUJO, M. R. et al. (2016). New host records for *Ceratitis capitata* (Diptera:
210 Tephritidae) in the state of Pará, Brazil. **Florida Entomologist**, v. 99, n.2, p. 327-328,
211 2016.
212

213 AYRES, A. R. **Moscas-Das-Frutas (Diptera: Tephritidae) na Região Nordeste do**
214 **Pará.** 74p. (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
215 (UFERSA). Mossoró-RN 2015.
216

217 BENNO, B. K. et al. **Anuário Brasileiro de Horti e Fruti.** Ed. Santa Cruz do Sul:
218 **Editora Gazeta**, 2019. 96 p.
219

220 BOLZAN, A. et al. Biology of *Anastrepha grandis* (Diptera: Tephritidae) in different
221 cucurbits. **Journal of economic entomology**, v. 108, n. 3, p. 1034-1039, 2015.
222

223 CAREY, J. R.; PAPADOPOULOS, N. & PLANT, R. The 30-Year Debate on a Multi-
224 Billion-Dollar Threat: Tephritid Fruit Fly Establishment in California. **American**
225 **Entomologist**, v. 63, n. 2, p. 100-113, 2017.
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 DIAS, N. P et al. Fruit fly management research: A systematic review of monitoring
232 and control tactics in the world. **Crop Protection**, v.112, n.3, p.187-200, 2018.
233

234 DUARTE, A.L. & MALAVASI, A. Tratamento quarentenário. In: Malavasi. A. &
235 zucchi, R.A. (Eds.). **Moscas-das-Frutas de importância econômica no Brasil:**
236 **Conhecimento Básico e Aplicado.** Ribeirão Preto, Holos, 327 p. 2000.
237

238 FALESI, L. A. A. dinâmica do mercado de frutas tropicais no estado do Pará: uma
239 abordagem econométrica. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências**
240 **Humanas**, v. 4, n. 3, p. 570-571, 2009.
241

242 FAPESPA - Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas - Boletim de
243 Comercio Exterior Paraense. Disponível em:
244 <http://www.fapespa.pa.gov.br/upload/Arquivo/anexo/1330.pdf?id=1536665440>. Acesso
245 em 15 fev. 2019.
246

247 FEITOSA, S. S. et al. Flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae)
248 associadas a variedades de manga no município de José de Freitas-Piauí. **Revista**
249 **Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 112-117, 2008.
250

251 FERNANDES, E. C. **Parasitoides de moscas-das-frutas no semiárido brasileiro.** 61p.
252 Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do
253 Semi-Árido (UFERSA). Mossoró-RN, 2014.
254

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

258 GODOY, M. J. S. et al. Programa Nacional de Erradicação da Mosca-da-carambola. p.
259 133-158, 2011. pp. 134-158 In: SILVA, R.A., LEMOS, W.P. & ZUCCHI R. A. (eds.),
260 **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos**
261 **naturais.** Macapá: Embrapa Amapá, 299p.
262

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

267

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

270

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

274

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

280

281 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2020. Disponível em:
282 <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/para>. Acesso em: 12 fev. 2020.

283

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

287

288 LEMOS, L. D. N. et al. New hosts of *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae) in
289 Brazil. **Florida Entomologist**, v.97, n.2, p. 841-843, 2014.

290

291 LEMOS, W. P. et al. Conhecimento sobre moscas-das-frutas no Estado do Pará. p. 258-
292 272, 2011. In: SILVA, R.A., LEMOS, W.P. & ZUCCHI R. A. (eds.), **Moscas-das-frutas**

293 **na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais. Embrapa**
294 **Amapá, Macapá, Amapá, Brazil.** Macapá: Embrapa Amapá, 299p.
295
296 LEMOS, W. P. et al. First record of *Anastrepha serpentina* (Wiedemann)(Diptera:
297 Tephritidae) in citrus in Brazil. **Neotropical entomology**, v. 40, n. 6, p. 706-707, 2011.
298
299 LEMOS, W.P. 2011. Moscas-das-frutas de importância quarentenária e seus riscos para
300 a fruticultura na Amazônia. **I Seminário de Entomologia E Acarologia da Amazônia.**
301 Manaus – AM. Resumos. 256 p.
302
303 MALAVASI, A. Mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae).
304 p. 39-41. In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A. & CANTOR, F. (Ed.). **Histórico e impacto**
305 **das pragas introduzidas no Brasil.** Ribeirão Preto: Holos, 2001
306
307 MARINHO, C. F.; COSTA, V. A. & ZUCCHI, R. A. Annotated checklist and illustrated
308 key to braconid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae) of economically important fruit
309 flies (Diptera, Tephritidae) in Brazil. **Zootaxa**, v. 4527, n. 1, p. 21-36, 2018.
310
311 MARINHO, C. F.; SILVA, R. A. & ZUCCHI, R. A. Chave de identificação de
312 Braconidae (Alysiinae e Opiinae) parasitoides de larvas frugívoras na região Amazônica.
313 P. 91 – 102, 2011. In: SILVA, R.A., Lemos, W.P., Zucchi R. A. (eds.), **Moscas-das-**
314 **frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais.**
315 **Embrapa Amapá, Macapá, Amapá, Brazil.** Macapá: Embrapa Amapá, 299p.
316
317 MARTE, W. E.; NANSEKI, T. & BIENVENIDO, F. The Role of Education, Institutional
318 Settings and ICT on the Integrated Production Development in Almeria,
319 Spain. **Agricultural Information Research**, v. 20, n. 2, p. 66-73, 2011.
320
321 MIRANDA, T. G. et al. O uso de plantas em quintais urbanos no bairro da Francilândia
322 no município de Abaetetuba, PA. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 12, n. 6, 2016

323

324 MONTOYA, P & CANCINO, J. Control biológico por aumento en moscas de la fruta
325 (Diptera: Tephritidae). **Folia Entomológica Mexicana**, v. 43, n. 3, 2004.

326

327 NASCIMENTO, A. S. et al. Dinâmica populacional das moscas-das-frutas do gênero
328 Anastrepha (Dip., Tephritidae) no recôncavo baiano. II-Flutuação populacional. **Pesquisa**
329 **Agropecuária Brasileira**, v. 17, n. 7, p. 969-980, 1982.

330

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

334

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

338

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

342

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

345

346 SAUERS-MULLER, A. V. An overview of the Carambola fruit fly *Bactrocera* species
347 (Diptera: Tephritidae), found recently in Suriname. **Florida Entomologist**, p. 432-440,
348 1991.

349

350 SEDAP - Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca, 2012. **A fruticultura**
351 **no Estado do Pará**. Disponível em: <http://www.sedap.pa.gov.br/>. Acesso em 15 fev.
352 2019.

353

354 SILVA, E. M. & NAVEGANTES-ALVES, F. L. Transformações nos sistemas de
355 produção familiares diante a implantação do cultivo de dendê na Amazônia Oriental.
356 **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 40, 2017.

357

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

360

361 ZART, M.; BOTTON, M. & FERNANDES, O. A. Injúrias causadas por mosca-das-frutas
362 sul-americana em cultivares de videira. **Bragantia**, v. 70, n. 1, p. 64-71, 2011.

363

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

366

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

369

370 ZANARDI, O. Z. et al. Desenvolvimento e reprodução da mosca-do-mediterrâneo em
371 caqui, macieira, pessegueiro e videira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n.
372 7, p. 682-688, 2011.

373

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

377

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

381

382

CAPÍTULO 2

383

384 **Ocorrência de Mosca-das-frutas em Quintais Agroflorestais Cultivados na** 385 **Amazônia Oriental**

386

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

402

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

404

405 **INTRODUÇÃO**

406

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

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

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

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

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

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

436

437 **MATERIAL E MÉTODOS**

438

439 O levantamento populacional foi realizado em nove quintais agroflorestais
440 localizados no município de Cametá, Pará (02°14' 40" S; 49° 29' 45" W), Brasil, em áreas
441 variando de 1,4 a 4,7 hectares. A região é caracterizada pela presença de floresta úmida

442 perenifolia, com temperatura média mensal mínima superior a 18°C e umidade relativa
443 acima de 80% com precipitação pluviométrica média de 2.202 mm anuais (FAPESPA,
444 2015).

445 Os quintais agrofloretais eram compostos por diversas espécies vegetais, com
446 predomínio das seguintes frutíferas: Carambola – *Averrhoa carambola* (Oxalidaceae),
447 Laranja – *Citrus* spp. (Rutaceae), Manga – *Mangifera indica* (Anacardiaceae), Goiaba
448 – *Psidium guajava* (Myrtaceae), Ingá – *Inga edulis* (Fabaceae) e Taperebá – *Spondias*
449 *mombin* (Anacardiaceae).

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

456 Para identificar quais espécies de mosca-das-frutas infestam os frutos produzidos
457 nos quintais agrofloretais, foram amostrados frutos que estavam no estágio de maturação
458 adequada para colheita e comercialização *in natura*. Os frutos coletados, foram
459 armazenados em recipientes de plástico, contendo uma camada de areia esterilizada e
460 vedados com tecido tipo organza. Durante um período de dez dias, os recipientes eram
461 examinados e as pupas transferidas para placas de petri onde permaneceram até a
462 emergência das mosca-das-frutas.

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

468 Para avaliar a interação das mosca-das-frutas com os quintais agrofloretais foram
469 realizadas análises faunísticas, sendo determinadas, abundância, riqueza, dominância e o
470 índice de Shannon (AZEVEDO et al., 2015) e índice de infestação obtido através do
471 número de pupas/número de frutos. Além disso, foi determinado o risco fitossanitário da

472 área ao longo das coletas através do índice Mosca-das-frutas por Armadilha por Dia
 473 (MAD), que é oficialmente utilizado no monitoramento de moscas-das-frutas no Brasil.
 474 Esse índice é determinado pela fórmula: Número de moscas capturadas / Número de
 475 Armadilhas * Número de dias de exposição das armadilhas. Nesse estudo foi estabelecido
 476 dois níveis de risco fitossanitário conforme Rodríguez-Rodríguez et al. (2018), onde a
 477 área foi considerada: Zona Baixa Prevalência, $MAD \leq 0,01$ e Zona Sob Ação de Proteção
 478 Vegetal, $MAD > 0,01$. Para a realização das análises foi utilizado o programa estatístico
 479 R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2018).

480

481 RESULTADOS E DISCUSSÃO

482

483 Foram capturadas 586 moscas-das-frutas, distribuídas em seis espécies, o que
 484 resultou no baixo índice de diversidade, sendo todas pertencentes ao gênero *Anastrepha*
 485 Schiner, 1868. As espécies *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835) e *Anastrepha distincta*
 486 Greene, 1934 foram as mais abundantes e representativas no presente estudo (Tabela 1).

487

488 Tabela 1 - Análise faunística de moscas-das-frutas capturadas com armadilhas tipo
 489 *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	1.02	Nd
<i>Anastrepha leptozona</i> Hendel 1999	3	0.51	Nd
<i>Anastrepha serpentina</i> (Wiedemann, 1830)	1	0.17	Nd
Total	586	100	–
Riqueza (S)	6	–	–
Índice de Shannon (H')	0.51	–	–

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

491 Os valores de (S e H') indicam que a diversidade de espécies de moscas-das-frutas
 492 associadas aos quintais agroflorestais estudados é baixa, corroborando com pesquisas
 493 realizadas em outros estados localizados na região amazônica, porém, com divergências
 494 nas espécies identificadas (TRASSATO et al., 2016; SILVA AZEVEDO et al., 2018).
 495 Esses resultados sugerem que a comunidade de *Anastrepha* na região amazônica

496 apresenta uma diversidade regional maior que a diversidade local, o que resulta na
497 dissimilaridade na composição das espécies entre as áreas estudadas (GERING & CRIST,
498 2002).

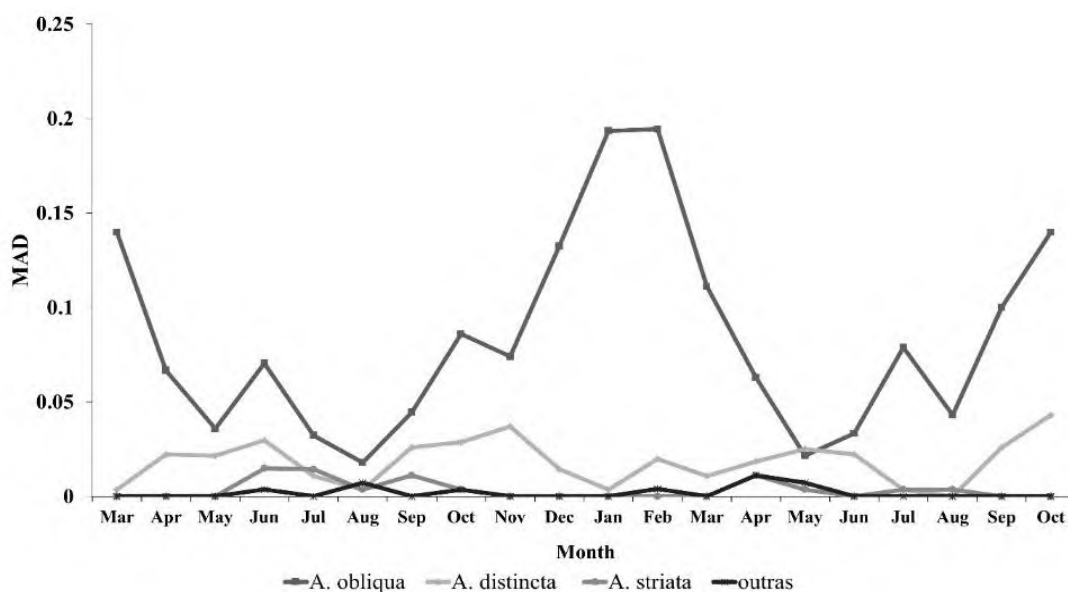
499 Na Amazônia, outras comunidades, como de borboletas e plantas vasculares
500 também apresentam uma desuniformidade na distribuição, sendo esse padrão atribuído a
501 diversos processos históricos, como a presença de barreiras geográficas ou a mudanças
502 climáticas (BRAZ et al., 2016). No caso das mosca-das-frutas, acreditamos que a
503 fitofisionomia local seja o principal responsável pela congruência espacial desses insetos,
504 haja vista, que a comunidade de tefritídeos é intimamente ligada a biodiversidade de
505 plantas hospedeiras (UCHOA & BOMFIM, 2017).

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

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

517 Quanto a agressividade, tal atributo pode limitar drasticamente o nível populacional
518 de uma determinada espécie. Isso ocorre pelo fato de moscas-das-frutas caracterizadas
519 como agressivas, inviabilizar a oviposição de outras espécies, seja pela repelência
520 causada por semioquímicos presente nos frutos infestados ou pelo simples fato da polpa
521 da fruta já está deteriorada (DUYCK et al., 2004). Com relação ao índice MAD, pode-se
522 observar que os valores oscilaram ao longo da avaliação, havendo alguns períodos em
523 que as áreas estudadas foram classificadas como Zona Sob Ações de Proteção Vegetal, o
524 que indica a necessidade da utilização de medidas de controle nessas áreas (Figura 2).

525



526

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

529

530 Entretanto, dentre as seis espécies de mosca-das-frutas registradas nesse estudo,
 531 somente as moscas *A. obliqua*, *A. distincta* e *A. striata*, apresentaram índice MAD > 0,01,
 532 o que ressalta a informação de que não são todas as espécies do gênero *Anastrepha* que
 533 apresentam importância econômica.

534 Das três espécies de mosca-das-frutas que apresentaram índice MAD > 0,01, foi
 535 possível observar uma divergência na flutuação populacional. Acreditamos, que esses
 536 resultados estejam ligados a presença de frutos hospedeiros (Tabela 2), o que explica a
 537 divergência encontrada entre as espécies de mosca-das-frutas.

538 Tabela 2 - Índice de infestação de moscas-das-frutas no município de Cametá, Pará, no período de março
 539 de 2017 a outubro de 2018

Frutos hospedeiros	Número de frutos	Índice de infestação	Espécies de Mosca-das-frutas
Manga	67	0,28	<i>A. obliqua</i> (15)
Carambola	101	1,36	<i>A. obliqua</i> (97)
Laranja	72	0	–
Goiaba	119	0.81	<i>A. striata</i> (57)
Ingá	27	0.78	<i>A. distincta</i> (16)

540

541 A mosca-das-frutas *A. obliqua*, foi a espécie que teve o maior número de frutos
 542 hospedeiros (tabela 2), o que favoreceu a elevada abundância desses insetos na área,

543 diferentemente da *A. striata* e *A. distincta*, que só foram associadas a um hospedeiro
544 (Tabela 1). Esses resultados corroboram com Rodríguez-Rodríguez et al. (2018),
545 ratificando a importância dos frutos hospedeiros para a elevada abundância.

546

547 **REFERÊNCIAS**

548

549 ALUJA, M. et al. A survey of the economically important fruit flies (Diptera:
550 Tephritidae) present in Chiapas and a few other fruit growing regions in Mexico. **Florida**
551 **Entomologist**, Washington, v.70, n.3, p. 320-329, 1987.

552

553 AZEVEDO, F. R. et al. Composição da entomofauna da Floresta Nacional do Araripe em
554 diferentes vegetações e estações do ano. **Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 6, p. 704-748. 2015.

555

556 BAUL, T. K. et al. Status, utilization, and conservation of agrobiodiversity in farms: a
557 case study in the northwestern region of Bangladesh. **International Journal of**
558 **Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management**, v. 11, n. 4, p. 318-329,
559 2015.

560

561 BRAZ, L. C. et al. A situação das áreas de endemismo da amazônia com relação ao
562 desmatamento e às áreas protegidas. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 34, n. 3, p. 45-
563 62, 2016.

564

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

567

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

571

572 FAPESPA - Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas do Pará. **Estatísticas**
573 **Municipais Paraenses: Cametá. / Diretoria de Estatística e de Tecnologia e Gestão**
574 **da Informação.** 2015. Disponível em:
575 <<http://www.fapespa.pa.gov.br/upload/Arquivo/anexo/357.pdf?id=1463578473>>.
576 Acesso em: dez. 2018.
577
578 GERING, J.C. & CRIST, T.O. The alpha-beta-regional relationship: providing new
579 insights into local-regional patterns of species richness and scale dependence of diversity
580 components. **Ecology Letters**, London, v. 5, n. 3, p. 433-444, 2002.
581
582 GODEFROID, M. et al. Assessing the risk of invasion by Tephritid fruit flies:
583 intraspecific divergence matters. **PloS One**, San Francisco, v. 10, n. 8, p. e0135209, 2015.
584
585 LEMOS, L. J. U. et al. Espécies de Anastrepha (Diptera: Tephritidae) em pomares de
586 goiaba: diversidade, flutuação populacional e fenologia do hospedeiro. **Arquivos do**
587 **Instituto Biológico**, São Paulo, v. 82, p. 1-5, 2015.
588
589 LEMOS, W. P. et al. Conhecimento sobre moscas-das-frutas no Estado do Pará.
590 In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. de P.; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas na Amazônia**
591 **Brasileira: Diversidade, Hospedeiros e Inimigos Naturais**. Macapá: Embrapa Amapá,
592 p. 210-272. 2011.
593
594 MELO, E. A. S. F. et al. Diversity of frugivorous flies (Tephritidae e Lonchaeidae) in
595 three municipalities in southern Bahia. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.
596 83, p. 1-7, 2016.
597
598 MIRANDA, T. G. et al. O uso de plantas em quintais urbanos no bairro da Francilândia
599 no município de Abaetetuba, PA. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 12, n. 6, p. 1-18, 2016.
600

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

604

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

608

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

612

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

616

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

620

621 SILVA, E. M. & NAVGANTES-ALVES, F. L. Transformações nos sistemas de
622 produção familiares diante a implantação do cultivo de dendê na Amazônia Oriental.
623 **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 40, 2017.

624

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

628

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

632

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

636

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

640

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

644

645

646

647

648

649

650

651

652

653

654

655

656

657

658

CAPÍTULO 3

New Occurrence and Potential Distribution of *Anastrepha zacharyi* (Diptera: Tephritidae) in the Eastern Amazon*

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

ABSTRACT – The species *Anastrepha zacharyi* Norrbom has recently been recorded in the Amazon, however the species is subsampling in the biome. In this research, we report a new occurrence of *A. zacharyi* in the state of Pará and, through climate suitability modelling, present new possible distribution areas of the species in the Brazilian eastern Amazon

Keyword: Habitat; Insect pest; Modeling; Fruit fly

INTRODUCTION

Fruit flies (Diptera: Tephritidae) are among the main challenges for world fruit production (Araujo et al., 2018), as the larvae of some species damage the quality of fruits, making their in natura commercialization unfeasible. In Brazil, among the economically important fruit flies, the genus *Anastrepha* Schiner stands out for the largest number of species potentially harmful to national fruit production (Zucchi and Moraes 2008). Due to the economic importance of the genus *Anastrepha*, many studies have been conducted in Brazil aiming mainly map its distribution, as well as the trophic relationship of these tephritids (Araujo et al., 2018; Silva et al., 2018; Sousa et al., 2017). However, despite the efforts of different research teams, some fruit fly species, such as *Anastrepha zacharyi* Norrbom, 2015 still lack basic ecological information. In Brazil, *A. zacharyi* has been reported only in the state of Amapá

688 (Adaime et al., 2016) and, from its recent description (Norrbom et al.,
689 2015), little is known about its distribution and economic importance
690 for fruit crops in the Amazon region. Therefore, this study expands
691 the occurrence of *A. zacharyi* in the Brazilian Amazon and presents a
692 Habitat Suitability Model (HSM) for this species, aiming to scientifically
693 support future field research.

694

695 MATERIAL AND METHODS

696

697 Between March 2017 and October 2018, a series of fruit fly collections (Diptera:
698 Tephritidae) was carried out in Cametá, Pará, Brazil, aiming
699 to increase the knowledge of the community of these insects in the
700 region. To capture the insects, 30 McPhail traps were used, each one
701 supplied with 400 mL of 5% hydrolyzed protein as attractive food and
702 were distributed in urban, agricultural, and forest-fragment areas.

703 Traps were examined and replenished weekly, and captured adult fruit flies
704 were properly sexed, labeled, and packaged in vials with 70% ethanol.
705 Subsequently, the specimens were sent to the Instituto Biológico (IB)
706 in the state of São Paulo, where they were identified and deposited in
707 the institution's collection. HSM was performed using the biomod2
708 package (Thuiller et al., 2009), through the R (R Core Team) software. The known
709 occurrence points of *A. zacharyi* (Adaime et al., 2016; Norrbom et al., 2015) were used,
710 including the new point recorded in
711 this study (N = 11). Three pseudo-absence databases were defined containing 10 times
712 the number of presences.

713 Predictor variables were climate layers with
714 the lowest autocorrelation: temperature seasonality (Bio4), annual
715 temperature variation (Bio7), average temperature in the wettest
716 trimester (Bio8), average temperature in the driest trimester (Bio9),
717 precipitation seasonality (Bio15), precipitation in the wettest trimester

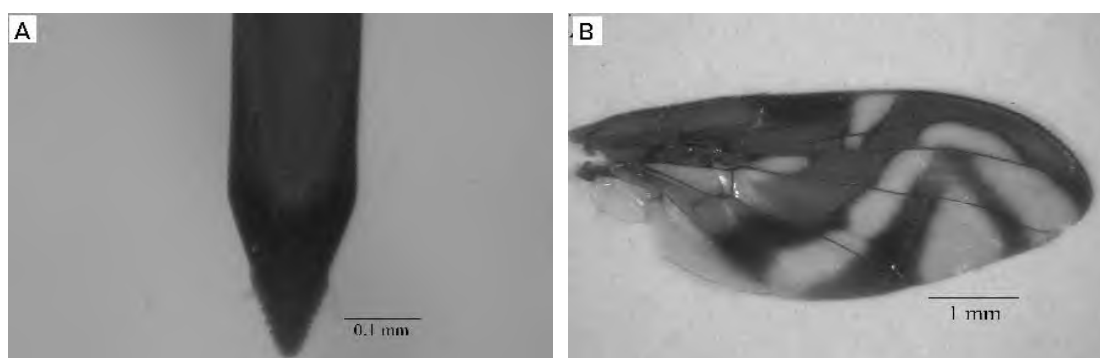
718 (Bio16), precipitation in the driest trimester (Bio17), precipitation in
719 the hottest trimester (Bio18), precipitation in the coldest trimester
720 (Bio19), and altitude, provided by WorldClim (<http://worldclim.org>)
721 at a resolution of ~1 km. For construction of the models, we used the
722 algorithms GLM, MAXENT, RF, FDA, and ANN.

723 For each algorithm, 10 runs were performed; in each run, 80% of
724 the data were used for calibration and 20% for testing. The quality of
725 the models was evaluated by the TSS index (Allouche et al., 2006), which was also used
726 for the binarization process (transformation of
727 presence-absence maps) and construction of the consensus map by
728 the committee averaging method (Thuiller et al., 2009).

729 RESULTS AND DISCUSSION

730 Morphological identification of *Anastrepha zacharyi*

731 The total number of *Anastrepha* females trapped during the study
732 period was 923, with one specimen identified as *A. zacharyi*, which
733 belongs to the fraterculus group and has the following morphological
734 characteristics: specimens with the aculeus measuring 2.16-2.56 mm
735 in length with apex gradually narrowing in triangular, serrated form
736 (tip 0.20-0.27 mm long and 0.16-0.19 mm wide) (Figure 1A) and wings
737 with all bands (costal, S, and inverted V), which may present the apex of
738 the V-band linked or not to the S-band (Figure 1B) (Norrbon et al., 2015).



739
740 **Figure 1** Adults of *Anastrepha zacharyi*. A. Detail of the aculeus. B. Wing region, frontal view.

741 Therefore, this is the first record of occurrence of this species in
742 the state of Pará, which expands to 29 the number of fruit fly species
743 of the genus *Anastrepha*, known to occur in the region. However, we
744 believe that other species have not yet been reported or described, possibly because the
745 region has extensive areas with difficult-to-reach
746 vegetation, which makes monitoring of these tephritids difficult.

747

748 **Potential distribution of *Anastrepha zacharyi***

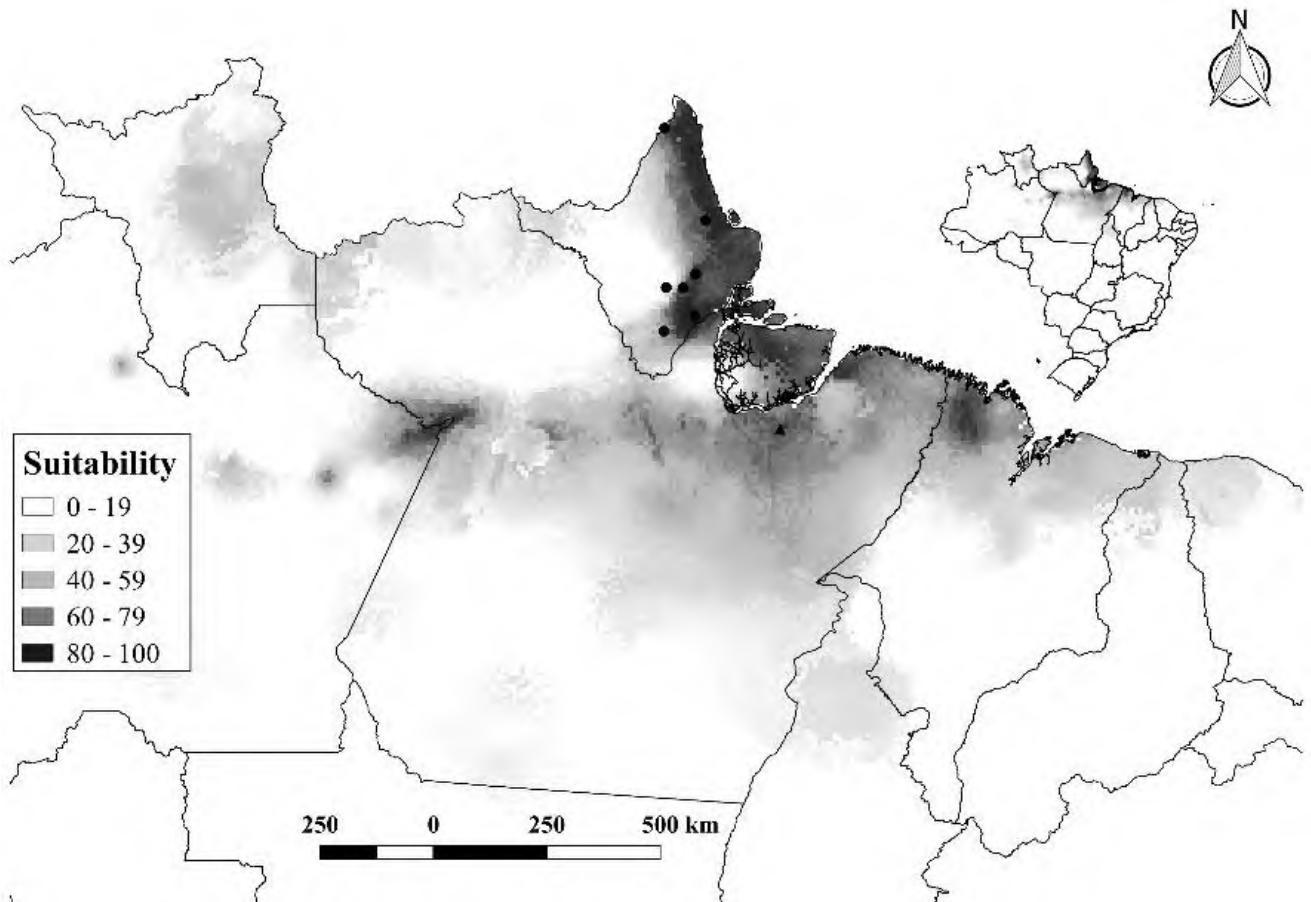
749

750 Regarding HSM, our results presented high TSS values (0.96), indicating
751 accuracy of the models. The projections of the consensus
752 map revealed a larger area of highly suitable habitats (suitability > 0.8) for *A. zacharyi*
753 located throughout the eastern portion of Amapá state, the Marajó archipelago
754 mesoregion (including the northern end of the
755 Xingú-Tocantins interfluvium), in addition to three isolated areas – one
756 located northwest of Maranhão, one in the mesoregion of the city of
757 Belém and northeast of the Pará state, and one between the states of Pará e Amazonas
758 (fig. 2).

759 Based on HSM, eastern Amazonia was the region most likely to have
760 suitable habitats for *A. zacharyi* (Figure 2). However, due to the reduced
761 number of recorded occurrence points of the species, it is possible that
762 some locations of the Amazon region have been underestimated, which
763 makes us believe that with the addition of new occurrence points of
764 the species, the models will be improved and new areas may present
765 good environmental suitability for *A. zacharyi* occurrence (Syfert et al.,
766 2014).

767 As the type locality of the species is Peru, is possible that the
768 distributional pattern of it is continuous of Peru through the Amazon
769 including the western Amazon rainforest. We recommend, therefore, the intensification
770 of field studies in areas

771 that present high environmental suitability for *A. zacharyi*, aiming to
 772 broaden the knowledge of its bioecology and the enhancement of the
 773 models of species occurrence. Our results contribute to the development
 774 of knowledge about the diversity of fruit flies in the Brazilian Amazon
 775 and reinforces that *A. zacharyi*, under current climatic conditions, is
 776 predisposed to inhabit the eastern Amazon



777
 778 **Figure 2** Potential distribution of *Anastrepha zacharyi* from Habitat Suitability Modeling plus its
 779 occurrence points (Literature Records =●); (New Record = ▲).

780

781 **REFERENCES**

782

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

786

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

790

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

794

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

797

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

800

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

804

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

807

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

810

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

814

815

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 o uso desses insetos altamente relevante no controle biológico dessa praga. Desta forma, a ampliação dos conhecimentos da fauna de parasitoides de mosca-das-frutas, assim como suas interações com as mosca-das-fruta e seus hospedeiros são fundamentais para o desenvolvimento do manejo integrado de pragas. Objetivou-se conhecer a comunidade de parasitoides de mosca-das-frutas, que está presente nos quintais agroflorestais cultivados na região do baixo rio Tocantins e suas interações com as espécies de tefritídeos e seus hospedeiros. Foram obtidos 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 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 interferência do fruto na eficiência dos parasitoides em parasitar 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 (CARDOZO et al., 2015). Na Amazônia oriental, os quintais agroflorestais contribuem diretamente no abastecimento dos mercados regionais, promovendo a

844 segurança e soberania alimentar principalmente nas comunidades locais (GARCIA,
845 VIEIRA & ASSIS OLIVEIRA, 2015).

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

850 Algumas espécies de tefritídeos além dos danos diretos, podem inviabilizar a
851 comercialização dos frutos devido as restrições quarentenárias (BADII et al., 2015), o que
852 impossibilita o escoamento da produção para as áreas consideradas livres. Nesse
853 contexto, é de extrema importância o controle das moscas-das-frutas nos quintais
854 agroflorestais, já que essa praga pode acarretar sérios problemas na comercialização de
855 frutas.

856 Como essas áreas são localizadas próximas as residências e apresentam baixo
857 nível tecnológico, o controle dos tefritídeos é realizado basicamente por inimigos
858 naturais, especialmente os parasitoides. Desta forma, conhecer a fauna de parasitoides da
859 região, assim como as suas relações tróficas são fundamentais para o controle de mosca-
860 das-frutas (ARAUJO & ZUCCHI, 2002).

861 Na Amazônia brasileira, os parasitoides de Mosca-das-frutas são representados
862 basicamente pelas famílias Braconidae (Alysiinae e Opiinae) e Figitidae (Eucoilinae)
863 (ZUCCHI & MORAES, 2008). Devido a extensa área territorial do bioma amazônico,
864 ainda são incipientes as informações sobre a comunidade de parasitoides de moscas-das-
865 frutas em algumas regiões. Dentre essas, destacamos a região do baixo rio Tocantins onde
866 pouco se sabe sobre a biodiversidade de parasitoides de mosca-das-frutas, assim como o
867 efeito dos quintais agroflorestais sobre esses insetos.

868 Diante deste cenário, objetivou-se conhecer as espécies de parasitoides de mosca-
869 das-frutas no município de Cametá, assim como o efeito dos frutos no índice de
870 parasitismo.

871

872

873

874 MATERIAL E MÉTODOS

875

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

880 Os quintais agroflorestais monitorados nesse estudo, não passaram por tratamento
881 fitossanitário e eram compostos basicamente pelas espécies frutíferas; Goiaba – *Psidium*
882 *guajava*, Carambola - *Averrhoa carambola*, Taperebá - *Spondias mombin*, Açaí –
883 *Euterpe oleracea*, Coco – *cocos nucifera*, Cupuaçu – *Theobroma grandiflorum* e Cacau
884 – *Theobroma cacao*. Para a realização desse estudo, foram coletados em 2017 e 2018,
885 frutos de Goiaba – *Psidium guajava*, Carambola - *Averrhoa carambola*, e Taperebá -
886 *Spondias mombin*, em quatro quintais agroflorestais. Escolhemos essas três espécies
887 frutíferas, pelo fato das mesmas apresentarem no mesmo período frutos maduros, o que
888 possibilitou o inseto escolher qual dessas frutas serem comercializadas de forma “in
889 natura”, além e apresentarem

890 Em cada ano foram realizadas duas coletas, sendo que a primeira ocorreu na
891 segunda semana de fevereiro e a segunda realizada 15 dias após a primeira coleta. Em
892 cada coleta foram recolhidos de cada espécie 50 frutos que se encontravam no chão, e
893 posteriormente acondicionados em potes plásticos etiquetados e transportados para a
894 Universidade Federal do Pará – Campus Cametá

895 No laboratório, os frutos de cada quintal agroflorestal foram colocados em
896 recipientes plásticos, contendo areia esterilizada, vedados na extremidade superior com
897 tecido tipo organza. Após um período de dez dias a areia foi peneirada, sendo as pupas
898 coletadas e acondicionadas em placas de petri vedadas com plástico filme. Em seguida,
899 as placas de petri com as pupas foram mantidas em sala 26±2 °C, 60±10% de umidade
900 relativa e 12 h fotofase) até a emergência dos adultos (moscas-das-frutas ou parasitoides).

901 Os insetos emergidos (dípteros ou parasitoides) foram mortos e acondicionados
902 em recipientes de vidro contendo no interior álcool a 70%, devidamente etiquetados
903 (dados do coletor, local e data de coleta). Os parasitoides e as mosca-das-frutas foram

904 identificados de acordo com a chave publicada por Zucchi (2000). Para determinar a
905 eficiência dos parasitoides, foram avaliados a diferença de média do número de indivíduo
906 de cada espécie.

907 Para verificar a influência dos frutos repositórios no índice de parasitismo, foi
908 calculado o índice de parasitismo através da fórmula: $IP = \{[\text{número de parasitoides}$
909 $\text{emergidos/número de pupários}] * 100\}$ e também submetida ao teste de médias. Devido
910 à falta de normalidade dos dados os valores médios de abundância e índice de parasitismo
911 foram submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0.05$), sendo as
912 análises estatísticas realizadas no Software R com auxílio dos pacotes agricolae
913 (MENDIBURU, 2019).

914

915 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

916

917 Foram identificadas quatro espécies de parasitoides nesse estudo (Figura 1), sendo
918 que entre os 704 parasitoides coletados, 60. 51% foram de indivíduos da espécie
919 *Doryctobracon areolatus*, 33.66% de *Opius bellus*. Já os braconídeos das espécies *Utetes*
920 *anastrephae* e *Asobara anastrephae* foram os que apresentaram os menores números de
921 indivíduos com 3.13% e 2.7%, respectivamente (Figura 2).



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

922
923
924
925
926

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

930
931
932

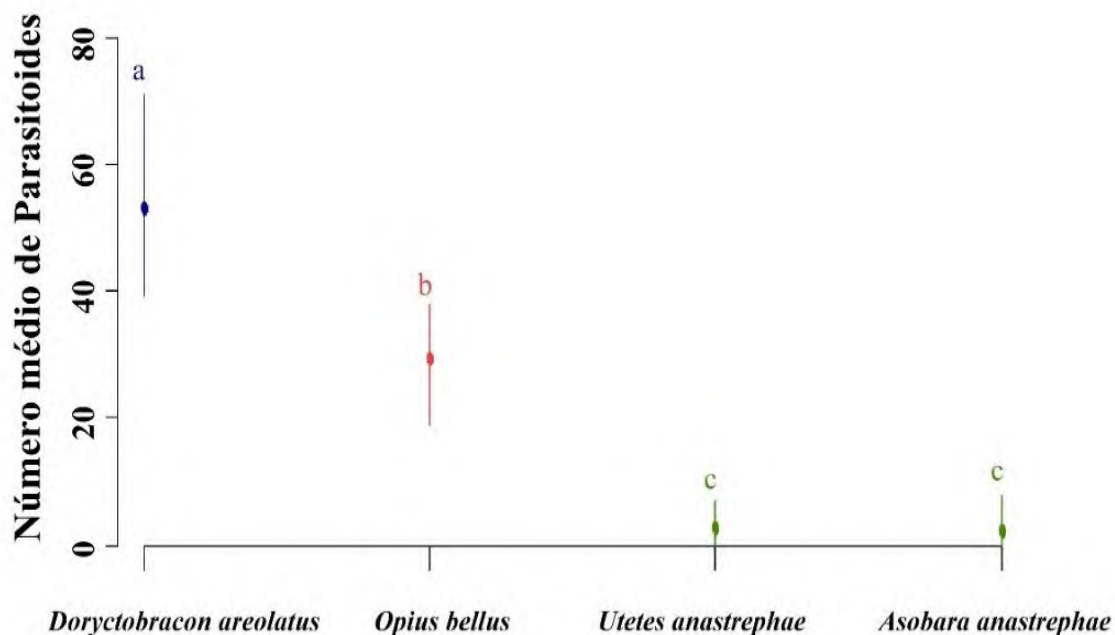
No Brasil, até o momento foram registradas 10 espécies de braconídeos nativos associadas a moscas-das-frutas (MARINHO, COSTA & ZUCCHI, 2018), sendo quatro dessas espécies, observadas nesse estudo.

933
934
935
936
937
938

No entanto, apesar da elevada riqueza de parasitoides não encontramos novas interações tróficas, sendo observado a infestação de *Anastrepha obliqua* nas três espécies frutíferas Goiaba, Carambola e Taperebá, sendo associada com as quatro espécies de parasitoides. A espécie de mosca de fruta *Anastrepha striata* foi observada infestando somente frutos de Goiaba e Taperebá sendo associada apenas ao *D. areolatus*.

939

940



941

942 **Figura 2** – Índice médio de parasitismo em Mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no município de
943 Cametá.

944

945 No que diz respeito a abundância dos parasitoides, o *D. areolatus* foi o parasitoide
946 que apresentou os maiores número de indivíduos (Figura 2). A predominância desse
947 parasitoide também foi observado em tefritídeos coletados em outras regiões
948 (ALVARENGA et al., 2007; SANTOS & GUIMARÃES, 2018), demonstrando a
949 adequabilidade do *D. areolatus* para o controle biológico das moscas-das-frutas. O alto
950 índice de parasitismo apresentado por *D. areolatus* pode ser explicado pelo tamanho do
951 ovipositor que é relativamente longo o que facilitaria o parasitismo das larvas, além da
952 capacidade de infestar larvas de primeiro e segundo instar (ALUJA et al., 2013).

953

954 Já o *O. bellus* foi o parasitoide que apresentou o segundo maior índice de
955 parasitismo, configurando-se em um importante agente de controle biológico de moscas-
956 das-frutas na região estudada. Salienta-se que o referido parasitoide atua sobre diversas
957 espécies de moscas-das-frutas de importância econômica para o Brasil (ZUCCHI &
958 MOARES,2008).

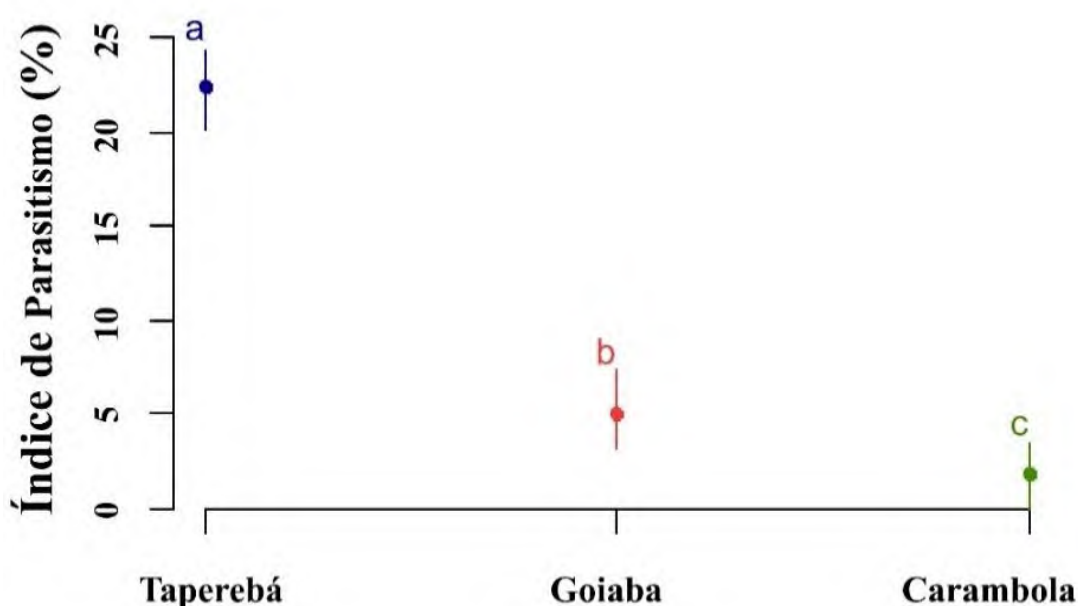
958

959 Entretanto, ressaltamos que a eficiência do *O. bellus* muda de acordo com a
região, como por exemplo, o semiárido brasileiro, onde em alguns casos esteve entre os

960 parasitoides que apresentaram o menor índice de parasitismo (ARAÚJO et al. 2015). Isto
961 aponta uma possível sensibilidade ao ambiente, como por exemplo a estrutura da
962 paisagem (BOCCACCIO & PETACCHI, 2009).

963 Por sua vez os parasitoides *U. anastrephae* e *A. anastrephae* foram os que
964 apresentaram os menores índices de parasitismos, assemelhando-se aos resultados
965 encontrados por Broglio et al., (2016) em frutos de pitanga no estado de alagoas, Brasil.
966 Acreditamos que o *U. anastrephae* e *A. anastrephae*, mesmo não sendo frequentemente
967 capturados podem auxiliar no controle de moscas-das-frutas, uma vez que esses
968 parasitoides apresentam ampla distribuição e infestam tanto larvas de *Anastrephas* spp.
969 como de *Ceratitis capitata* (ZUCCHI & MOARES, 2008).

970 Quanto ao índice de parasitismo, foi influenciado pelo tipo de fruto (Gráfico 2).
971 Dentre as três espécies frutíferas coletadas nesse estudo, o Taperebá (24. 40%) foi a planta
972 que apresentou frutos com maior índice de parasitismo seguido pela Goiaba (5.04%) e
973 Carambola (1.87%).



974 **Figura 3** – influência dos frutos hospedeiros no índice de parasitismo de Mosca-das-frutas no município
975 de Cametá.
976

977 A diferença no índice de parasitismo encontrada entre os frutos coletados (Figura
978 3), possivelmente sejam explicados por característica morfológica do próprio fruto, como
979 por exemplo, o tamanho do fruto (SIVINSKI, ALUJA & LOPÉZ, 1997). No caso dos
980 frutos maiores, é provável que a sua circunferência proporcione uma zona de refúgio
981

982 espacial para os tefritídeos (CANCINO et al., 2018), o que pode dificultar a localização
983 da larva pelo parasitoide. Essa limitação no parasitismo imposta por alguns frutos
984 corrobora com a teoria do refúgio criada por Murdoch et al. (1996), que propõe a
985 utilização de zona de refúgio pelos hospedeiros para restringir o ataque dos parasitoides.

986 No ponto de vista ecológico, acreditamos que essa restrição no parasitismo, seja
987 fundamental para a existência dos parasitoides no sistema, já que esses insetos precisam
988 obrigatoriamente de hospedeiros para completar seu ciclo. Portanto, a zona de refúgio
989 utilizada pelos hospedeiros atua como um mecanismo que equilibra a eficiência dos
990 parasitoides em parasitar as larvas com a tolerância dos tefritídeos ao parasitismo, o que
991 possibilita a coexistência das espécies (GIACOMINI, 2007).

992 Entretanto, a teoria do refúgio evidencia uma certa complexidade no uso de
993 parasitoides no controle biológico, uma vez que as diferenças encontradas entre as
994 diferentes cultivares podem impactar na eficiência desses organismos (WEI et al., 2013;
995 SILVA et al., 2018).

996

997 REFERÊNCIA

998

999 ADAIME, R. et al. Pioneer tree species as fruit flies parasitoids reservoir in the Brazilian
1000 Amazon. **Biota Neotropica**, v. 18, n. 2, p. e20170428, 2018.

1001

1002 ALUJA, M. et al. Inter-specific competition and competition-free space in the tephritid
1003 parasitoids *Utetes anastrephae* and *Doryctobracon areolatus* (Hymenoptera: Braconidae:
1004 Opiinae). **Ecological Entomology**, v. 38, n. 5, p. 485-496, 2013.

1005

1006 ALVARENGA, C. D. et al. Ocorrência de *Ceratitis capitata* Wied.(Diptera: Tephritidae)
1007 em frutos de mamoeiro em Minas Gerais. **Neotropical entomology**, v. 36, n. 5, p. 807-
1008 808, 2007.

1009

1010 ARAUJO, E. L. & ZUCCHI, R. A. Parasitoides (Hymenoptera: Braconidae) de moscas-
1011 das-frutas (Diptera: Tephritidae) na região de Mossoró/Assú, Estado do Rio Grande do
1012 Norte. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 69, n. 02, p. 65-68, 2002.

1013

1014 ARAÚJO, E. L. et al. Parasitoides (Hymenoptera) de moscas-das-frutas (Diptera:
1015 Tephritidae) no semiárido do estado do Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de**
1016 **Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 610-616, 2015.

1017

1018 BADI, K. B. et al. Review of the pest status, economic impact and management of fruit-
1019 infesting flies (Diptera: Tephritidae) in Africa. **African journal of agricultural**
1020 **research**, v. 10, n. 12, p. 1488-1498, 2015.

1021

1022 BOCCACCIO, L. & PETACCHI, R. Landscape effects on the complex of *Bactrocera*
1023 *oleae* parasitoids and implications for conservation biological control. **Biocontrol**, v. 54,
1024 n. 5, p. 607, 2009.

1025

1026 BROGLIO, S. M. F. et al. Frugivorous flies and their parasitoids associated with Surinam
1027 cherry fruits. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 83, p. 1-5. 2016.

1028

1029 CACINO, J. et al. Best Timing to Determine Field Parasitism by Released
1030 *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) Against *Anastrepha*
1031 (Diptera: Tephritidae) Pest Populations. **Neotropical Entomology**, v. 48, n. 1, p. 143-
1032 151, 2018

1033

1034 CARDOZO, E. G. et al. Species richness increases income in agroforestry systems of
1035 eastern Amazonia. **Agroforestry Systems**, Houten, v. 89, n. 5, p. 901-916, 2015.

1036

1037 GARCIA, B. N. R.; VIEIRA, T. A. & DE ASSIS OLIVEIRA, F. Quintais agroflorestais
1038 e segurança alimentar em uma comunidade rural na Amazônia Oriental. **Revista de la**
1039 **Facultad de Agronomía, La Plata**, v. 114, n.3, p.67-73, 2015.

1040

1041 GIACOMINI, G. H. Os mecanismos de coexistência de espécies como vistos
1042 pela teoria ecológica. **Oecologia Brasiliensis**, v.11, v.4, p. 521-543, 2007

1043

1044 MARINHO, C. F., COSTA, V. A. & ZUCCHI, R. A. Annotated checklist and illustrated
1045 key to braconid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae) of economically important fruit
1046 flies (Diptera, Tephritidae) in Brazil. **Zootaxa**, v. 4527, n. 1, p. 21-36, 2018.

1047

1048 MENDIBURU, F. (2019). *Agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research*. R
1049 package version 1.3-1. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=agricolae>.
1050 Acesso em 15 nov. 2019.

1051

1052 MURDOCH, W.W. et al. Refuge dynamics and metapopulation dynamics: an
1053 experimental test. **American Naturalist**, v.147, n. 3, p.424-444, 1996.

1054

1055 OLIVEIRA, G. B., GADELHA, S. S. & TELES, B. R. (2017). Composition of
1056 Braconidae (Hymenoptera) Fauna in Citrus Orchards Surrounded by Amazonian
1057 Secondary Forest. **Biodiversity International Journal**, v.1, n. 5, p. 00025, 2017.

1058

1059 SANTOS, J. P. D. & GUIMARÃES, J. A. (2018). Parasitoides associated with
1060 *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in native fruits: first record of *Aganaspis*
1061 *nordlander* (Hymenoptera: Figitidae) in the state of Santa Catarina. **Revista Brasileira**
1062 **de Fruticultura**, v. 40, n. 3, p. e-414, 2018.

1063

1064 SIVINSKI, J.; ALUJA, M. & LOPÉZ, M. Spatial and temporal distribution of parasitoids
1065 of mexican *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) within the canopies of fruit trees.
1066 **Annals of the Entomological Society of America**, v. 90, n. 4, p.604-618, 1997

1067

1068 WEI, J. et al. Antagonism between herbivore-induced plant volatiles and trichomes
1069 affects tritrophic interactions. **Plant, Cell and Environment**, v.36, n.2, p.315–327, 2013

1070

1071 ZUCCHI, R.A. & MORAES, R.C.B Zucchi, R. A. Fruit flies in Brazil – *Anastrepha*
1072 species their host plants and parasitoids. 2008. Disponível em:
1073 <<http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/>>. Acesso em: 20 out. 2018.

1074

1075

1076

1077

1078

1079

1080

1081

1082

1083

1084

1085

1086

1087

1088

1089

1090

1091

1092

1093

1094

1095

1096 **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

1097 Através do levantamento entomofaunístico das moscas-das-frutas foi comprovada
1098 a existência de seis espécies, *A. obliqua*, *A. distincta*, *A. striata*, *A. sodalis*, *A. leptozona* e
1099 *A. serpentina* associadas aos quintais agroflorestais, na região do baixo Tocantins, estado
1100 do Pará, sendo a existência dessas moscas já registradas na região amazônica.

1101 No entanto, observamos que entre as mosca-das-frutas as espécies *A. obliqua*, *A.*
1102 *distincta* e *A. striata* são registradas entre as quais infestam frutos de importância
1103 econômica no Brasil, se evidenciado que estas espécies podem apresentar um possível
1104 rico ao as espécies de frutas regionais.

1105 Na coleta de moscas foi encontrado pela primeira vez no estado do Pará *A. zacharyi*
1106 e por meio de modelos de adequabilidade de habitat foi possível estimar novas possíveis
1107 áreas de ocorrência da espécie, mostrando que a mesma pode estar em outros estados da
1108 Amazônia Brasileira.

1109 Foram registrados associados a parasitismo das moscas quatro espécies, *D.*
1110 *areolatus*, *O. bellus*, *U. anastrephae* e *A. anastrephae*. Entre os quais a espécie *D.*
1111 *areolatus* apresentou o maior índice de parasitismo, mostrando grande potencial para
1112 controle de mosca-das-frutas na região. Nossos resultados contribuem para o
1113 desenvolvimento do conhecimento sobre a diversidade de moscas da fruta na Amazônia
1114 brasileira e possíveis parasitoides locais que podem ser usados no controle biológico de
1115 pragas.

1116