

## ***Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) no estado do Amapá, Brasil: registro de entrada e pressupostos para o seu não estabelecimento**

*Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in the state of Amapá, Brazil: entry registration and presuppositions for its non-establishment

*Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) en el estado de Amapá, Brasil: registro de entrada y presupuestos para su no establecimiento

Recebido: 12/07/2022 | Revisado: 22/07/2022 | Aceito: 24/07/2022 | Publicado: 01/08/2022

**José Victor Torres Alves Costa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7887-2384>  
Universidade Federal do Amapá, Brasil  
E-mail: [victorjoseac@gmail.com](mailto:victorjoseac@gmail.com)

**Maria do Socorro Miranda de Sousa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0227-7340>  
Universidade Federal do Amapá, Brasil  
E-mail: [socorro-ap@hotmail.com](mailto:socorro-ap@hotmail.com)

**Miguel Francisco de Souza-Filho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7838-1489>  
Instituto Biológico, Centro Avançado de Pesquisa e Desenvolvimento em Sanidade Agropecuária, Brasil  
E-mail: [miguel.souza@sp.gov.br](mailto:miguel.souza@sp.gov.br)

**Alain Khristian Borges Teixeira Matos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9499-8024>  
Universidade do Estado do Amapá, Brasil  
E-mail: [khristian.borges3@gmail.com](mailto:khristian.borges3@gmail.com)

**Charles Ferreira Brito**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1261-8476>  
Agência de Defesa e Inspeção Agropecuária do Estado do Amapá, Brasil  
E-mail: [charlesagro@hotmail.com](mailto:charlesagro@hotmail.com)

**Marcelo Diniz Costa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0691-4906>  
Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil  
E-mail: [marcelodiniza@gmail.com](mailto:marcelodiniza@gmail.com)

**Ricardo Adaime**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8044-3976>  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Amapá, Brasil  
E-mail: [ricardo.adaime@embrapa.br](mailto:ricardo.adaime@embrapa.br)

### **Resumo**

Este trabalho teve o objetivo de registrar a entrada de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) no estado do Amapá, Brasil, e discutir os possíveis motivos para o seu não estabelecimento. Foram realizadas amostragens de frutos em três municípios (Macapá, Porto Grande e Santana) e em pontos de comercialização de Macapá foram adquiridos frutos oriundos de outras unidades da federação. Também foi realizado levantamento com armadilhas McPhail e Jackson em quatro municípios (Macapá, Mazagão, Porto Grande e Santana). Espécimes de *C. capitata* foram capturados em armadilhas tipo McPhail e Jackson nos municípios de Macapá e Santana. Também foram obtidos espécimes a partir de goiabas procedentes do estado de São Paulo, adquiridas em estabelecimento comercial de Macapá. Argumenta-se que a baixa incidência de *C. capitata* e o seu não estabelecimento na região podem ser decorrentes das condições climáticas desfavoráveis à espécie.

**Palavras-chave:** Mosca-do-mediterrâneo; Distribuição geográfica; Amazônia; *Bactrocera carambolae*; Mosca-da-carambola.

### **Abstract**

This study aimed to record the entry of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in the state of Amapá, Brazil, and discuss the possible reasons for its non-establishment. Fruit sampling was carried out in three municipalities (Macapá, Porto Grande and Santana) and fruits from other units of the federation were purchased at marketing points in Macapá. A survey was also carried out with McPhail and Jackson traps in four municipalities (Macapá, Mazagão, Porto Grande and Santana). Specimens of *C. capitata* were captured in McPhail and Jackson traps in the municipalities

of Macapá and Santana. Specimens were also obtained from guavas from the state of São Paulo, acquired in a commercial establishment in Macapá. We argue that the low incidence of *C. capitata* and its non-establishment in the region may be due to unfavorable climatic conditions for the species.

**Keywords:** Medfly; Geographical distribution; Amazon; *Bactrocera carambolae*; Carambola fruit fly.

### Resumen

Este estudio tuvo como objetivo registrar el ingreso de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) en el Estado de Amapá y discutir las posibles razones de su no establecimiento. Fueron realizados muestreos de frutas en tres municipios (Macapá, Porto Grande y Santana) y se compraron frutas de otras unidades de la federación en puntos de comercialización en Macapá. También fue realizado un muestreo con trampas McPhail y Jackson en cuatro municipios (Macapá, Mazagão, Porto Grande y Santana). Especímenes de *C. capitata* fueron capturados en trampas McPhail y Jackson en los municipios de Macapá y Santana. También fueron obtenidos especímenes a partir de guayabas procedentes del estado de São Paulo, adquiridos en establecimientos comerciales de Macapá. Se argumenta que la baja incidencia de *C. capitata* y su no establecimiento en la región puede relacionarse a las condiciones climáticas desfavorables para la especie.

**Palabras clave:** Mosca del mediterráneo; Distribución geográfica; Amazonia; *Bactrocera carambolae*; Mosca de la carambola.

## 1. Introdução

As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são conhecidas mundialmente como pragas da fruticultura, devido aos danos diretos e indiretos que causam à produção (Aluja, 1994; Aluja & Mangan, 2008). Na Amazônia brasileira já foram reportadas 78 espécies de *Anastrepha*, metade delas endêmicas (Adaime, et al., 2022; Sousa, et al., 2022). Além das espécies de *Anastrepha*, ocorrem duas espécies exóticas que foram introduzidas na região: *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (mosca-da-carambola) e *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (mosca-do-mediterrâneo).

A mosca-da-carambola é originária da Indonésia, Malásia e Tailândia (Vijaysegaran & Oman, 1991), sendo uma espécie invasora na América do Sul, reportada no Suriname, Guiana Francesa, República da Guiana e no Brasil (Malavasi, 2001; Malavasi, 2015). No Brasil, foi inicialmente detectada no município de Oiapoque, estado do Amapá, em 1996, e atualmente está distribuída em áreas restritas dos estados do Amapá, Pará e Roraima (Brasil, 2018). É uma espécie polífaga, com 26 espécies vegetais hospedeiras registradas no Brasil (Silva, et al., 2004; Adaime, et al., 2016; Belo, et al., 2020). Em decorrência das restrições quarentenárias impostas por países importadores, a praga é considerada a principal barreira fitossanitária para exportação de frutas produzidas no Brasil (Silva, et al., 2004; Godoy, et al., 2011a; Ferreira & Rangel, 2015; Miranda & Adami, 2015).

*Ceratitis capitata*, a mosca-do-mediterrâneo, é originária do continente Africano (White & Elson-Harris, 1992), mas um processo de colonização vem ocorrendo nos últimos 200 anos para áreas tropicais, subtropicais e temperadas quentes em todo o mundo (Silva, et al., 1998; Malacrida, et al., 2007). É considerada a espécie mais nociva entre as moscas-das-frutas, por causar mais prejuízos à fruticultura do que qualquer outra, especialmente por ser cosmopolita, altamente invasora e polífaga, além de possuir notável capacidade de adaptação (Liquido, et al., 1990; Malavasi, 2009; Hernández-Ortiz, et al., 2010; Zucchi, 2015).

As larvas de *C. capitata* se alimentam de ampla gama de frutíferas de importância econômica, sendo conhecidas mais de 300 espécies de hospedeiros em nível mundial, compreendendo pelo menos 69 famílias. De todas as espécies, 40% pertencem a apenas cinco famílias de plantas hospedeiras: Myrtaceae (5%), Rosaceae (11%), Rutaceae (9%), Sapotaceae (6%) e Solanaceae (9%) (Liquido, et al., 1991). No Brasil, a praga já foi registrada em 115 espécies vegetais hospedeiras (Zucchi & Moraes, 2022), sendo que se destaca economicamente nas culturas de citros, mamão e manga, principalmente por dificultar a exportação de frutas frescas em face das restrições quarentenárias impostas pelos países importadores (Martins, et al., 2011; Morelli, et al., 2012; Raga & Souza-Filho, 2021).

Historicamente, *C. capitata* foi relatada pela primeira vez no Brasil em 1901, infestando frutos de citros no interior do

estado de São Paulo (Ihering, 1901). Na Amazônia brasileira, a introdução desta espécie foi provavelmente decorrente da aquisição de frutos infestados oriundos de outros estados (Silva, et al., 2011a). Inicialmente, foi detectada em Rondônia (Ronchi-Teles & Silva, 1996), posteriormente no Pará (Silva, et al., 1998), Maranhão (Oliveira, et al., 1998), Tocantins (Bomfim, et al., 2004), Mato Grosso (Pontes, 2006), Roraima (Trassato, et al., 2017) e Acre (Adaime, et al., 2017a). Portanto, a praga está ausente apenas nos estados do Amazonas e Amapá (Castilho, et al., 2019a). Silva et al. (2011a) consideram que a ocorrência da espécie na região ainda não está bem esclarecida, especialmente quanto a sua distribuição geográfica e colonização de hospedeiros.

Especificamente no estado do Amapá, significativa quantidade de frutos de algumas espécies vegetais potencialmente hospedeiras de *C. capitata* já foi amostrada durante atividades da ‘Rede Amazônica de Pesquisa sobre Moscas-das-frutas’, sem haver ocorrência da praga (Adaime, et al., 2022). Adicionalmente, Adaime et al. (2012) realizaram monitoramento para possível detecção da praga, com armadilhas Jackson e trimedlure (paraferomônio sexual sintético que atrai exclusivamente machos de *C. capitata*), nos períodos de março de 2004 a setembro de 2006 (municípios de Macapá, Santana, Porto Grande e Mazagão) e novembro de 2008 a janeiro de 2010 (municípios de Laranjal do Jari, Macapá e Santana), sem haver captura.

Por outro lado, Castilho et al. (2019a) relataram que durante a realização de estudos biológicos com moscas-das-frutas no Laboratório de Proteção de Plantas da Embrapa Amapá, em Macapá, entre os meses de setembro e outubro de 2018, foram obtidos quatro espécimes de *C. capitata* (2♀+2♂) a partir de goiabas (embaladas à vácuo) adquiridas em um supermercado local. A procedência das frutas, de acordo com informações obtidas no estabelecimento comercial, era o Nordeste brasileiro. Os autores consideraram iminente o risco de introdução da praga no Amapá por meio da aquisição de frutos infestados oriundos de outras unidades da federação.

De forma similar, Brandão et al. (2019a) avaliaram a ocorrência de larvas de moscas-das-frutas presentes em frutos comercializados no tradicional mercado Ver-o-Peso, em Belém, Pará, Brasil. Os autores registraram infestação de goiabas por *C. capitata* e, ao analisar as Permissões de Trânsito Vegetal na Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará, verificaram que os frutos eram oriundos do Vale do São Francisco, Nordeste do Brasil.

Este trabalho tem o objetivo de fazer o registro de entrada de *C. capitata* no estado do Amapá e discutir os possíveis motivos para o seu não estabelecimento.

## 2. Metodologia

A partir de dados coletados pela equipe do ‘Subprograma de supressão com vistas à erradicação da Mosca-da-carambola’, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, houve suspeita de captura de espécimes de *C. capitata* em armadilhas do tipo McPhail (contendo atrativo torula), no segundo semestre de 2021. Os espécimes suspeitos foram enviados ao Instituto Biológico, em Campinas, São Paulo, para confirmação taxonômica.

Para verificar a possível presença de *C. capitata* no estado do Amapá, foram empregados quatro métodos de coleta: 1) amostragem de frutos (em áreas urbanas e rurais de três municípios); 2) aquisição de frutos em pontos comerciais (frutos oriundos de outras unidades da federação); 3) monitoramento com armadilhas tipo McPhail; e 4) monitoramento com armadilhas Jackson.

### 2.1 Amostragem de frutos

Coletas de frutos foram realizadas de agosto de 2021 a março de 2022, em plantas que compõem a arborização urbana, além de quintais residenciais e pequenos pomares, nos municípios de Macapá, Porto Grande e Santana, estado do Amapá, Brasil. A amostragem foi realizada ao acaso, coletando-se frutos íntegros recém-caídos ao solo e/ou diretamente retirado das plantas. Todos os pontos de coleta tiveram suas coordenadas geográficas registrados utilizando-se o sistema de referência Datum SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas, ano 2000). As amostras, compostas por vários frutos

agrupados, foram acondicionadas em recipientes de plástico envoltos com saco de organza, devidamente identificadas, posteriormente transportadas para o Laboratório de Proteção de Plantas da Embrapa Amapá, em Macapá.

No laboratório, foram seguidos os procedimentos preconizados por Silva et al. (2011b), para amostras de frutos agrupados. Os frutos foram contados, pesados e dispostos em bandejas de plástico sobre uma fina camada de areia umedecida. As bandejas foram cobertas com organza presa por liga elástica. O material foi examinado a cada cinco dias durante 20 a 30 dias, e os pupários encontrados foram removidos e transferidos para frascos de plástico transparente, contendo uma fina camada de vermiculita umedecida. Os frascos foram cobertos com organza e tampa vazada, sendo inspecionados diariamente. A umidade nas bandejas e nos frascos era mantida pela reposição de água, com auxílio de uma pisseta. As moscas-das-frutas e os parasitoides que emergiram foram armazenados em frascos de vidro contendo etanol 70%, para posterior identificação taxonômica.

## 2.2 Aquisição de frutos em pontos comerciais

Considerando que na região metropolitana de Macapá, não existem centrais de abastecimentos oficiais, foram identificadas as principais distribuidoras que fornecem frutas aos grandes supermercados, por meio de pesquisa no mercado local de produtos hortícolas. Posteriormente, a seleção dos locais foi expandida para comércios varejistas menores que atuam eventualmente como distribuidores.

Foram levantadas as seguintes informações, quando disponíveis: data da aquisição da amostra, espécie vegetal, variedade ou tipo, endereço do estabelecimento, coordenadas geográficas e origem da carga. Para uma melhor representatividade da amostragem, adotou-se a precaução de adquirir frutos de carregamentos distintos.

Para o melhor entendimento da dinâmica da origem e chegada das espécies vegetais, foram levantadas outras informações relevantes, como modal de transporte, existência de tratamento sanitário, tipo de caminhão e outras.

As amostras de frutos adquiridas foram levadas ao Laboratório de Proteção de Plantas da Embrapa Amapá, onde foram seguidos todos os procedimentos referidos no item 1.

## 2.3 Monitoramento com armadilhas tipo McPhail

Foram utilizados os dados de captura em armadilhas McPhail do ‘Subprograma de supressão com vistas à erradicação da Mosca-da-carambola’ referentes aos municípios de Macapá (697 armadilhas), Mazagão (81), Porto Grande (71) e Santana (162), no período de 18/09/2021 a 30/04/2022, para verificar a população de *B. carambolae* e a possível presença de *C. capitata* nas amostragens. Os espécimes de *Anastrepha* não foram quantificados nem identificados.

## 2.4 Monitoramento com armadilhas Jackson

Foram instaladas 25 armadilhas Jackson contendo o atrativo trimedlure, para possível detecção de *C. capitata*, nos municípios de Macapá (5 armadilhas na área urbana), Santana (5 armadilhas na área urbana e 5 na Ilha de Santana), Porto Grande (1 armadilha na área urbana e 4 na área rural) e Mazagão (5 armadilhas na comunidade de Mazagão Velho). As armadilhas foram instaladas no terço médio de diferentes espécies frutíferas, tanto em pomares localizados em áreas rurais quanto em pequenas aglomerações urbanas. A instalação das armadilhas foi realizada no dia 18/09/2021 e a cada 15 dias foram vistoriadas para verificar se houve captura, por um período de 120 dias. A substituição do atrativo trimedlure foi realizada no dia 17/11/2021. Posteriormente, na região de maior possibilidade de captura de *C. capitata*, no município de Santana, com a finalidade de reforço da vigilância e para fins de delimitação de eventual ocorrência, foram instaladas adicionalmente 5 armadilhas, no dia 09/03/2022, sendo vistoriadas a cada 15 dias por um período de 60 dias.

## 2.5 Identificação taxonômica dos insetos

Os espécimes de *Anastrepha* obtidos de frutos foram identificados usando a chave dicotômica ilustrada de Zucchi et al. (2011). A identificação foi baseada no exame da terminália das fêmeas, por meio do exame do ápice do acúleo extrovertido, com auxílio de estereomicroscópio e microscópio óptico (40x). Outros caracteres (padrão alar, mesonoto, mediotergito e subescutelo) também foram examinados. A identificação de *C. capitata* foi baseada em Zucchi (2015) e de *B. carambolae* foi baseada em Drew & Hancock (1994).

## 3. Resultados

### 3.1 Amostragem de frutos

A amostragem de frutos resultou em 74 amostras (56,5 kg) de 16 espécies vegetais pertencentes a 11 famílias (Tabela 1).

Ocorreu infestação por Tephritidae em 44 amostras (10 espécies vegetais pertencentes a oito famílias) (Tabela 1). Foram obtidos 1.980 pupários, de onde emergiram espécimes de sete espécies de *Anastrepha* [*A. antunesi* Lima (3♀), *A. distincta* Greene (72♀), *A. fraterculus* (Wiedemann) (10♀), *A. leptozona* Hendel (76♀), *A. obliqua* (Macquart) (38♀), *A. serpentina* (Wiedemann) (2♀+1♂) e *A. striata* Schiner (382♀+389♂)], além de *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (112♀+116♂). Não foram obtidos espécimes de *C. capitata*. Também foram obtidos espécimes de duas espécies de parasitoides [*Opius bellus* Gahan (20♀+15♂) e *Doryctobracon areolatus* (Szepliget) (64♀+42♂)] (Tabela 1).

*Anastrepha striata* foi obtida de frutos de seis espécies vegetais, pertencentes a seis famílias, enquanto que *B. carambolae* foi associada a frutos de quatro espécies, pertencentes a três famílias (Tabela 1). As demais espécies de *Anastrepha* foram associadas a apenas uma espécie vegetal hospedeira cada. *Spondias mombin* L. foi a espécie vegetal com maior número de espécies de moscas-das-frutas associadas (4). As espécies de parasitoides foram obtidas de larvas de moscas-das-frutas que infestaram frutos de *S. mombin*, *Psidium guajava* L. e *Pouteria caimito* (Ruiz & Pav.) Radlk.

### 3.2 Aquisição de frutos em pontos comerciais

As aquisições de frutos em pontos comerciais resultaram em 23 amostras (94,8 Kg) de cinco espécies vegetais pertencentes a cinco famílias, oriundas de cinco estabelecimentos. Nenhuma das amostras adquiridas era proveniente do estado do Amapá (Tabela 2). Foram adquiridos frutos provenientes dos estados da Bahia, Ceará, Pernambuco e São Paulo. Do material coletado no estabelecimento comercial D, ocorreu a emergência de dois espécimes (1♂+1♀) de *C. capitata* de amostra de goiaba (3 frutos, 0,433 kg) adquirida no dia 19/04/2022 e quatro espécimes (3♂+1♀) de *C. capitata* na amostra de goiaba (12 frutos, 1,51 kg) adquirida no dia 16/05/2022, ambas oriundas do estado de São Paulo.

### 3.3 Monitoramento com armadilhas tipo McPhail

No período de 01/09/2021 a 30/04/2022, foram capturados 10.561 espécimes de *B. carambolae* (7.417♀+3.144♂), distribuídos da seguinte maneira: Macapá (3.799♀+1.544♂), Santana (2.129♀+899♂), Porto Grande (1.386♀+626♂) e Mazagão (103♀+75♂).

**Tabela 1.** Espécies de moscas-das-frutas (Tephritidae) e parasitoides (Braconidae) obtidas de frutos coletados em três municípios do Amapá, Brasil (agosto de 2021 a março de 2022).

| FAMÍLIAS<br>Nomes científicos   | Municípios   | AC*<br>(n) | AI*<br>(n) | Frutos<br>(n) | Massa<br>(kg) | Pupários<br>(n) | IMédia*<br>(PP/kg) | IMáxima*<br>(PP/kg) | Espécies**   |
|---------------------------------|--------------|------------|------------|---------------|---------------|-----------------|--------------------|---------------------|--|
| <b>ANACARDIACEAE</b>            |              |            |            |               |               |                 |                    |                     |  |
| <i>Spondias mombin</i> L.       | Santana      | 1          | 1          | 72            | 0,99          | 124             | 125,2              | 125,2               | <i>Anastrepha obliqua</i> (22♀)<br><i>Anastrepha fraterculus</i> (10♀)<br><i>Anastrepha striata</i> (2♀)<br><i>Anastrepha</i> sp. (30♂)<br><i>Doryctobracon areolatus</i> (21♀+15♂)<br><i>Opius bellus</i> (1♀+3♂) |
|                                 | Macapá       | 7          | 6          | 103           | 1,11          | 149             | 134,2              | 312,5               | <i>Anastrepha obliqua</i> (16♀)<br><i>Anastrepha antunesi</i> (3♀)<br><i>Anastrepha</i> sp. (25♂)<br><i>Doryctobracon areolatus</i> (27♀+20♂)<br><i>Opius bellus</i> (19♀+12♂)                                     |
| <b>CARICACEAE</b>               |              |            |            |               |               |                 |                    |                     |  |
| <i>Carica papaya</i> L.         | Santana      | 4          | 1          | 9             | 2,78          | 2               | 0,7                | 3,4                 | <i>Anastrepha striata</i> (2♀)   |
| <b>COMBRETACEAE</b>             |              |            |            |               |               |                 |                    |                     |  |
| <i>Terminalia catappa</i> L.    | Santana      | 3          | 0          | 444           | 4,37          | 0               | 0                  | 0                   | -  |
|                                 | Macapá       | 4          | 1          | 56            | 0,76          | 1               | 1,3                | 1,3                 | -  |
| <b>FABACEAE</b>                 |              |            |            |               |               |                 |                    |                     |  |
| <i>Inga edulis</i> Mart.        | Macapá       | 1          | 1          | 14            | 2,86          | 145             | 50,7               | 50,7                | <i>Anastrepha distincta</i> (72♀)<br><i>Anastrepha striata</i> (1♀)<br><i>Anastrepha</i> sp. (59♂)   |
| <b>LAURACEAE</b>                |              |            |            |               |               |                 |                    |                     |  |
| <i>Persea americana</i> Mill.   | Porto Grande | 3          | 0          | 55            | 12,94         | 0               | 0                  | 0                   | -  |
|                                 | Macapá       | 1          | 0          | 1             | 0,42          | 0               | 0                  | 0                   | -  |
| <b>MALPIGUIACEAE</b>            |              |            |            |               |               |                 |                    |                     |  |
| <i>Malpighia emarginata</i> DC. | Santana      | 3          | 3          | 618           | 1,82          | 52              | 28,6               | 64,3                | <i>Bactrocera carambolae</i> (20♀+26♂)   |
|                                 | Macapá       | 4          | 0          | 89            | 0,36          | 0               | 0                  | 0                   | -  |

| MYRTACEAE  |              |    |    |     |      |     |       |       |   |
|--|--------------|----|----|-----|------|-----|-------|-------|---|
| <i>Psidium guajava</i> L.                              | Santana      | 12 | 12 | 121 | 5,96 | 590 | 99,0  | 494,4 | <i>Anastrepha striata</i> (179♀+209♂)<br><i>Bactrocera carambolae</i> (21♀+15♂)   |
|  | Macapá       | 4  | 4  | 55  | 2,29 | 540 | 235,8 | 488,6 | <i>Anastrepha striata</i> (183♀+171♂)<br><i>Bactrocera carambolae</i> (1♀)<br><i>Doryctobracon areolatus</i> (2♀+1♂)                                |
| <i>Psidium guineense</i> Sw.                           | Macapá       | 2  | 2  | 11  | 0,44 | 24  | 54,6  | 68,2  | <i>Anastrepha striata</i> (15♀+8♂)  |
| <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels                     | Macapá       | 1  | 0  | 20  | 0,14 | 0   | 0     | 0     | -   |
| <i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M.Perry      | Santana      | 1  | 1  | 5   | 0,37 | 15  | 40,5  | 40,5  | <i>Bactrocera carambolae</i> (2♀+10♂)   |
| <i>Syzygium samarangense</i> (Blume) Merr. & L.M.Perry | Macapá       | 1  | 0  | 12  | 0,46 | 0   | 0     | 0     | -   |
| OXALIDACEAE  |              |    |    |     |      |     |       |       |   |
| <i>Averrhoa bilimbi</i> L.                             | Santana      | 1  | 0  | 25  | 0,57 | 0   | 0     | 0     | -   |
| <i>Averrhoa carambola</i> L.                           | Santana      | 3  | 3  | 36  | 2,99 | 69  | 23,1  | 46,8  | <i>Bactrocera carambolae</i> (23♀+28♂)<br><i>Anastrepha striata</i> (1♂)  |
|  | Macapá       | 11 | 6  | 137 | 4,77 | 137 | 28,7  | 150,0 | <i>Bactrocera carambolae</i> (45♀+37♂)  |
| RUBIACEAE  |              |    |    |     |      |     |       |       |   |
| <i>Morinda citrifolia</i> L.                           | Porto Grande | 1  | 0  | 12  | 2,63 | 0   | 0     | 0     | -   |
| RUTACEAE   |              |    |    |     |      |     |       |       |   |
| <i>Citrus reticulata</i> Blanco                        | Santana      | 1  | 0  | 5   | 0,65 | 0   | 0     | 0     | -   |
| SAPOTACEAE   |              |    |    |     |      |     |       |       |   |
| <i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.           | Santana      | 2  | 0  | 52  | 4,38 | 0   | 0     | 0     | -   |
|  | Macapá       | 3  | 3  | 28  | 2,40 | 243 | 101,3 | 278,7 | <i>Anastrepha leptozona</i> (76♀)<br><i>Anastrepha serpentina</i> (2♀+1♂)<br><i>Anastrepha</i> sp. (85♂)<br><i>Doryctobracon areolatus</i> (14♀+6♂) |

\*AC = amostras coletadas; AI = amostras infestadas; I<sub>média</sub> (PP/kg) = infestação média, que corresponde ao número de pupários obtidos por quilo de frutos; I<sub>máxima</sub> (PP/kg) = infestação máxima observada, que corresponde ao maior número de pupários obtidos por quilo de frutos. \*\*Para a maioria das espécies de *Anastrepha* a identificação em nível específico somente é possível para as fêmeas. Fonte: Autores.

**Tabela 2.** Amostras de frutos para monitoramento de moscas-das-frutas (Tephritidae) adquiridas em pontos de comercialização em Macapá, Amapá, Brasil (abril e maio de 2022).

| Nome do estabelecimento                  | Classe              | Data da aquisição         | Espécie vegetal                  | variedade/tipo | Origem (estado/região) | Frutos (n) | Massa (kg) |
|--|---------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------|------------------------|------------|------------|
| Estabelecimento comercial A <sup>1</sup> | comércio atacadista | 18/04/2022                | <i>Mangifera indica</i> L.       | Tommy Atkins   | BA                     | 5          | 2,48       |
|  | comércio varejista  | 18/04/2022                | <i>Psidium guajava</i> L.        | Vermelha       | SP                     | 12         | 2,05       |
|  |                     | 18/04/2022                | <i>Psidium guajava</i> L.        | Branca         | SP                     | 9          | 2,01       |
|  | distribuidora       | 19/04/2022                | <i>Mangifera indica</i> L.       | Tommy Atkins   | PE                     | 18         | 8,00       |
|  |                     | 20/04/2022                | <i>Mangifera indica</i> L.       | Tommy Atkins   | BA                     | 21         | 9,56       |
|  |                     | 20/04/2022                | <i>Averrhoa carambola</i> L.     | NI*            | PE                     | 8          | 0,72       |
|  |                     | 20/04/2022                | <i>Mangifera indica</i> L.       | Tommy Atkins   | BA                     | 22         | 10,76      |
|  |                     | 29/04/2022                | <i>Mangifera indica</i> L.       | Tommy Atkins   | SP                     | 11         | 4,62       |
| 29/04/2022                               |                     | <i>Psidium guajava</i> L. | Branca                           | SP             | 9                      | 1,35       |            |
| Estabelecimento comercial B <sup>2</sup> | comércio varejista  | 25/04/2022                | <i>Mangifera indica</i> L.       | Tommy Atkins   | CE                     | 8          | 5,24       |
|  |                     | 25/04/2022                | <i>Psidium guajava</i> L.        | Branca         | CE                     | 77         | 9,74       |
| Estabelecimento comercial C <sup>3</sup> | comércio varejista  | 21/04/2022                | <i>Prunus persica</i> (L.) Batsh | NI             | SP                     | 29         | 2,99       |
|  |                     | 21/04/2022                | <i>Mangifera indica</i> L.       | Tommy Atkins   | BA                     | 7          | 4,94       |
|  |                     | 21/04/2022                | <i>Vitis vinifera</i> L.         | BRS Vitória    | PE                     | 367        | 2,11       |
|  |                     | 23/04/2022                | <i>Prunus persica</i> (L.) Batsh | NI             | SP                     | 106        | 11,37      |
| Estabelecimento comercial D <sup>4</sup> | comércio atacadista | 19/04/2022                | <i>Mangifera indica</i> L.       | Tommy Atkins   | BA                     | 6          | 3,10       |
|  | comércio varejista  | 19/04/2022                | <i>Psidium guajava</i> L.        | Branca         | SP                     | 3**        | 0,43       |
|  |                     | 19/04/2022                | <i>Prunus persica</i> (L.) Batsh | NI             | SP                     | 10         | 1,27       |
|  | distribuidora       | 23/04/2022                | <i>Psidium guajava</i> L.        | Vermelha       | SP                     | 19         | 3,80       |
|  |                     | 23/04/2022                | <i>Averrhoa carambola</i> L.     | NI             | SP                     | 21         | 2,01       |
|  |                     | 16/05/2022                | <i>Psidium guajava</i> L.        | Branca         | SP                     | 12***      | 1,51       |
| 16/05/2022                               |                     | <i>Psidium guajava</i> L. | Branca                           | SP             | 8                      | 1,53       |            |
| Estabelecimento comercial E <sup>5</sup> | comércio varejista  | 21/04/2022                | <i>Mangifera indica</i> L.       | NI             | Nordeste               | 7          | 3,21       |

<sup>1</sup>Bairro Julião Ramos (0.05072 N, 51.05234 W); <sup>2</sup>Bairro Perpétuo Socorro (0.04106 N, 51.04660 W); <sup>3</sup>Bairro Buritizal (0.01834 N, 51,00718 W); <sup>4</sup>Bairro Pacoval (0.05150 N, 51.05311 W); <sup>5</sup>Bairro Novo Buritizal (0.02920 N, 51.07184 W). \*NI = Não Identificado. \*\*obtidos exemplares de *C. capitata* (1♀+1♂). \*\*\* obtidos exemplares de *C. capitata* (1♀+3♂). Fonte: Autores.

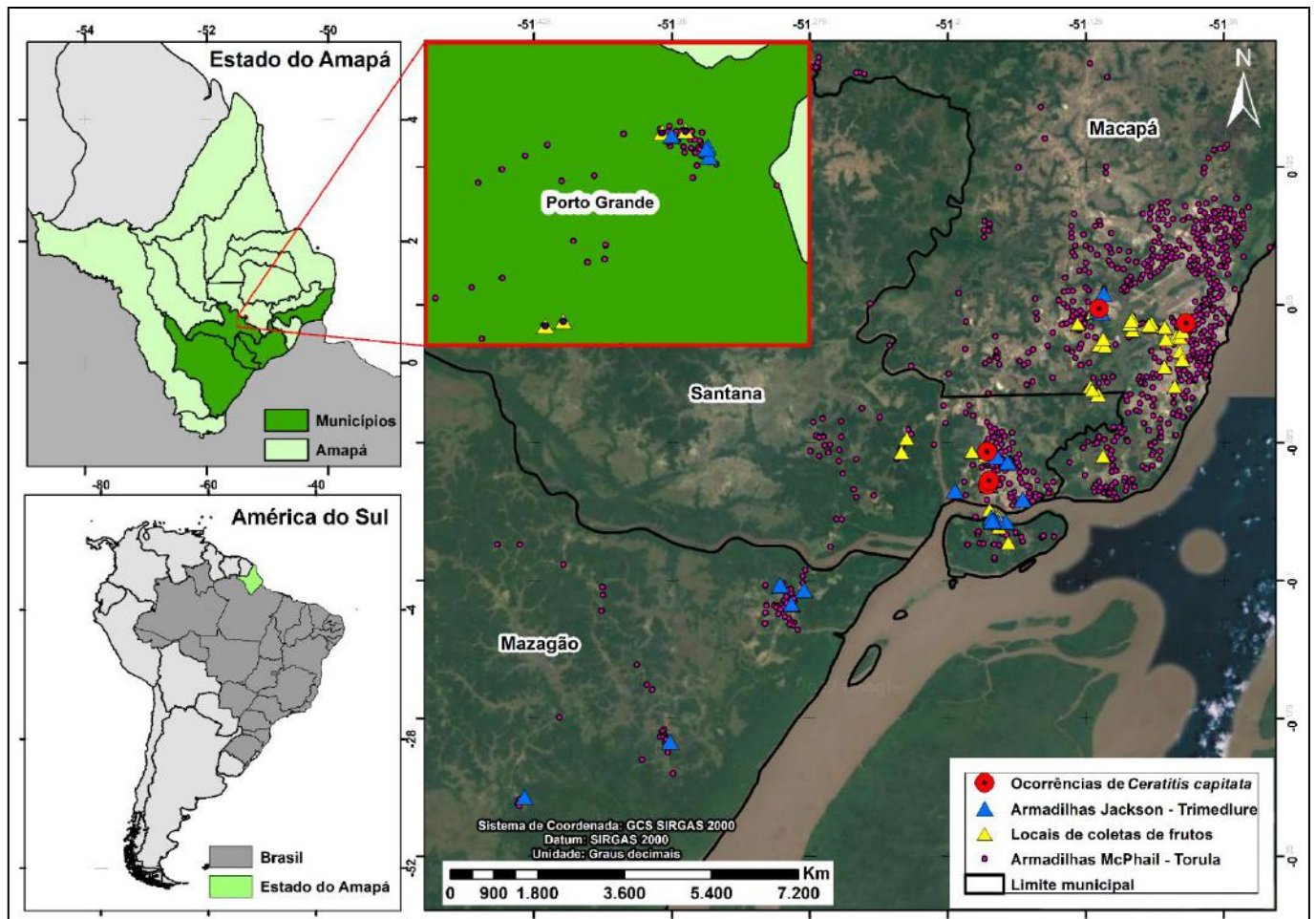


Durante o período de amostragem, foi confirmada a captura de três espécimes de *C. capitata* nas armadilhas McPhail instaladas em áreas urbanas, na região metropolitana de Macapá (Figura 1). O primeiro espécime (♀) foi capturado no município de Santana (0.02984 S, 51.17863 W), em 24 de agosto de 2021, em armadilha instalada em uma mangueira (*Mangifera indica* L.). O segundo (♀) foi registrado no município de Macapá (0.02870 N, 51.11557 W), em 17 de setembro de 2021, em armadilha instalada em uma caramboleira (*Averrhoa carambola* L.). O terceiro (♀) foi capturado no município de Santana (0.04760 S, 51.17820 W), em 9 de março de 2022, em armadilha instalada em uma mangueira (*M. indica*).

### 3.4 Monitoramento com armadilhas Jackson

Nas armadilhas Jackson instaladas no município de Santana houve a captura de 1♂ no dia 22 de março de 2022, em armadilha instalada em uma mangueira (*M. indica*) (0.04770 S, 51.17830 W). Em 28 de abril de 2022, também no município de Santana, foi capturado mais 1♂ em armadilha instalada em *S. mombin* (0.04557 S, 51.17746 W) (Figura 1).

**Figura 1.** Locais de captura de espécimes de *Ceratitis capitata*, pontos de amostragem de frutos e de instalação de armadilhas Jackson e McPhail.



Fonte: Autores.

## 4. Discussão

### 4.1 Registro de entrada

A ocorrência de três espécimes capturados em armadilhas tipo McPhail e dois espécimes em armadilha do tipo Jackson neste trabalho, constitui o primeiro registro formal da entrada de *C. capitata* no estado do Amapá. Ressalta-se que no ano de 2012, pesquisadores da Embrapa Amapá foram consultados por fiscais da Agência de Defesa e Inspeção Agropecuária do Estado do Amapá - Diagro, informando que haviam capturado um espécime suspeito de ser *C. capitata*. A captura ocorreu em uma armadilha McPhail contendo torula como atrativo instalada em uma caramboleira (*A. carambola*), em Macapá (0.04004 N, 51.07043 W). Tratava-se de uma fêmea, cuja identidade foi confirmada por profissionais do Instituto Biológico, em Campinas, São Paulo. Na época, a equipe da Diagro fez levantamento nas proximidades do local de detecção, com cinco armadilhas Jackson contendo trimedlure, por 90 dias, não ocorrendo captura. Considerando a obtenção de apenas um espécime, a equipe de pesquisadores optou por não publicar a informação naquele momento.

A detecção de seis espécimes de *C. capitata* na região metropolitana de Macapá (um no ano de 2012, dois em 2021 e três em 2022) indica que a introdução da espécie no estado pode ser recorrente, fato que havia sido mencionado por Castilho et al. (2019a). Apesar da probabilidade de introdução frequente, o estabelecimento da praga parece não estar sendo possível, havendo um nível populacional difícil de detectar. Isso pode ser comprovado pelo fato de apenas três espécimes de *C. capitata* terem sido capturados pela ampla rede de armadilhas McPhail (com atrativo à base de levedura de torula) (Figura 1) e pela ausência da praga nas amostras de frutos (Tabela 1). Nas armadilhas Jackson com trimedlure, específicas para machos da espécie, não houve captura de setembro de 2021 a janeiro de 2022. Quando ocorreu a captura do terceiro espécime de *C. capitata* em armadilha tipo McPhail, em Santana, em 9 de março de 2022, as armadilhas Jackson já não estavam mais instaladas em campo, pois foram removidas em meados de janeiro de 2022. Com a instalação de novas armadilhas Jackson, a partir de 09/03/2022 foi assegurada a captura de mais dois espécimes da praga.

### 4.2 Associação com hospedeiros

No presente trabalho não foi possível associar *C. capitata* a alguma planta hospedeira, pois não foram obtidos exemplares da espécie nas coletas em condição de campo (Tabela 1). No entanto, na Amazônia brasileira, até o momento foram registradas 17 espécies vegetais hospedeiras de *C. capitata*, pertencentes a sete famílias (Tabela 3). As principais espécies vegetais hospedeiras da praga na região são notadamente *P. guajava* e *A. carambola*, infestadas em vários estados.

É muito importante considerar que em quase duas décadas de amostragem de frutos no estado do Amapá, significativa quantidade de amostras de frutos de plantas potencialmente hospedeiras de *C. capitata* foi coletada, sem ocorrência da praga (Tabela 4). Por exemplo, foram coletados 1.293,0 kg de *P. guajava* e 798,2 kg de *A. carambola*, com ocorrência apenas de *Anastrepha* spp. e *B. carambolae*. Outras espécies vegetais comumente infestadas por *C. capitata* em outras regiões do Brasil (Zucchi & Moraes, 2022), tais como *Anacardium occidentale* L., *Malpighia emarginata* DC. e *P. caimito* também foram bem representadas nas amostragens, com 111,9 kg, 89,1 kg e 87,3 kg, respectivamente (Tabela 4).

Especificamente referente a *Mangifera indica* L., no Amapá foram coletadas 90 amostras (1.166 frutos, 205,45 kg), sendo obtidos apenas exemplares de *B. carambolae* (Tabela 4). Almeida et al. (2016) chamaram a atenção para o fato de que apenas os frutos coletados por Lemos et al. (2014) eram da cultivar Tommy Atkins, os demais tratava-se de material genético de origem desconhecida. Os autores ressaltaram a importância de estudos mais aprofundados para compreender as causas dos baixos índices de infestação por *B. carambolae* nessa espécie vegetal. Outro fato curioso a ser investigado é a ausência de *Anastrepha obliqua* (Macquart) no material amostrado (Tabela 4).

**Tabela 3.** Espécies vegetais hospedeiras de *Ceratitis capitata* na Amazônia brasileira.

| Famílias*  | Estados  | Referências  |
|--|--|--|
| Nomes científicos (nomes vernaculares)                     |  |  |
| <b>Anacardiaceae</b>                                       |  |  |
| <i>Anacardium occidentale</i> L. (caju)                    | Mato Grosso  | Silva et al. (2019)  |
| <i>Spondias purpurea</i> L. (seriguela)                    | Mato Grosso  | Silva et al. (2019)  |
| <b>Clusiaceae</b>  |  |  |
| <i>Garcinia acuminata</i> Planch. & Triana (bacuri-rugoso) | Pará   | Araujo et al. (2016)   |
| <i>Garcinia brasiliensis</i> Mart. (bacuri-liso)           | Pará   | Araujo et al. (2016)   |
| <b>Malpighiaceae</b>                                       |  |  |
| <i>Malpighia emarginata</i> DC. (acerola)                  | Mato Grosso<br>Pará  | Silva et al. (2019), Barreto et al. (2022)<br>Brandão et al. (2019a)   |
| <i>Malpighia glabra</i> L. (acerola)                       | Pará   | Silva et al. (1998)  |
| <b>Myrtaceae</b>   |  |  |
| <i>Eugenia pyriformis</i> Cambess. (uvaia)                 | Mato Grosso  | Barreto et al. (2022)  |
| <i>Eugenia stipitata</i> McVaugh (araçá-boi)               | Mato Grosso  | Silva et al. (2019)  |
| <i>Eugenia uniflora</i> L. (pitanga)                       | Mato Grosso<br>Pará  | Silva et al. (2019)<br>Castilho et al. (2019b)   |
| <i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel (jabuticaba)       | Mato Grosso  | Silva et al. (2019)  |
| <i>Psidium guajava</i> L. (goiaba)                         | Rondônia<br>Maranhão<br>Pará<br>Roraima<br>Acre<br>Mato Grosso | Ronchi-Teles e Silva (1996)<br>Oliveira et al. (1998)<br>Ayres et al. (2016), Brandão et al. (2019a), Ayres et al. (2020)<br>Trassato et al. (2017)<br>Adaime et al. (2017a)<br>Silva et al. (2019), Barreto et al. (2022) |
| <i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston                         | Pará   | Brandão et al. (2019a)   |
| <b>Oxalidaceae</b>   |  |  |
| <i>Averrhoa carambola</i> L. (carambola)                   | Maranhão<br>Pará<br>Tocantins<br>Acre<br>Mato Grosso           | Oliveira et al. (1998)<br>Silva et al. (1998), Araujo et al. (2010), Brandão et al. (2019b)<br>Bomfim et al. (2007), Souza & Bomfim (2009)<br>Adaime et al. (2017a)<br>Silva et al. (2019), Barreto et al. (2022)          |
| <b>Rutaceae</b>  |  |  |
| <i>Citrus reticulata</i> Blanco (tangerina)                | Pará   | Ayres et al. (2018)  |
| <b>Sapotaceae</b>  |  |  |
| <i>Chrysophyllum cainito</i> L. (caimito)                  | Mato Grosso  | Barreto et al. (2022)  |
| <i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen                      | Pará   | Brandão et al. (2019a)   |
| <i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk. (sapotilha)   | Acre<br>Mato Grosso  | Azevedo et al. (2018)<br>Barreto et al. (2022)   |

\*Ordem alfabética por família e gênero. Fonte: Autores.

**Tabela 4.** Espécies vegetais potencialmente hospedeiras de *Ceratitis capitata* amostradas no estado do Amapá no âmbito da Rede Amazônica de Pesquisa sobre Moscas-das-frutas entre os anos de 2005 e 2020.

| Famílias<br>Nomes científicos    | MA <sup>a</sup> | AC <sup>b</sup> | FC <sup>c</sup> | MFC <sup>d</sup><br>(kg) | Espécies de moscas<br>registradas  | Referências   |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|--|---|
| <b>Anacardiaceae</b>             |                 |                 |                 |                          |  |   |
| <i>Anacardium occidentale</i> L. | 10              | 134             | 1.861           | 111,9                    | <i>Anastrepha fraterculus</i><br><i>Anastrepha striata</i><br><i>Bactrocera carambolae</i>   | Deus et al. (2009); Silva et al. (2010); Silva et al. (2011c); Jesus-Barros et al. (2012); Adaime et al. (2014); Adaime et al. (2016); Adaime et al. (2017b); Adaime et al. (n. publ.)  |
| <i>Mangifera indica</i> L.       | 9               | 89              | 1.166           | 205,5                    | <i>Bactrocera carambolae</i>   | Silva et al. (2007a); Silva et al. (2007b); Silva et al. (2010); Silva et al. (2011c); Adaime et al. (2014); Lemos et al. (2014); Almeida et al. (2016); Adaime et al. (2017); Lemos et al. (2017); Adaime et al. (n. publ.)  |
| <i>Spondias mombin</i> L.        | 14              | 467             | 59.244          | 669,1                    | <i>Anastrepha antunesi</i> ;<br><i>Anastrepha fraterculus</i><br><i>Anastrepha obliqua</i><br><i>Anastrepha sororcula</i><br><i>Anastrepha striata</i><br><i>Bactrocera carambolae</i> | Silva et al. (2005); Silva et al. (2006); Silva & Silva (2007); Silva et al. (2007a); Silva et al. (2007b); Lemos et al. (2008); Deus et al. (2009); Cunha et al. (2011); Silva et al. (2011c); Deus et al. (2013); Jesus-Barros et al. (2012); Adaime et al. (2014); Sousa et al. (2014); Nascimento et al. (2015); Almeida et al. (2016); Sousa et al. (2016); Adaime et al. (2017b); Lemos et al. (2017); Adaime et al. (n. publ.); Deus et al. (n. publ.) |
| <i>Spondias purpurea</i> L.      | 5               | 10              | 309             | 3,5                      | <i>Anastrepha bahiensis</i><br><i>Anastrepha fraterculus</i><br><i>Anastrepha obliqua</i><br><i>Bactrocera carambolae</i>  | Silva et al. (2010); Jesus-Barros et al. (2012); Almeida et al. (2016); Belo et al. (2020); Adaime et al. (n. publ.)  |
| <b>Combretaceae</b>              |                 |                 |                 |                          |  |   |
| <i>Terminalia catappa</i> L.     | 4               | 9               | 778             | 4,9                      | -  | Silva & Silva (2007); Silva et al. (2007b); Adaime et al. (2017b); Adaime et al. (n. publ.)   |
| <b>Malpighiaceae</b>             |                 |                 |                 |                          |  |   |
| <i>Malpighia emarginata</i> DC.  | 9               | 138             | 19.892          | 89,1                     | <i>Anastrepha obliqua</i><br><i>Anastrepha striata</i><br><i>Bactrocera carambolae</i>   | Silva et al. (2007a); Silva et al. (2007b); Lemos et al. (2010); Lemos et al. (2014); Silva et al. (2010); Silva et al. (2011c); Adaime et al. (2014); Almeida et al. (2016); Adaime et al. (2017b); Adaime et al. (n. publ.)   |
| <b>Myrtaceae</b>                 |                 |                 |                 |                          |  |   |
| <i>Eugenia stipitata</i> McVaugh | 2               | 126             | 173             | 22,9                     | <i>Anastrepha fraterculus</i><br><i>Anastrepha obliqua</i><br><i>Anastrepha striata</i><br><i>Bactrocera carambolae</i>  | Silva et al. (2009); Deus et al. (2013); Adaime et al. (2014); Lemos et al. (2014); Souza-Adaime et al. (2017)  |

|  |    |     |        |         |  |   |
|--|----|-----|--------|---------|--|---|
| <i>Psidium guajava</i> L.                    | 16 | 990 | 28.930 | 1.293,0 | <i>Anastrepha coronilli</i><br><i>Anastrepha distincta</i><br><i>Anastrepha fraterculus</i><br><i>Anastrepha leptozona</i><br><i>Anastrepha obliqua</i><br><i>Anastrepha parishii</i><br><i>Anastrepha sororcula</i><br><i>Anastrepha striata</i><br><i>Anastrepha turpiniae</i><br><i>Anastrepha zenildae</i><br><i>Bactrocera carambolae</i> | Silva & Silva (2007); Silva et al. (2007a); Silva et al. (2007b); Barros-Neto (2008); Deus et al. (2009); Silva et al. (2010); Silva et al. (2011c); Jesus-Barros et al. (2012); Adaime et al. (2014); Lemos et al. (2014); Almeida et al. (2016); Jesus-Barros et al. (2016); Adaime et al. (2017b); Sousa et al. (2019); Adaime et al. (n. publ.) |
| <b>Oxalidaceae</b>                           |    |     |        |         |  |   |
| <i>Averrhoa carambola</i> L.                 | 12 | 512 | 10.397 | 798,2   | <i>Anastrepha distincta</i><br><i>Anastrepha obliqua</i><br><i>Anastrepha striata</i><br><i>Bactrocera carambolae</i>  | Silva & Silva (2007); Silva et al. (2007a); Silva et al. (2007b); Deus et al. (2009); Silva et al. (2010); Silva et al. (2011c); Jesus-Barros et al. (2012); Adaime et al. (2014); Lemos et al. (2014); Almeida et al. (2016); Adaime et al. (2017b)  |
| <b>Rutaceae</b>                              |    |     |        |         |  |   |
| <i>Citrus reticulata</i> Blanco              | 5  | 18  | 307    | 20,9    | <i>Bactrocera carambolae</i>   | Silva et al. (2010); Adaime et al. (2016); Adaime et al. (2017b)  |
| <i>Citrus sinensis</i> L.                    | 9  | 56  | 603    | 69,2    | <i>Anastrepha striata</i>  | Deus et al. (2009); Silva et al. (2009); Silva et al. (2011c); Adaime et al. (2017b); Adaime et al. (n. publ.)  |
| <b>Sapotaceae</b>                            |    |     |        |         |  |   |
| <i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk. | 6  | 69  | 1.095  | 87,3    | <i>Anastrepha antunesi</i><br><i>Anastrepha leptozona</i><br><i>Anastrepha serpentina</i><br><i>Anastrepha striata</i><br><i>Bactrocera carambolae</i>   | Silva et al. (2007b); Silva et al. (2009); Lemos et al. (2010); Silva et al. (2010); Silva et al. (2011c); Jesus-Barros et al. (2012); Deus et al. (2013); Adaime et al. (2014); Adaime et al. (2017b); Adaime et al. (n. publ.)  |

<sup>a</sup>MA = número de municípios amostrados, <sup>b</sup>AC = número de amostras coletadas, <sup>c</sup>FC = número de frutos coletados, <sup>d</sup>MFC = massa dos frutos coletados. Fonte: Autores

Adicionalmente, foram coletados 669,1 kg de *S. mombin* (Tabela 4), planta hospedeira de várias espécies de moscas-das-frutas na região amazônica (Adaime, et al., 2022). Outra espécie amostrada foi *Eugenia stipitata* McVaugh (22,9 kg), considerada hospedeira de espécies de moscas-das-frutas no Amapá (Souza-Adaime, et al., 2017). No entanto, essas duas espécies vegetais ainda não foram reportadas como hospedeiras de *C. capitata* (Tabela 3).

A associação de *B. carambolae* com frutos de *A. carambola*, *M. emarginata*, *P. guajava* e *Syzygium malaccense* (Tabela 1) já havia sido reportada no Amapá (Adaime, et al., 2016). A ocorrência de *A. striata* em frutos de *A. carambola* já foi reportada no Amapá e o registro em *P. guajava* (Tabela 1) é bastante frequente, tanto no Amapá quanto na Amazônia brasileira (Adaime, et al., 2021). No entanto, a ocorrência de *A. striata* em *C. papaya* (Tabela 1) representa uma informação inédita para o Brasil. Até então, as únicas espécies de moscas-das-frutas reportadas em *C. papaya* no País foram *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) e *C. capitata* (Martins & Alves, 1988; Martins, et al., 1993; Alvarenga, et al., 2007; Leite, et al., 2017).

### 4.3 Forma de entrada

Das amostras adquiridas no comércio local, a predominância da origem de *M. indica* são os estados de Pernambuco e Bahia (Região do Vale do São Francisco), área reconhecidamente produtora de frutas no Brasil. Apesar do consolidado reconhecimento da qualidade do produto para os padrões internacionais, não há para o mercado local a realização do tratamento hidrotérmico e, portanto, há o risco de veiculação de pragas, em especial de moscas-das-frutas.

O mencionado tratamento hidrotérmico da manga consiste na imersão dos frutos em água aquecida (46,1 ° C) por um período entre 75 a 90 minutos, para frutos com peso até 425 g e entre 426g a 650g, respectivamente. Esse tratamento quarentenário é capaz de provocar a morte dos estágios imaturas de moscas-das-frutas (Nascimento, et al., 1992).

Para *P. guajava*, *P. persica* e *A. carambola* foi relatado que as amostras eram originárias do estado de São Paulo, enquanto que *V. vinifera* era procedente de Pernambuco. Apenas o estabelecimento comercial B comercializa produtos oriundos do estado do Ceará (Tabela 2).

Destaca-se que frutos relatados como oriundos de São Paulo podem não ter uma precisão tão grande na sua informação de origem, levando a uma incerteza quanto ao local de produção. Segundo relatos dos gerentes e proprietários dos estabelecimentos, a Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo - CEAGESP funciona como uma central de recepção de mercadorias de todo o Brasil, inclusive do Nordeste, inferindo-se que essa carga pode eventualmente ser composta de produtos de origens distintas.

No presente trabalho fica evidente que a ocorrência de *C. capitata* no Amapá, até então, decorre da comercialização de frutos infestados pela praga, oriundos do estado de São Paulo. Salienta-se, ainda, que nas proximidades dos locais de última ocorrência em armadilhas Jackson (0.04557 S, 51.17746 W), na área comercial do município de Santana, existe um pequeno comércio de bairro que destina o descarte de seus frutos à coleta de lixo comum, ficando expostos na lixeira instalada em frente ao ponto comercial. O proprietário do estabelecimento confirmou que adquire seus produtos da distribuidora (estabelecimento comercial D), sendo estabelecida a relação entre o local da ocorrência e a chegada dos frutos no Amapá. Neste particular, apesar das cargas virem ao Amapá em caminhões refrigerados, partindo dos locais de origem, a obtenção de exemplares de *C. capitata* em uma das amostras adquiridas demonstra que somente o processo de refrigeração não é capaz de garantir a mortalidade das larvas.

Assim sendo, resta demonstrar que há o ingresso de *C. capitata* procedente do estado de São Paulo. Tal relação demonstra que há um risco iminente de introdução de novas pragas e doenças que não ocorrem no Amapá pelo transporte de frutos. Fato semelhante foi relatado por Brandão et al. (2019a), que observaram que os frutos de *P. guajava* provenientes do Vale do São Francisco e comercializados nas feiras livres de Belém foram os que apresentaram maior quantidade de infestação

por *C. capitata*. Portanto, é necessário que sejam adotadas medidas de defesa agropecuária, principalmente quanto à exigência de Permissão de Trânsito Vegetal - PTV e sobre o descarte de frutos em locais adequados.

Também corroborando as informações obtidas, outro estudo semelhante no Brasil verificou que moscas frugívoras (Tephritidae e Lonchaeidae) foram obtidas de frutas comercializadas na central de abastecimento de alimentos (CEASA) do município de Campinas, estado de São Paulo, que eram produzidas em outros municípios e estados, totalizando seis espécies de moscas identificadas, das quais se verificou a dispersão de *A. fraterculus* e *C. capitata* oriundas de frutas infestadas produzidas nas regiões Sul e Nordeste, respectivamente. Esse fato demonstrou que as larvas de moscas frugívoras podem se dispersar por vários quilômetros através do transporte de frutas frescas, representando uma ameaça à produção e à comercialização de frutas em todo o mundo (Louzeiro, et al., 2021).

#### 4.4 Pressupostos para o não estabelecimento

O não estabelecimento de *C. capitata* no estado do Amapá até então pode ser parcialmente explicado principalmente pela falta de adaptação climática da espécie a regiões úmidas. Utilizando modelagem estatística pelo algoritmo de máxima entropia (MaxEnt), Sznyszewska & Tatem (2014) analisaram o potencial sazonal de distribuição de *C. capitata* no mundo, indicando que apenas a região leste, que compreende o Nordeste do Brasil, é prevista para ser altamente adequada para a espécie. Pelos três mapas de previsão sazonais gerados pelos autores, de janeiro a abril, de maio a agosto e de setembro a dezembro, o estado do Amapá tende a apresentar uma relativa superioridade de adequação ambiental para a mosca-do-mediterrâneo entre setembro e dezembro, época próxima ao período de maior estiagem no estado (Cunha, et al., 2010), entretanto, tal fato não significa que a espécie possa se estabelecer. Deve-se notar que, embora o inseto possa sobreviver nas regiões que se mostrem adequadas para uma ou duas das três estações mapeadas, provavelmente ele não será capaz de se estabelecer devido a condições inadequadas no restante do ano.

Abordando o Zoneamento Ecológico anual de *C. capitata* com base no índice de desenvolvimento (0 a 100) para o clima recente (1961 - 1990) e para o clima futuro (2080), Santos (2008) indicou que o Amapá está inserido na faixa territorial do Brasil que apresenta índices com restrição ao desenvolvimento desta espécie (20 a 40). Já para um cenário de clima futuro, o Amapá apresentaria um índice desfavorável a este desenvolvimento (0 a 20), explicado pelo aumento da temperatura média. Situação similar seria encontrada para o Amazonas, onde a praga ainda não foi registrada.

Em levantamento de moscas-das-frutas realizado no estado do Amazonas há quase 30 anos, Silva (1993) fez a suposição para *C. capitata* da condição de praga transiente, quando esta ocorre, mas não se espera ocorrer o estabelecimento (FAO, 1998; Brasil, 2010). Segundo o autor, a região amazônica adquire uma grande quantidade de frutas, sem restrições quarentenárias, do estado de São Paulo, onde a praga está há muito tempo estabelecida. O autor sugere que *C. capitata* poderia ter sido introduzida na região, mas não se estabeleceu devido às condições climáticas locais desfavoráveis, como altas temperaturas e umidade locais.

Deve-se ressaltar que as regiões estabelecidas como de alta adaptabilidade para *C. capitata* correspondem a locais que possuem estações secas definidas. Para De Meyer, et al. (2008), as regiões mais secas da África (regiões central e ocidental da África Austral e zona do Sahel) foram identificadas como sendo mais adequadas para *C. capitata* quando comparada a *Ceratitis rosa* Karsch. No Brasil, Pavan (1978) constatou que o período seco influenciou positivamente na densidade populacional de *C. capitata* em São Paulo, enquanto que o período chuvoso favoreceu a população de *Anastrepha* spp. Fato similar ocorreu quando as temperaturas atingiram valores próximos a 15° C, predominando *C. capitata*, mas com o aumento da temperatura acontece o inverso.

Segundo Parra, et al. (1982) a temperatura no aspecto do macroclima é o fator que mais influenciou na dinâmica populacional da mosca-do-mediterrâneo. No que tange ao microclima, a população da praga correlaciona-se negativamente com a umidade relativa e positivamente com a temperatura.

A baixa possibilidade do estabelecimento da mosca-da-mediterrâneo no Amapá é corroborada por Cunha & Benito (2015). Na predição da probabilidade de estabelecimento para esta espécie executada com o modelo MaxEnt nas condições brasileiras, as regiões Sul, Sudeste e Nordeste apresentam áreas com alta probabilidade de estabelecimento, diferentemente do que ocorre para a região Norte.

Para o Amapá outros fatores podem ser decisivos para dificultar o estabelecimento da mosca-do-mediterrâneo, tais como as ações de controle preconizadas no 'Subprograma de supressão com vistas à erradicação da Mosca-da-carambola' (Brasil, 2017), que envolvem a coleta e destruição de frutos potencialmente hospedeiros na época de safra e a pulverização de isca atrativa com o inseticida Sucess<sup>®</sup> semanalmente, produto que foi incorporado às ações em 2009 em alternativa ao Malation (Godoy, et al., 2011b). Deve-se considerar ainda que algumas espécies frutíferas são hospedeiras tanto de *B. carambolae* quanto de *C. capitata*.

O comportamento de desfavorável adaptabilidade climática não ocorre para a mosca-da-carambola, praga que se disseminou por todo o estado do Amapá e que necessita de um intenso controle para evitar sua dispersão para outros estados do Brasil. Marchioro (2016), abordando o modelo de nicho ecológico (MNE) desenvolvido com um algoritmo de máxima entropia implementado no software MaxEnt, identificou para a ocorrência de *B. carambolae* áreas adequadas na costa leste e áreas isoladas no Centro-Oeste e Sul do Brasil e como áreas ótimas a região amazônica e a parte da costa leste do Brasil, concluindo que a área atualmente ocupada pela praga em sua faixa introduzida é climaticamente semelhante à faixa nativa. Salienta-se que durante o processo de invasão da praga na América do Sul, nenhuma mudança significativa de nicho climático ocorreu quando se comparou as áreas nativas e invadidas. Silva (2010) chegou a resultados semelhantes com o algoritmo GARP (algoritmo genético para produção de regras), identificando que a distribuição potencial de *B. carambolae* no Brasil revelou que a ocorrência preditiva inclui a distribuição atual no estado do Amapá e que a região Norte se mostra altamente favorável em quase toda a sua totalidade.

*Bactrocera carambolae* é uma espécie que predomina em áreas urbanas e raramente é encontrada em florestas tropicais não perturbadas, tanto na sua região de origem como no Suriname (Vijaysegaran & Oman, 1991). Embora *B. carambolae* infeste frutos de algumas plantas nativas da Amazônia brasileira, há que se considerar que isso ainda não foi registrado em ambientes totalmente inalterados pela atividade humana (Lemos, et al., 2014; Almeida, et al., 2016). Assim como *B. carambolae*, *C. capitata* também é predominante em áreas urbanas (Malavasi, et al., 1980; Haji, et al., 1991). No presente trabalho nossas amostragens cobriram áreas urbanas e rurais dos municípios de Macapá, Porto Grande e Santana.

Apesar de *B. carambolae* ter ingressado no Brasil há 26 anos e de sua significativa importância econômica, dados sobre dinâmica populacional, demografia, preferência por hospedeiro e seu impacto na comunidade de moscas-das-frutas nativas são escassos (Deus, et al., 2016).

Sabe-se que a invasão de habitat por espécies exóticas é um problema global, e que uma vez estabelecidas, estas espécies podem impactar a biodiversidade nativa ao ponto de alterar habitats, espalhar doenças, hibridizar ou competir com espécies nativas (Davis, 2009). A competição interespecífica é uma das interações mais importantes resultantes de invasões biológicas e também um dos principais fatores responsáveis pelo sucesso no estabelecimento de espécies invasoras (Holway & Suarez, 1999; Parker, et al., 2006; Romero, et al., 2014; Devescovi, et al., 2015; Park & Potter, 2015). A competição interespecífica pode resultar no deslocamento completo de uma das espécies ou na evolução de uma coexistência estável entre as duas espécies (Duyck, et al., 2006; Davis, 2009; Ekesi, et al., 2009; Devescovi, et al., 2015). Considerando as diversas lacunas no conhecimento das interações desta espécie exótica com espécies nativas, sugerimos que estudos adicionais sejam realizados para elucidar essa questão.



## Agradecimentos

Aos colegas Clermeson Gomes Pinto e José Luís Prazeris da Costa, pelo apoio durante o trabalho de campo. À Adriana Bariani e Jacivaldo Barbosa pelo apoio nas atividades de laboratório. Ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento pela autorização concedida para o uso dos dados de monitoramento do Subprograma de *Bactrocera carambola* com fundamento na Instrução Normativa n.º 28 de 20 de julho de 2017.

## Referências

- Adaime, R., Jesus-Barros, C. R., Bariani, A., Lima, A. L., Cruz, K. R. & Carvalho, J. P. (2016). *Novos Registros de Hospedeiros da Mosca-da-carambola (Bactrocera carambolae) no Estado do Amapá, Brasil*. Macapá: Embrapa Amapá (Comunicado Técnico, 146), 5p.
- Adaime, R., Jesus-Barros, C. R. & Souza Filho, M. F. (2014). *Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) obtidas de frutos comercializados em Feiras Públicas de Macapá, Amapá*. Macapá: Embrapa Amapá (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 85).
- Adaime, R., Pereira, J. D. B., Pereira, J. F. & Marsaro Junior, A. L. (2012). *Monitoramento para detecção de Ceratitis capitata (Diptera: Tephritidae) no estado do Amapá*. Macapá: Embrapa Amapá (Comunicado Técnico, 126), 4 p.
- Adaime, R., Santos, R. S., Azevedo, T. S., Vasconcelos, A. S., Sousa, M. S. M. & Souza-Filho, M. F. (2017a). First record of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in the state of Acre, Brazil. *EntomoBrasilis*, 10, 259-260.
- Adaime, R., Sousa, M. S. M., Jesus-Barros, C. R., Deus, E. G., Pereira, J. F., Strikis, P. C. & Souza-Filho, M. F. (2017b). Frugivorous Flies (Diptera: Tephritidae, Lonchaeidae), Their Host Plants, and Associated Parasitoids in the Extreme North of Amapá State, Brazil. *Florida Entomologist*, 100, 316-324.
- Adaime, R., Sousa, M. S. M. & Pereira, J. F. (2022). *Anastrepha species and their host in the Brazilian Amazon*. Disponível em: <<http://anastrepha.cpaafap.embrapa.br>>. (Acesso em: 10 de junho de 2022)
- Almeida, R. R., Cruz, K. R., Sousa, M. S. M., Costa-Neto, S. V., Jesus-Barros, C. R., Lima, A. L. & Adaime, R. (2016). Frugivorous flies (Diptera: Tephritidae, Lonchaeidae) associated with fruit production on Ilha de Santana, Brazilian Amazon. *Florida Entomologist*, 99 (3), 426-436.
- Aluja, M. (1994). Bionomics and management of *Anastrepha*. *Annual Review of Entomology*, 39: 155–178.
- Aluja, M. & Mangan, R. L. (2008). Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Host Status Determination: Critical Conceptual, Methodological, and Regulatory Considerations. *Annual Review of Entomology*, 53, 473-502.
- Alvarenga, C. D., Silva, M. A., Lopes, G. L. N., Lopes, E. M., Brito, E. S., Querino, R. B. & Matrangolo, C. A. R. (2007). Ocorrência de *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae) em Frutos de Mamoeiro em Minas Gerais. *Neotropical Entomology*, 36(5):807-808.
- Araujo, M. R., Lemos, W. P., Silva, L. C., França, L. P. N. & Adaime, R. (2016). New host records for *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in the State of Pará, Brazil. *Florida Entomologist*, 99 (2), 327-328.
- Araujo, S. C. A., Lemos, W. P., Silva, R. A. & Silva, W. R. (2010). Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associadas a frutos de goiaba *Psidium guajava* L. e carambola *Averrhoa carambola* no município de Araguatins, Tocantins. In *Congresso Brasileiro de Entomologia*, 23., 2010, Natal. Anais... Natal: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2010.
- Ayres, A. R., Queiroz, L. G. N. & Rodrigues, M. G. (2018). Moscas-das-frutas e seus hospedeiros em pomares diversificados de três municípios do estado do Pará, Brasil. In *Congresso Brasileiro de Entomologia*, 27., *Congresso Latino-Americano de Entomologia*, 10., 2018, Gramado. Anais... Gramado: Sociedade Entomológica do Brasil, 2018. p. 697.
- Ayres, A. R., Santos, P. R. F., Cavalcante, I. P., Santos, F. R. & Araújo, F. L. S. (2016). Ocorrência de moscas-das-frutas e seus parasitoides obtidos de frutos comercializados em feiras livres no Município de Castanhal-Pará. In *Congresso Brasileiro de Entomologia*, 26., *Congresso Latino-Americano de Entomologia*, 9., 2016, Maceió. Anais... Brasília: Embrapa, 2016. p. 490.
- Azevedo, T. S., Vasconcelos, A. S., Santos, R. S., Sousa, M. S. M. & Adaime, R. (2018). Levantamento de moscas frugívoras em dois municípios do estado do Acre, Brasil. *Biotemas*, 31, 25-31.
- Barreto, M. R., Sousa, M. S. M., Adaime, R. & Zucchi, R. A. (2022). Fruit flies in the Mato Grosso state, Brazil: Increasing knowledge about diversity, host plants and parasitoids. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 17 (2), e1500.
- Barros-Neto, E. L. (2008). *Ecologia de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiaba (Psidium guajava L., Myrtaceae) cultivada em Sistema agroflorestal, em Santana, Amapá*. 84f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Amapá.
- Belo, A. P. D., Rocha, L. M. S., Corrêa, J. M. G., Ferreira, R. M. A., Costa-Neto, S. V., Sousa, M. S. M., Adaime, R. & Lemos, L. N. (2020). New host plants records of *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock, 1994 and *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in Brazil. *Entomological Communicatons*, 2, ec02036.
- Bomfim, D. A., Uchôa-Fernandes, M. A. & Bragança, M. A. L. (2004). Espécies de moscas frugívoras (Diptera: Tephritoidea) no Estado do Tocantins. In *Congresso Brasileiro de Entomologia*, 20., 2004, Gramado. Programa e resumos... Gramado: Sociedade Entomológica do Brasil, 2004. p. 655.
- Bomfim, D. A., Uchôa-Fernandes, M. A. & Bragança, M. A. L. (2007). Hosts and Parasitoids of Fruit Flies (Diptera: Tephritoidea) in the State of Tocantins, Brazil. *Neotropical Entomology*, 36 (6), 984-986.

- Brandão, C. A. C., Lopes, L. S., Lima, J. C., Bastos, D. G., Sousa, M. S. M. & Adaime, R. (2019b). Ocorrência de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) em três municípios do estado do Pará. In *Jornada Científica da Embrapa Amapá*, 4., 2018, Macapá. Resumos... Brasília: Embrapa.
- Brandão, C. A. C., Sousa, M. S. M., Azevedo, C. J. T., Ayres, Á. R., Sugayama, R. L. & Adaime, R. (2019a). Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) obtidas de frutos comercializados no mercado Ver-o-Peso, em Belém, Pará, Brasil. In Pacheco, J. T. R.; Kawanishi, J. Y. & Nascimento, R. (Org.). *Meio ambiente e desenvolvimento sustentável* (p. 207-217). Ponta Grossa, Editora Atena.
- Brasil (2017). Instrução Normativa n° 28, de 20 de julho de 2017. Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 28 jul. 2017. Ed. 142. Seção 1, p. 08.
- Brasil (2018). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n° 38, de 1 de outubro de 2018. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 out. 2018. Seção 1. Available at: [http://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/43461167/do1-2018-10-02-instrucao-normativa-n-38-de-1-de-outubro-de-2018-43461024](http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/43461167/do1-2018-10-02-instrucao-normativa-n-38-de-1-de-outubro-de-2018-43461024) (Acesso em: 11 Julho de 2019).
- Brasil (2010). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Normas Internacionais para medidas fitossanitárias. Determinação do status de uma praga em uma área (1998). Brasília, DF, 2010. 12 p. (NIMF, N. 8). Disponível em: <[https://www.ipcc.int/largefiles/NIMF\\_08\\_1998\\_PT\\_FINAL\\_0.pdf](https://www.ipcc.int/largefiles/NIMF_08_1998_PT_FINAL_0.pdf)>. (Acesso em: 14 fev. 2022).
- Castilho, A. P., Brandão, C. A. C., Ayres, A. R., Pereira, J. F. & Adaime, R. (2019a). Distribuição geográfica e plantas hospedeiras de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) na Amazônia brasileira. In Mônica Jasper. (Org.). *Coletânea Nacional sobre Entomologia* (p. 90-102). Ponta Grossa - PR: Atena Editora.
- Castilho, A. P., Silva, L. C., Sousa, M. S. M., Santos, J. E. V., Lemos, W. P. & Adaime, R. (2019b). Novas associações de Tephritidae e Lonchaeidae (Diptera) e suas plantas hospedeiras na Amazônia Oriental. *Biotemas*, 32 (3), 65-72.
- Cunha, A. C., Silva, R. A., Pereira, J. D. B. & Santos, R. S. (2011). Efeito da espessura da polpa, tamanho e peso de frutos de taperebá (*Spondias mombin* L.) sobre o parasitismo natural (Hymenoptera: Braconidae) em moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae). *Revista de Agricultura*, 86 (2), 125-133.
- Cunha, A. C., Souza, E. B. & Cunha, H. F. A. (2010). *Tempo, clima e recursos hídricos: resultados do Projeto REMETAP no Estado do Amapá*. Macapá: IEPA.
- Cunha, M. L. A. & Benito, N. P. (2015). Predição da distribuição geográfica de pragas. In Sugayama, R. L., Silva, M. L., Silva, S. X. B., Ribeiro, L. C & Rangel, L. E. P. (Org.). *Defesa Vegetal: fundamentos, ferramentas, políticas e perspectivas* (p. 205-226). Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Defesa Agropecuária.
- Davis, M. A. (2009). *Invasion Biology*. Oxford University Press Inc., New York.
- De Meyer, M., Robertson, M. P., Peterson, A. T. & Mansell, M. W. (2008). Ecological niches and potential geographical distributions of Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*) and Natal fruit fly (*Ceratitis rosa*). *Journal of Biogeography*, 35, p. 270-281. doi:10.1111/j.1365-2699.2007.01769.x
- Deus, E. G., Pinheiro, L. S., Lima, C. R., Sousa, M. S. M., Guimarães, J. A., Strikis, P. C. & Adaime, R. (2013). Wild hosts of frugivorous dipterans (Tephritidae and Lonchaeidae) and associated parasitoids in the Brazilian Amazon. *Florida Entomologist*, 96 (4), 1621-1625.
- Deus, E. G., Godoy, W. A. C., Sousa, M. S. M., Lopes, G. N., Jesus-Barros, C. R., Silva, J. G. & Adaime, R. (2016). Co-infestation and spatial distribution of *Bactrocera carambolae* and *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in common guava in the eastern Amazon. *Journal of Insect Science*, 16, 1-7.
- Deus, E. G., Silva, R. A., Nascimento, D. B., Marinho, C. F. & Zucchi, R. A. (2009). Hospedeiros e parasitoides de espécies de *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) em dois municípios do Estado do Amapá. *Revista de Agricultura*, 84 (3), 194-203.
- Devescovi, F., Liendo, M. C., Bachmann, G. E., Bouvet, J. P., Milla, F. H., Vera, M. T., Cladera, J. L. & Segura, D. F. (2015). Fruit infestation patterns by *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* reveal that cross-recognition does not lead to complete avoidance of interspecific competition in nature. *Agricultural and Forest Entomology*, 17: 325-335.
- Drew, R. A. I. & Hancock, D. L. (1994). The *Bactrocera dorsalis* complex of fruit flies (Diptera: Tephritidae: Dacinae) in Asia. *Bulletin of Entomological Research*, Suppl. 2, 68p.
- Duyck, P. F., David, P., Junpd, G., Brunel, C., Dupont, R. L. & Quilici, S. (2006). Importance of competition mechanisms in successive invasions by polyphagous tephritids in La Réunion. *Ecology*. 87: 1770-1780.
- Ekesi, S., Billah, M. K., Nderitu, P. W., Lux, S. A. & Rwomushana, I. (2009). Evidence for competitive displacement of *Ceratitis cosyra* by the invasive fruit fly *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae) on mango and mechanisms contributing to the displacement. *Journal of Economic Entomology*, 102: 981-91.
- FAO (1998). *Determinação do status de uma praga numa área. Secretaria da Convenção Internacional para a Proteção dos Vegetais da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação* (FAO). Roma: ISPM Publ. n. 8.
- Ferreira, M. E. & Rangel, P. H. N. (2015). Melhoramento genético preventivo: obtenção de estoques genéticos resistentes a pragas quarentenárias de alto risco para a agricultura brasileira. In Sugayama, R. L., Silva, M. L., Silva, S. X. B., Ribeiro, L. C. & Rangel, L. E. P. (Eds.), *Defesa Vegetal: Fundamentos, Ferramentas, Políticas e Perspectivas* (pp. 275-292). Sociedade Brasileira de Defesa Agropecuária, Belo Horizonte.
- Godoy, M. J. S., Pacheco, W. S. P. & Malavasi, A. (2011a). Moscas-das-frutas quarentenárias para o Brasil. In Silva, R. A., Lemos, W. P. & Zucchi, R. A. (Eds.), *Moscas-Das-Frutas na Amazônia brasileira: Diversidade, Hospedeiros e Inimigos Naturais* (pp. 111-132). Embrapa Amapá, Macapá.
- Godoy, M. J. S., Pacheco, W. S. P., Portal, R. R., Pires Filho, J. M. & Moraes, L. M. M. (2011b). Programa Nacional de Erradicação da Mosca-da-Carambola. In Silva, R. A., Lemos, W. P. & Zucchi, R. A. (Eds.). *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais* (p.134-158). Macapá: Embrapa Amapá.
- Haji, F. N. P., Nascimento, A. S., Carvalho, R. S. & Coutinho, C. C. (1991). Ocorrência e índice de moscas-das-frutas (Tephritidae) na região do submédio São Francisco. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 13 (4), 205-209.

- Hernández-Ortiz, V., Guillén-Aguilar, J. & López, L. (2010). Taxonomia e identificação de moscas de la fruta de importância econômica em América. In Montoya, P., Toledo, J. & Hernández, E. (Eds.). *Moscas de la fruta: fundamentos y procedimientos para su manejo* (pp. 49-80). México, S y G Editores.
- Holway, D. A. & Suarez, A. V. (1999). Animal behavior: an essential component of invasion biology. *Trends in Ecology & Evolution*, 14: 328-330. <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n3/en/abstract?short-communication+bn03511032011>
- Ihering, H. von (1901). Laranjas bichadas. *Revista Agrícola*, 6: 179-181.
- Jesus-Barros, C. R., Adaime, R., Oliveira, M. N., Silva, W. R., Costa-Neto, S. V. & Souza-Filho, M. F. (2012). *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) species, their hosts and parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) in five municipalities of the state of Amapá, Brazil. *Florida Entomologist*, 95 (3), 694-705.
- Jesus-Barros, C. R., Adaime, R. & Barros Neto, E. L. (2016). *Ocorrência estacional e estratificação vertical de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiabeiras (Psidium guajava L.) cultivadas em sistema agroflorestal no Amapá, Brasil*. Macapá: Embrapa Amapá (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 93).
- Leite, S. A., Castellani, M. A., Ribeiro, A. E. L., Costa, D. R., Bittencourt, M. A. L & Moreira, A. A. (2017). Fruit flies and their parasitoids in the fruit growing region of Livramento de Nossa Senhora, Bahia, with records of unprecedented interactions. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 39 (4), e-592.
- Lemos, L. N., Deus, E. G., Nascimento, D. B., Jesus-Barros, C. R., Costa Neto, S. V. & Adaime, R. (2017). Species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae), their host plants, and parasitoids in small fruit production areas in the state of Amapá, Brazil. *Florida Entomologist*, 100:403-410.
- Lemos, L. N., Adaime, R., Jesus-Barros, C. R. & Deus, E. G. (2014). New Hosts of *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae) in Brazil. *Florida Entomologist*, 97 (2), 841-847.
- Lemos, L. N., Lima, C. R., Deus, E. G., Silva, R. A. & Godoy, M. J. S. (2010). Novos registros de hospedeiros para *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae) no estado do Amapá, Brasil. In *Congresso Brasileiro de Entomologia*, 23. Natal, Rio Grande do Norte, 2010.
- Lemos, L. N., Silva, R. A., Jesus, C. R. Silva, W. R., Deus, E. G., Nascimento, D. B. & Souza Filho, M. F. (2008). Índice de infestação de taperebá (*Spondias mombin*) por *Anastrepha* spp. (Dip., Tephritidae) em quatro municípios do Estado do Amapá. In *Congresso Brasileiro de Entomologia*, 22., 2008, Uberlândia. Ciência, tecnologia e inovação: anais. Viçosa, MG: UFV, 1 CD-ROM.
- Liquido, N. J., Cunningham, R. T. & Nakagawa, S. (1990). Host plants of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) on the Island of Hawaii (1949-1985 survey). *Journal of Economic Entomology*, 83, 1863-1878.
- Liquido, N. J., Shinoda, L. A. & Cunningham, R. T. (1991). Host plants of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): na annotated world review. Lanham: *Entomological Society of America* (Miscellaneous Publications, 77). 52 p.
- Louzeiro, L. R. F., Souza-Filho, M. F., Raga, A. & Gisloti, L. J. (2021). Incidence of frugivorous flies (Tephritidae and Lonchaeidae), fruit losses and the dispersal of flies through the transportation of fresh fruit. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 24 (1), 50-60.
- Marchioro, C. A. (2016) Global potential distribution of *Bactrocera carambolae* and the risks for fruit production in Brazil. *Plos One*, 10: 1-16. DOI:10.1371/journal.pone.0166142
- Malacrida, A. R., Gomulski, L. M., Bonizzoni, M., Bertin, S., Gasperi, G. & Guglielmino, C. R. (2007). Globalization and fruitfly invasion and expansion: the medfly paradigm. *Genetica*, 131 (1), 1.
- Malavasi, A., Morgante, J. S. & Zucchi, R. A. (1980). Biologia de "moscas-das-frutas" (Diptera: Tephritidae). I. Lista de hospedeiros e ocorrência. *Revista Brasileira de Biologia*, 40 (1), 9-16.
- Malavasi, A. (2001). Mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae). In Vilela, E. F., Zucchi, R. A & Cantor, F. (Ed.). *Histórico e impacto de pragas introduzidas no Brasil* (pp.39-41). Ribeirão Preto: Holos.
- Malavasi, A. (2009). Biologia, ciclo de vida, relação com o hospedeiro, espécies importantes e biogeografia de tefritídeos. In Malavasi, A. & Virgínio, J. (Ed.), *Biologia, Monitoramento e Controle de Moscas-das-frutas - V Curso Internacional de Capacitação em Moscas-das-frutas*, 21 a 29 de outubro de 2009. Biofábrica Moscamed Brasil, Juazeiro, Bahia, Brasil.
- Malavasi, A. (2015). Mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock. In Vilela, E. F. & Zucchi, R. A. (Ed.), *Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros* (pp. 173-184). Piracicaba: FEALQ.
- Martins, D. S. & Alves, F. L. (1988). Ocorrência da mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae), na cultura do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no norte do Estado do Espírito Santo. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 17:227-229.
- Martins, D. S., Alves, F. L. & Zucchi, R. A. (1993). Levantamento de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na cultura do mamoeiro no Norte do Espírito Santo. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 22 (2), 373-379.
- Martins, D. S., Fornazier, M. J., Ventura, J. A., Malavasi, A. & Ferreira, P. S. F. (2011). Caracterização da cultura de mamão na região norte do Espírito Santo como área de baixa prevalência de moscas-das-frutas. In *Simpósio do Papaya Brasileiro*, 5., 2011, Porto Seguro. Inovação e sustentabilidade: anais. Porto Seguro: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. 1 CD-ROM. 12p.
- Miranda, S. H. G. & Adami, A. C. O. (2015). Métodos quantitativos na avaliação de risco de pragas. In Sugayama, R. L., Silva, M. L., Silva, S. X. B. & Rangel, L. E. P. (Ed.). *Defesa vegetal: fundamentos, ferramentas, políticas e perspectivas* (pp. 183-203). Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Defesa Agropecuária.
- Morelli, R., Paranhos, B. J. & Costa, M. L. Z. (2012). Eficiência de etofenproxi e acetamiprido no controle de mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) em pomar de manga. *BioAssay*, 7 (10), 1-6.
- Nascimento, A. S., Malavasi, A., Morgante, J. S. & Duarte, A. L. A. (1992). Hot-water immersion treatment for mangoes infested with *Anastrepha fraterculus*, *A. obliqua* and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in Brazil. *Journal of Economic Entomology*, 85: 456-460.

- Nascimento, D. B., Adaime, R., Cunha, A. C. & Silva, J. G. (2015). Influência dos parâmetros biométricos de frutos de *Spondias mombin* L. sobre os índices de infestação por *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) e parasitismo. *Biota Amazônia*, 5 (3), 83-87.
- Oliveira, F. L., Silva, A. S. G., Chagas, E., Araujo, E. L. & Zucchi, R. A. (1998). Registros de espécies e de hospedeiros de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no Estado do Maranhão. In *Congresso Brasileiro de Entomologia*, 17., 1998, Rio de Janeiro. Resumos... Rio de Janeiro: Sociedade Entomológica do Brasil, p. 504.
- Park, D. S. & Potter, D. A. (2015). A reciprocal test of Darwin's naturalization hypothesis in two mediterranean-climate regions. *Global Ecology and Biogeography*. 24: 1049-1058.
- Parker, J. D., Burkepille, D. E. & Hay, M. E. (2006). Opposing effects of native and exotic herbivores on plant invasions. *Science*, 311: 1459-1461.
- Parra, J. R. P., Zucchi, R. A. & Silveira Neto, S. (1982). Flutuação populacional e atividade diária de vôo da mosca-do-mediterrâneo em cafeeiros "Mundo Novo". *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 17(7): 985-992.
- Pavan, O. H. O. (1978). *Estudos populacionais de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae, Lonchaeidae)*. 99p. Tese. Instituto de Biociências/USP, São Paulo.
- Pontes, A. V. (2006). *Biodiversidade de moscas frugívoras (Diptera: Tephritoidea) amostrados com armadilhas McPhail no Sudeste de Mato Grosso, Brasil*. 37p. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Federal da Grande Dourados, Mato Grosso.
- Raga, A. & Souza-Filho, M. F. (2021). *Manual de moscas-das-frutas - medidas para o controle sustentável*. Araraquara: Fundecitrus.
- Romero, D., Báez, J. C., Ferri-Yáñez, F., Bellido, J. J. & Real, E. (2014). Modelling favourability for invasive species encroachment to identify areas of native species vulnerability. *The Scientific World Journal*. 1-9.
- Ronchi-Teles, B. & Silva, N. M. (1996). Primeiro registro de ocorrência da mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) na Amazônia Brasileira. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 3 (25), 569-570.
- Santos, W. S. (2008). *Zoneamento ecológico de Anastrepha fraterculus e Ceratitis capitata (Diptera: Tephritidae) em dois cenários climáticos no Brasil*. 96p., Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP.
- Silva, N. M. (1993). *Levantamento e análise faunística de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em quatro locais do Estado do Amazonas*. 152 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Silva, J. G., Uramoto, K. & Malavasi, A. (1998). First Record of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in the eastern Amazon, Pará, Brazil. *Florida Entomologist*, 4 (81), 574-577.
- Silva, R. A., Jordão, A. L., Sá, A. L. N. & Oliveira, M. R. V. (2004). *Mosca-da-carambola: uma ameaça à fruticultura brasileira*. Embrapa Amapá (Circular Técnica 31).
- Silva, R. A., Nascimento, D. B., Deus, E. G., Souza, G. D. & Oliveira, L. S. P. (2007a). Hospedeiros e parasitóides de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) em Itaúbal do Píririm, Estado do Amapá. *Ciência Rural* 37:557-560.
- Silva, R. A., Xavier, S. L. O., Souza Filho, M. F., Silva, W. R., Nascimento, D. B. & Deus, E. G. (2007b). Frutíferas hospedeiras e parasitóides (Hym., Braconidae) de *Anastrepha* spp. (Dip., Tephritidae) na Ilha de Santana, Estado do Amapá, Brasil. *Arquivos do Instituto Biológico* 74:153-156.
- Silva, R. A., Pereira, J. D. B., Lemos, L. N. & Silva, W. R. (2010). Espécies de *Anastrepha* associadas a frutíferas de expressão socioeconômica no Estado do Amapá, Brasil. *Revista de Agricultura*, 85:207-217.
- Silva, M. E. S., Wochner, M. A., Sousa, M. S. M., Barreto, M. R. & Adaime, R. (2019). Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae), suas plantas hospedeiras e parasitóides (Hymenoptera: Braconidae) no norte do estado de Mato Grosso, Brasil. *Nativa*, 7, 513-519.
- Silva, R. A., Deus, E. G., Raga, A., Pereira, J. D. B., Souza-Filho, M. F. & Costa Neto, S. V. (2011b). Monitoramento de moscas-das-frutas na Amazônia: amostragem de frutos e uso de armadilhas. In Silva, R. A., Lemos, W. P., Zucchi, R. A. (Ed.). *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais* (pp. 33-50), Macapá: Embrapa Amapá.
- Silva, R. A., Lemos, W. P. & Zucchi, R. A. (2011a). Ocorrência e hospedeiros de *Ceratitis capitata* na Amazônia brasileira. In Silva, R. A., Lemos, W. P., Zucchi, R. A. (Ed.). *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais* (pp. 197-204). Macapá: Embrapa Amapá.
- Silva, R. A., Pereira, J. D. B., Lemos, L. N., Jesus, C. R., Lima, A. L. & Lima, C. R. (2009). Novos registros de hospedeiros de *Anastrepha striata* Schiner (Diptera: Tephritidae) no Estado do Amapá, Brasil. Edição dos Resumos da 22ª Reunião Anual do Instituto Biológico - RAIB, São Paulo, p. 137.
- Silva, R. A., Silva, W. R., Nascimento, D. B. & Silva, C. A. (2005). *Levantamento de moscas-das-frutas e seus parasitóides em frutos de taperebazeiro na Área de Proteção Ambiental do Rio Curiaú, Macapá, Estado do Amapá*. Macapá: Embrapa Amapá (Comunicado técnico, 116).
- Silva, R. A., Deus, E. G., Raga, A., Pereira, J. D. B., Souza-Filho, M. F. & Costa Neto, S. V. (2011b). Monitoramento de moscas-das-frutas na Amazônia: amostragem de frutos e uso de armadilhas. In Silva, R. A., Lemos, W. P. & Zucchi, R. A. (Ed.). *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais* (pp. 33-50). Amapá, Embrapa Amapá.
- Silva, R. A., Lima, A. L., Xavier, S. L. O., Silva, W. R., Marinho, C. F. & Zucchi, R. A. (2011c). *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae), their hosts and parasitoids in southern Amapá State, Brazil. *Biota Neotropica*, 11 (3): 431-436.
- Silva, S. F. (2010). *Abordagem biogeográfica: potencial de distribuição e extensão geográfica da moscada-carambola Bactrocera carambolae (Drew & Hancock, 1994) no Brasil*. 71p. Dissertação de mestrado (Gestão Ambiental e Territorial). Brasília: UnB/IH/GEA.

- Silva, W. R., Jesus, C. R. & Silva, R. A. (2006). Infestação natural de taperebá (*Spondias mombin* L., Anacardiaceae) por *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) na Área de Proteção Ambiental do Rio Curiaú, Macapá-AP.. Resumo 098. Edição dos Resumos da 19ª Reunião Anual do Instituto Biológico - RAIB, São Paulo.
- Silva, W. R. & Silva, R. A. (2007). Levantamento de moscas-das-frutas e de seus parasitóides no Município de Ferreira Gomes, Estado do Amapá. *Ciência Rural*, 37 (1), 265-268.
- Sousa, M. S. M., Jesus-Barros, C. R., Yokomizo, G. K., Lima, A. L. & Adaime, R. (2016). Ocorrência de moscas-das-frutas e parasitoides em *Spondias mombin* L. em três municípios do estado do Amapá, Brasil. *Biota Amazônia*, 6 (2), 50-55.
- Sousa, M. S. M., Lima, C. R., Jesus, C. R. & Adaime, R. (2014). Infestação de taperebá (*Spondias mombin* L.) por moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e seus parasitóides (Hymenoptera: Braconidae) no estado do Amapá. In *Congresso Brasileiro de Entomologia*, 25, Goiânia-GO: SEB/Embrapa Arroz e Feijão/UFG.
- Sousa, M. S. M., Santos, J. C. R., Jesus, C. R., Yokomizo, G. K. I., Deus, E. G., Pereira, J. F. & Adaime, R. (2019). Goiabeiras comuns contribuem para expansão da área de distribuição de *Bactrocera carambolae* na Amazônia brasileira. In Pacheco, J. T. R., Kawanishi, J. Y. & Nascimento, R. (Orgs.). *Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável* (pp. 196-206), Atena: Paraná.
- Sousa, M. S. M., Adaime, R. & Pereira, J. F. (2022). *Fruit flies parasitoids in the Brazilian Amazon*. Available in: <http://parasitoid.cpfap.embrapa.br>, 2022. (Acesso em: 18 de Maio de 2022).
- Souza, L. R. R. & Bomfim, D. A. (2009). Infestação de moscas-das-frutas em *Averrhoa carambola* no município de Porto Nacional, TO. In *Congresso de Ecologia do Brasil*, 9., 2009. São Lourenço. Resumos... São Lourenço: Sociedade de Ecologia do Brasil. Resumo 1076.
- Souza-Adaime, M. S. M., Jesus Barros, C. R., Sousa, M. S. M., Deus, E. G., Strikis, P. C. & Adaime, R. (2017). *Eugenia stipitata* McVaugh (Myrtaceae): food resource for frugivorous flies in the state of Amapá, Brazil. *Biotemas*, 30, 129-133.
- Szyniszewska, M. A. & Tatem, A. J. (2014). Global Assessment of Seasonal Potential Distribution of Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *PLoS ONE*, 9 (11):e111582. Doi:10.1371/journal.pone.0111582.
- Trassato, L. B., Monteiro Neto, J. L. L., Lima, A. C. S., Silva, E. S., Ronchi-Teles, B. & Carmo, I. L. G. S. (2017). Primeira ocorrência de *Ceratitis capitata* (Wied.) no Estado de Roraima, Brasil. *Revista Agro@ambiente On-line*, 11 (1), 88-91.
- Vijaysegaran, S. & Oman, M. S. (1991). Fruit flies in peninsular Malaysia: their economic importance and control strategies. In *International Symposium on the Biology and Control of Fruit flies*, Okinawa. Proceedings... Okinawa: The Okinawa Prefectural Government, p. 105-115.
- White, I. M. & Elson-Harris, M. M. (1992). *Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics*. CAB International, Wallingford, UK.
- Zucchi, R. A. & Moraes, R. C. B. (2022) *Fruit flies in Brazil - Hosts and parasitoids of the Mediterranean fruit fly*. <<http://www.lea.esalq.usp.br/ceratitiss>>
- Zucchi, R. A., Uramoto, K. & Souza-Filho, M. F. (2011). Chave ilustrada para as espécies de *Anastrepha* da região Amazônica. In Silva, R. A., Lemos, W. P. & Zucchi, R. A. (Ed.). *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais* (pp. 71-90). Amapá: Embrapa Amapá.
- Zucchi, R. A. (2015). Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann). In Vilela, E. F. & Zucchi, R. A. (Ed.). *Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros*. Piracicaba (pp. 153-172), FEALQ.