



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

NAYANA RODRIGUES DE SOUSA

**BIODIVERSIDADE E NÍVEL DE INFESTAÇÃO DAS MOSCAS-DAS-FRUTAS
(DIPTERA: TEPHRITIDAE) NA MESORREGIÃO DO AGRESTE PARAIBANO**

AREIA

2023

NAYANA RODRIGUES DE SOUSA

**BIODIVERSIDADE E NÍVEL DE INFESTAÇÃO DAS MOSCAS-DAS-FRUTAS
(DIPTERA: TEPHRITIDAE) NA MESORREGIÃO DO AGRESTE PARAIBANO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestra em Agronomia, área de concentração Agricultura Tropical.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Henrique de Brito

AREIA

2023

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S725b Sousa, Nayana Rodrigues de.

Biodiversidade e nível de infestação das moscas-das-frutas (diptera: tephritidae) na Mesorregião do Agreste Paraibano / Nayana Rodrigues de Sousa. - Areia:UFPB/CCA, 2023.

47 f. : il.

Orientação: Carlos Henrique de Brito.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Anastrepha spp. 3. Ceratitis capitata. 4. Paraíba. I. Brito, Carlos Henrique de. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(043.3)

NAYANA RODRIGUES DE SOUSA

**BIODIVERSIDADE E NÍVEL DE INFESTAÇÃO DAS MOSCAS-DAS-FRUTAS
(DIPTERA: TEPHRITIDAE) NA MESORREGIÃO DO AGRESTE PARAIBANO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração Agricultura Tropical.

Aprovada em: 27/03/2023

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **CARLOS HENRIQUE DE BRITO**
Data: 13/06/2023 20:08:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Carlos Henrique de Brito (Orientador)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Documento assinado digitalmente
 **GLEIDYANE NOVAIS LOPES MIELEZRSKI**
Data: 14/06/2023 08:49:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Gleidyane Novais Lopes Mielezrski
Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA)

Documento assinado digitalmente
 **ROBERIO DE OLIVEIRA**
Data: 14/06/2023 00:33:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Robério de Oliveira
Pesquisador do PPGa (PNPD)

A minha mãe
Francisca Rodrigues Neta
Ao meu pai
Manuel Adalberto de Sousa
E aos meus amigos verdadeiros
Dedico

Agradecimentos

A Deus por ter me ajudado até aqui.

A minha mãe, Francisca Rodrigues Neta, uma mulher forte, batalhadora, que busca sempre me proporcionar o melhor. Isso é para você.

A Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Biocências, Laboratório de Invertebrados, foram dois anos de muito aprendizado e crescimento profissional.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Carlos Henrique de Brito que sempre esteve a disposição e confiou em mim para fazer esse trabalho.

Aos doutores Gleidyane Novais Lopes Mielezrski e Robério de Oliveira pela participação na banca e as valiosas sugestões.

Ao Manoel Cícero de Oliveira Filho, você me inspira.

Ao Janderson Batista que me ajudou nessa pesquisa e mesmo longe se mostrou disponível em todos os momentos.

Aos amigos e colegas de trabalho, Angélica Salustino, Marília Duarte, Khyson Gomes Abreu, Lilyan Souto, Denilson Lima e Rhaldiney Felipe, vocês tornaram meus dias no LABIN maravilhosos.

Aos meus amigos William Santana, Joyce Naiara, João Victor (Tucano), Matheus Neiva e Jennifer, vocês me trouxeram os melhores momentos na cidade de Areia.

A Dona Vitória e Sr. Francisco, obrigada por toda amizade, acolhimento e carinho, vocês são imortais dentro no meu coração.

“A gratidão é o único tesouro dos humildes”.

William Shakespeare.

RESUMO

As moscas-das-frutas são as principais pragas da fruticultura mundial, destacando-se os indivíduos da família Tephritidae. Nesta, o gênero *Anastrepha* compreende as espécies de maior impacto econômico da região neotropical. Já a espécie *Ceratitis capitata* é uma espécie exótica e a única representante do seu gênero no Brasil. Devido a sua importância e a carência de estudos na região o objetivo deste trabalho foi registrar a assembleia de tefritídeos na Mesorregião do Agreste Paraibano, bem como caracterizar as populações através de diferentes índices faunísticos, infestação dos frutos e parasitismo. Para isso, frutos maduros de solo e de planta foram obtidos a partir de coletas mensais em pomares de 16 municípios, nos quais também foram colocadas armadilhas de garrafas PET para monitoramento dos adultos utilizando como atrativo alimentar proteína hidrolisada a 5%. Os parâmetros avaliados foram índices de diversidade e de infestação. Foram coletados 9.472 espécimes em frutos e armadilhas e identificadas 14 espécies pertencentes ao gênero *Anastrepha* além da espécie *Ceratitis capitata*. Emergiram 2.770 adultos de *Anastrepha* spp. e *Ceratitis capitata* nos frutos coletados. Os índices de infestação foram avaliados em 10 espécies vegetais, sendo coletados 12.305 frutos com 9.691 pupários. Os maiores níveis de infestações foram observados nas culturas do cajá, acerola e seriguela e os parasitoides encontrados pertencem à família Braconidae. A pesquisa registra pela primeira vez a espécie *Anastrepha manihoti* na Mesorregião do Agreste paraibano: Predominou espécies acidentais das quais a mais abundante foi *Anastrepha fraterculus*.

Palavras-chaves: *Anastrepha* spp; *Ceratitis capitata*; Paraíba.

ABSTRACT

Fruit flies are the main pests of fruit production worldwide, especially individuals of the Tephritidae family. In this, the genus *Anastrepha* comprises the species with the greatest economic impact in the Neotropical region. The species *Ceratitis capitata* is an exotic species and the only representative of its genus in Brazil. Due to its importance and the lack of studies in the region, the objective of this work was to register the assemblage of tephritids in the Mesoregion of the Agreste of Paraíba, as well as to characterize the populations through different faunal indices, fruit infestation and parasitism. For this, mature soil and plant fruits were obtained from monthly collections in orchards in 16 municipalities, in which PET bottle traps were also placed to monitor adults using 5% hydrolyzed protein as a food attractant. The evaluated parameters were diversity and infestation indices. A total of 9.472 specimens were collected from fruits and traps and 14 species belonging to the genus *Anastrepha* were identified, in addition to the species *Ceratitis capitata*. 2.770 adults of *Anastrepha* spp. and *Ceratitis capitata* in the collected fruits. Infestation rates were evaluated in 10 plant species, with 12.305 fruits collected with 9.691 pupae. The highest levels of infestations were observed in cajá, acerola and seriguela cultures and the parasitoids found belong to the Braconidae family. The research records for the first time the species *Anastrepha manihoti* in the Agreste Mesoregion of Paraíba: Accidental species predominated, of which the most abundant was *Anastrepha fraterculus*.

Keywords: *Anastrepha*; *Ceratitis capitata*; Paraíba.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Porcentagem dos tefritídeos e parasitoides obtidos de frutos (coletados no solo e planta) na Mesorregião do Agreste Paraibano.....32
- Figura 2** Curvas de amostragem baseadas no tamanho da amostra (linhas sólidas) de rarefação e extrapolação (linhas tracejadas) com intervalos de confiança de 95% (áreas sombreadas, baseado em um método de bootstrap com 500 replicações) comparando a riqueza de moscas - das-frutas na Mesorregião do Agreste Paraibano. As amostras observadas são indicadas pelo ponto e pelo triângulo sólido. A extrapolação se estende até um tamanho máximo de amostra de 12.000 33
- Figura 3** Curvas de amostragem baseadas no tamanho da amostra (linhas sólidas) de rarefação e extrapolação (linhas tracejadas) com intervalos de confiança de 95% (áreas sombreadas, baseado em um método de bootstrap com 500 replicações) comparando a riqueza de moscas - das-frutas por sítio de amostragem. As amostras observadas são indicadas pelo ponto e pelo triângulo sólidos. A extrapolação se estende até um tamanho máximo de amostra de 4.000...36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Locais de coleta na Mesorregião do Agreste paraibano.	20
Tabela 2 Caracterização das populações das moscas-das-frutas capturadas em frutos, através de análise faunística, na Mesorregião do Agreste Paraibano	25
Tabela 3 Caracterização das populações das moscas-das-frutas capturadas em armadilhas, através de análise faunística, na Mesorregião do Agreste Paraibano	28
Tabela 4 Índices de infestação das moscas-das-frutas na Mesorregião do Agreste Paraibano.	31
Tabela 5 Índice de diversidade geral, interpolação e extrapolação da Mesorregião do Agreste Paraibano, com os limites inferiores (LCL) e superiores (UCL) de confiança	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	11
REFERÊNCIAS	14
2 INTRODUÇÃO	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Locais de coleta	20
3.2. Amostragem	20
3.3 Identificação	21
3.4 Análise	21
3.4.1 Frequência	21
3.4.2 Constância (C).....	21
3.4.3 Riqueza (S)	22
3.4.4 Número de espécies dominantes.....	22
3.4.5 Índice de Simpson.....	22
3.4.6 Índice de Shannon	22
3.4.7 Parâmetros avaliados com base nas coletas dos frutos (Índices de infestação)	23
3.4.8 Nível de Infestação.....	23
3.4.9 Taxa de emergência (E).....	23
3.4.10 Nível de parasitismo (PT)	23
4 RESULTADOS	23
5 DISCUSSÃO	37
6 CONCLUSÕES.....	41
REFERÊNCIAS	42
AGRADECIMENTOS	47

1 INTRODUÇÃO GERAL

O setor frutícola no Brasil possui grande importância para o agronegócio, elevando o país para o primeiro produtor de frutas tropicais e o terceiro maior produtor mundial (Bornal et al., 2021). A cada ano que passa, a fruticultura nacional está competindo mais no mercado internacional proporcionando desse modo um aumento significativo do setor na participação da economia (Silva et al., 2019).

Por estar presente em todos os estados brasileiros, a fruticultura é responsável pela geração direta de milhões de empregos em todo o ciclo produtivo e em diversas funções (Silva et al., 2019). Entretanto, um dos principais desafios da fruticultura é lidar com entraves de caráter fitossanitário, pois os frutos são suscetíveis ao ataque de diversos insetos-pragas, causando perdas durante os processos de produção, colheita e comercialização (Silva et al., 2021). Entre as pragas que acometem as frutíferas, têm-se destaque as moscas-das-frutas que causam prejuízos preocupantes no ramo da fruticultura (Silva et al., 2019).

Os prejuízos ocasionados por esses tefritídeos podem ser elevados a três níveis: danos diretos na produção, danos durante a comercialização e fechamento dos mercados para exportação (Buainain & Batalha, 2007).

Os danos diretos ocorrem quando a fêmea coloca o ovo deixando uma abertura na superfície do fruto, que cria uma porta de entrada para bactérias e fungos oportunistas que causam necroses e podridões, além disso, as larvas se alimentam da polpa formando “galerias”, favorecendo o amadurecimento prematuro do fruto, afetando a sua aparência e tornando-o impróprio para comercialização e consumo (SENAR, 2016).

Os danos indiretos estão relacionados à redução da produtividade das plantas, assim como a queda dos preços dos frutos devido aos problemas de qualidade e à imposição por países importadores de barreiras comerciais e fitossanitárias, resultando na exigência de tratamentos quarentenários de pós-colheita para evitar a introdução destas pragas. De uma maneira geral, todos esses problemas resultam no aumento dos custos de produção, uma vez que a adoção de práticas de controle, monitoramento e implantação de programas quarentenários são investimentos inesperados e arcados pelo produtor (SENAR, 2016).

As moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* e a espécie *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) são consideradas as pragas de maior importância econômica para a fruticultura nacional (Nascimento et al., 2019).

Ceratitis capitata é a principal espécie das mosca-das-frutas no Brasil, o que requer um controle populacional rigoroso dessa praga como requisito para a exportação de frutas em países como os Estados Unidos e Japão (Leite et al., 2019). Essa espécie é altamente invasiva e

polífaga, atacando uma grande variedade de frutas (Sciarretta et al., 2019), o que se deve a sua grande adaptabilidade, levando a ocupar cada vez mais nichos no território brasileiro (Leite et al., 2019).

O gênero *Anastrepha* inclui espécies de importância econômica, impactando grandes culturas de frutíferas nas Américas, está representado por mais de 300 espécies descritas, formando desse modo o maior grupo das moscas das frutas das américas, no Brasil já foram identificadas 128 espécies (Mengual et al., 2017; Norrbom et al, 2018; Zucchi e Moraes 2022).

As fêmeas dessas espécies apresentam um período de pré-oviposição, variando entre seis até oito dias, nela se processa o amadurecimento do aparelho reprodutor permitindo que a mosca coloque os ovos no interior do fruto, por meio de um ovipositor robusto, dos ovos eclodem larvas de primeiro estágio de vida, que possuem cabeças reduzidas e retraídas, estas possuem três instares larvais pelos quais aumenta de tamanho, o terceiro instar é bastante visível, indo de amarelo claro a intenso, de acordo com a cor da polpa do hospedeiro (Raga et al., 2021).

Terminado o terceiro instar, a larva, pré-pupa, abandona o fruto, cai no solo, e atinge uma profundidade variável de cinco a dez centímetros, no solo, a pré-pupa se transforma rapidamente em pupa, que é imóvel e termina o período pupal, onde surge os adultos que podem ser machos ou fêmeas, e o ciclo se repete (Raga et al., 2021). As larvas da maioria das espécies de *Anastrepha* e *C. capitata* se alimentam dos frutos carnosos ou sementes, atacando várias frutíferas de interesse agrônomico (Norrbom, 2010).

O controle da mosca-das-frutas é realizado principalmente com produtos químicos, no entanto, essa forma de controle tem ocasionado impactos na saúde humana e no meio ambiente, além de favorecer o aparecimento de insetos resistentes e causar a morte de inimigos naturais, além disso, a preocupação com os diversos problemas causados pelo uso indiscriminado de produtos químicos tem conduzido à crescente busca por medidas eficazes de controle de pragas, que proporcionem um menor impacto ambiental e que sejam compatíveis com os programas de manejo integrado de pragas (Nascimento e Carvalho, 2000).

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) leva em consideração diversas técnicas de controle disponíveis e a integração de medidas apropriadas que reduzam o desenvolvimento de pragas (Berini et al., 2018). Para tanto, o desenvolvimento de atrativos e armadilhas confeccionadas com matéria prima de baixo custo é um dos primeiros passos a serem tomados na implantação de um manejo economicamente viável através da captura e do levantamento das espécies nos locais de coleta (Candia et al., 2019).

Os levantamentos das espécies das moscas-das-frutas e seus hospedeiros primários e acidentais, que servem como repositórios naturais e contribuem para a manutenção de populações infestantes, aliados à identificação dos inimigos naturais que regulam suas populações, são fundamentais para o estabelecimento de programas do manejo de pragas em qualquer projeto de exploração econômica na fruticultura (Pirovani et.al., 2010)

Deste modo, ainda há a necessidade de mais pesquisas no sentido de melhorar a compreensão das interações tróficas envolvendo as espécies das moscas-das-frutas, assim como, a elaboração de técnicas de manejo dessas nos agroecossistemas (Peixoto, 2022). Compreender a dinâmica populacional, eficácia das armadilhas e a análise faunística traz resultados para o controle dessa praga no campo, pois a sazonalidade de determinadas moscas-das-frutas ajuda no manejo e reduz a utilização de inseticidas, prevenindo que essas pragas se espalhem por todo o mundo (Alves et al., 2020; Xia et al., 2020).

O número de espécies de moscas-das-frutas descritas na Paraíba é muito pequeno, devido aos poucos estudos científicos de levantamento populacional no estado (Araújo, 2021). Portanto, pesquisas são necessárias para o melhor entendimento da dinâmica interespecífica de moscas-das-frutas, bem como de sua diversidade nos mais diversos hospedeiros (EMBRAPA, 2022).

REFERÊNCIAS

- ALVES, E.D.C.; DANTAS, J.F.; FREIRE, J.L.O.; ARAUJO, E.L.; MACEDO, L.; PACELLIM. Moscas-da frutas (Diptera:Tephritidae) associadas com mangueiras no Seridó Oriental da Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** v.15, p. 127–132. 2020.
- ARAÚJO, J. R. E. S.; GONZAGA, K. S.; SANTOS, J. P. O.; CARTAXO, P. H. A.; OLIVEIRA, G. M.; ARAÚJO, H. M.; LACERDA, L. B.; SABINO, B. T. S. Espécies de moscas-das-frutas descritas na Paraíba e atrativos utilizados para o manejo. **Scientific Electronic Archives**. v. 14 n.7 p.18–24 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.36560/14720211334> Acesso em: 13 out. 2022.
- BERINI, F.; KATZ, C.; GRUZDEV, N.; CASARTELLI, M.; TETTAMANTI, G.; MARINELLI, F. Microbial and viral chitinases: attractive biopesticides for integrated pest management. **Biotechnology advances**, v. 36, n. 3, p. 818-838. 2018.
- BORNAL, D. R.; SILVESTRINI, M. M.; PIO, L. A. S.; COSTA, A. C.; PECHE, P. M.; RAMOS, M. C. P. Brazilian position in the international fresh fruit trade network. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.43. 2021.
- BUAINAIN, M. A.; BATALHA, M. O. (coords.). Cadeia Produtiva de Frutas. 102 p. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura; Brasília: IICA MAPA/SPA. v. 7. 2007.
- CANDIA, I. F.; BAUTISTA, V.; LARSSON HERRERA, S.; WALTER, A.; ORTUÑO CASTRO, N.; TASIN, M.; DEKKER, T. Potential of locally sustainable food baits and traps against the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* in Bolivia. **Pest Management Science**, v. 75, n. 6, p. 1671-1680. 2019.
- EMBRAPA. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e plantas hospedeiras em municípios do estado do Ceará / Nivia da Silva Dias-Pini [et al.]. – Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**. 2022.
- LEITE, S. A.; COSTA, D. R. D.; RIBEIRO, A. E. L.; MOREIRA, A. A.; SÁ NETO, R. J. D.; CASTELLANI, M. A. Oviposition preference and biological performance of *Ceratitis capitata* in Anacardiaceae, Cactaceae and Vitaceae fruit. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 86, 2019 doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1808-1657001282018>.
- MENGUAL, X.; KERR, P.; NORRBOM, A.L.; BARR, N.B.; LEWIS, M.L.; STAPELFELDT, A.M.; SCHEFFER, S.J.; WOODS, P.; ISLAM, M.D. S.; KORYTKOWSKI, C.A.; URAMOTO, K.; RODRIGUES, E.J.; SUTTON, B.D.; NOLAZCO, N.; STECK, G.J.; GAIMARI, S. Phylogenetic relationships of the tribe Toxotrypanini (Diptera: Tephritidae) based on molecular characters. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v 113, p. 84-112, 2017.

- NASCIMENTO, A. S.; SOUZA, J.S.; CASTELLANI, M. A.; PARANHOS, B. A. J.; LEDO, C. A. S. **Incidência e prejuízo econômico das moscas-das-frutas Dip.: Tephritidae: dois estudos de caso.** Anais. **Congresso brasileiro de fruticultura 26.** 2019. Juazeiro, BA/Petrolina, PE. Fruticultura de precisão: desafios e oportunidades - anais. Petrolina: Embrapa Semiárido: UNIVASF: SBF. p. 1904-1907.
- NASCIMENTO, A.S.; CARVALHO, R.S. **Manejo integrado de mosca-das-frutas.** In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, p. 169-174. 2000.
- NORRBOM, A.L. Tephritidae (fruit flies, moscas de frutas). In: BROWN, B.V.; BORKENT, A.; CUMMING, J.M.; WOOD, D.M.; WOODNEY, N.E.; ZUMBADO, M. (Eds.) **Manual of Central American Diptera.** NRC Research Press, Ottawa, v. 2, p. 909–954, 2010.
- NORRBOM, A.L.; BARR, N.B.; KERR, P.; MENGUAL, X.; NOLAZCO, N.; RODRIGUEZ, E.L.; STECK, G.J.; SUTTON, B.D.; URAMOTO, K.; ZUCCHI, R.A. Synonymy of *Toxotrypana Gerstaecker* with *Anastrepha Schiner* (Diptera: Tephritidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v.120, n. 4, p. 834–841, 2018.
- PEIXOTO, T.A.; **Diversidade de Moscas-das-Frutas (Diptera: Tephritidae) na região de fronteira Brasil-Paraguai.** Dissertação. (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade)- Universidade Federal da Grande Dourados, 2022.
- PIROVANI, V.D; MARTINS, D.S; SOUZA, S.A.S; URAMOTO K; Ferreira, P.S.F; Moscas-das-frutas (diptera: tephritidae), seus parasitoides e hospedeiros em Viçosa, zona da mata mineira. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 77, n. 4, p. 727-733, 2010.
- RAGA, A; SOUZA-FILHO, M.F; VOLPE, H.X.L; **Manual das Moscas-das-frutas medidas para o controle sustentável.** Araraquara: Fundecitrus, 33 p. 2021.
- SCIARRETTA, A.; TABILIO, M. R.; AMORE, A.; COLACCI, M.; MIRANDA, M. Á.; NESTEL, D. Defining and evaluating a decision support system (DSS) for the precise pest management of the mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*, at the Farm Level. **Agronomy**, v. 9, n. 10, p. 608, 2019. Doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy9100608>.
- SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Fruticultura: **moscas-das-frutas (biologia e manejo)**/ Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR). — 1. ed. 44p. il. Brasília: SENAR, 2016.
- SILVA, E.V.C.; MARTINS, M.M.S.; SILVA, B.K.S.; FERREIRA, L.E.; ELIZIETE PEREIRA DE SOUZA, E.P. **Impactos do ensacamento de frutos na fruticultura brasileira: uma revisão.** Anais. **Cointer PDVA Agro. VI congresso nacional de ciências agrárias.** 2021. Doi: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.VICOINTERPDVAgro.0075>.
- SILVA, M. E. S.; WOCHNER, M. A.; SOUSA, M. D. S. M.; BARRETO, M. R.; & SILVA, R.A. Moscas-das-frutas (Diptera: tephritidae), suas plantas hospedeiras e parasitoides (Hymenoptera: braconidae) no norte do estado de Mato Grosso, Brasil. **Nativa**. v. 7, p. 513-519. 2019.

XIA, Y.; OUYANG, G.; MA, X.; HOU, B.; HUANG, J.; HU, H.; FAN, G. Trapping tephritid fruit flies (Diptera: Tephritidae) in citrus groves of Fujian Province of China **Journal of Asia-Pacific Entomology**. v. 23, p. 879–882, 2020.

ZUCCHI, R.A., & MORAES, R.C.B. '**Fruit flies in Brazil – *Anastrepha* species their host plants and parasitoids**'. 2022. updated on January of 2022. Disponível em: <http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha> acesso em: 10 de mai. 2022.

BIODIVERSIDADE E NÍVEL DE INFESTAÇÃO DAS MOSCAS-DAS-FRUTAS (DIPTERA: TEPHRITIDAE) NA MESORREGIÃO DO AGRESTE PARAIBANO

BIODIVERSITY AND INFESTATION LEVEL OF FRUIT FLIES (DIPTERA: TEPHRITIDAE) IN THE PARAIBA'S WILDERNESS MESOREGION

ABSTRACT

Fruit flies are the main pests of fruit production worldwide, especially individuals of the Tephritidae family. In this, the genus *Anastrepha* comprises the species with the greatest economic impact in the Neotropical region. The species *Ceratitis capitata* is an exotic species and the only representative of its genus in Brazil. Due to its importance and the lack of studies in the region, the objective of this work was to know the diversity of fruit flies in the Agreste Mesoregion of Paraíba and to obtain information about their hosts, their parasitoids and the level of infestation. For this, mature soil and plant fruits were obtained from monthly collections in orchards in 16 municipalities, in which PET bottle traps were also placed to monitor adults using 5% hydrolyzed protein as a food attractant. The evaluated parameters were diversity and infestation indices. A total of 9.472 specimens were collected from fruits and traps and 14 species belonging to the genus *Anastrepha* were identified, in addition to the species *Ceratitis capitata*. 2.770 adults of *Anastrepha* spp. and *Ceratitis capitata* in the collected fruits. Infestation rates were evaluated in 10 plant species, with 12.305 fruits collected with 9.691 pupae. Highest levels of infestations were observed in cajá, acerola and seriguela cultures and the parasitoids found belong to the Braconidae family. The research records for the first time the species *Anastrepha manihoti* in the Agreste Mesoregion of Paraíba: Accidental species predominated, of which the most abundant was *Anastrepha fraterculus*.

Keywords: *Anastrepha*. *Ceratitis capitata*. Paraíba. Diversity. Infestation.

RESUMO

As moscas-das-frutas são as principais pragas da fruticultura mundial, destacando-se os indivíduos da família Tephritidae. Nesta, o gênero *Anastrepha* compreende as espécies de maior impacto econômico da região neotropical. Já a espécie *Ceratitis capitata* é uma espécie exótica e a única representante do seu gênero no Brasil. Devido a sua importância e a carência de estudos na região o objetivo deste trabalho foi registrar a assembleia de tefritídeos na Mesorregião do Agreste Paraibano, bem como caracterizar as populações através de diferentes índices faunísticos, infestação dos frutos e parasitismo. Para isso, frutos maduros de solo e de planta foram obtidos a partir de coletas mensais em pomares de 16 municípios, nos quais também foram colocadas armadilhas de garrafas PET para monitoramento dos adultos utilizando como atrativo alimentar proteína hidrolisada a 5%. Os parâmetros avaliados foram índices de diversidade e de infestação. Foram coletados 9.472 espécimes em frutos e armadilhas e identificadas 14 espécies pertencentes ao gênero *Anastrepha* além da espécie *Ceratitis capitata*. Emergiram 2.770 adultos de *Anastrepha* spp. e *Ceratitis capitata* nos frutos coletados. Os índices de infestação foram avaliados em 10 espécies vegetais, sendo coletados 12.305 frutos com 9.691 pupários. Os maiores níveis de infestações foram observados nas culturas docajá, acerola e seriguela e os parasitoides encontrados pertencem à família Braconidae. A pesquisa registra pela primeira vez a espécie *Anastrepha manihoti* na Mesorregião do Agreste paraibano: Predominou espécies acidentais das quais a mais abundante foi *Anastrepha fraterculus*.

Palavras-chaves: *Anastrepha* spp. *Ceratitis capitata*. Paraíba. Diversidade. Infestação.

2 INTRODUÇÃO

As moscas-das-frutas são consideradas as principais pragas da fruticultura mundial, ocasionando danos diretos e indiretos tornando os frutos impróprios para o consumo *in natura* (Alves et al., 2019; Raga et al., 2021). Por esse motivo, várias espécies das moscas-das-frutas assumiram o status de praga primária na indústria frutícola mundial (Soares et al., 2020).

A soma das perdas diretas e indiretas causadas pelas moscas-das-frutas pode exceder o valor de US\$ 1 bilhão/ano no mundo e US\$ 242 milhões/ano no Brasil (EMBRAPA, 2022) o que causa prejuízos na produção e comercialização, tornando o controle efetivo das moscas-das-frutas uma necessidade global (Camargos et al., 2017). Desse modo, necessita-se de monitoramento constante para o controle populacional desta praga.

As maiores áreas cultivadas com fruticultura no Brasil estão no Nordeste, quase 52% (Vidal, 2021) e a cada ano aumentam a área e a diversificação de fruteiras exploradas no estado da Paraíba, como a produção de frutos que se concentra nas microrregiões do Litoral, do Agreste Paraibano, do Brejo Paraibano e do Curimataú (IBGE/SIDRA, 2019). Isso torna importante o monitoramento de pragas como as moscas-das-frutas, entretanto, percebe-se que no estado na Paraíba as informações sobre a bioecologia destes tefritídeos são escassas (Silva, 2018).

O monitoramento é uma ferramenta útil para identificação das pragas, e somado a coleta de informações sobre sua flutuação populacional, seus respectivos hospedeiros e os danos diretos causados, podem evitar perdas futuras em culturas de frutíferas e hortícolas, melhorando as práticas e métodos de controle (Louzeiro et al., 2021). Atualmente, os principais gêneros monitorados são: *Ceratitis*, *Anastrepha* spp. *Bactrocera* e *Rhagoletis* (Yazid et al., 2020). Destes, o gênero *Anastrepha* spp. e a espécie *Ceratitis capitata* são considerados de grande importância devido o potencial de causar danos econômicos a uma variedade diversificada de hospedeiros de frutas e vegetais frescos (Nicácio & Uchoa 2011; Zucchi & Moraes 2022).

Diante dos danos ocasionados pelas moscas-das-frutas a fruticultura brasileira, é de extrema importância o conhecimento das espécies presentes em áreas de pomares comerciais e também em pomares domésticos. Desta forma, essa pesquisa teve como registrar a assembleia de tefritídeos na Mesorregião do Agreste Paraibano, bem como caracterizar as populações através de diferentes índices faunísticos, infestação dos frutos e parasitismo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Locais de coleta

As coletas foram realizadas no período de 2012 a 2021. Às áreas de estudo situam-se na Mesorregião do Agreste Paraibano, incluindo os seguintes municípios:

Tabela 1. Locais de coleta na Mesorregião do Agreste paraibano

Municípios	Coordenadas
Alagoa Grande	S 07° 01' 53.6 W 035° 38' 12.1"
Alagoa Nova	S 07° 04' 56.3" W 035° 48' 53.1"
Areia	S 06° 59' 22.7" W 035° 44' 00.2 "
Areial	S 7° 02' 52" W 035° 55' 51"
Bananeiras	S 06° 43' 44.3" W 035° 39' 24.0"
Barra de Santa Rosa	S 06° 43' 12" W 036° 3' 39"
Borborema	S 06° 47' 37.7" W 035° 35' 53.2"
Cuité	S 06° 29' 6" W 036° 9' 25"
Esperança	S 07° 1' 22" W 035° 51' 36"
Matinhas	S 07 06' 40.0" W 035° 49' 10.5"
Montadas	S 07° 05' 16" W 035° 57' 32"
Nova Floresta	S 06° 27' 38,79" W 036° 12' 36,99"
Pilões	S 06° 56' 45,4" W 035° 39' 38.2"
Remígio	S 06° 57' 50" W 035° 47' 50"
São Sebastião de Lagoa de Roça	S 07° 6' 30" W 035° 52' 0"
Serraria	S 06° 49' 03.8" W 035° 39' 19.4"

3.2 Amostragem

A captura dos insetos adultos foi realizada com auxílio de armadilhas plásticas (PET), contendo 300mL de solução aquosa de proteína hidrolisada a 5% (BioAnastrepha[®]), sendo instaladas a uma altura média de 1,50 m da copa das árvores, e o atrativo alimentar substituído mensalmente. O material coletado foi transferido para recipientes plásticos devidamente etiquetados contendo álcool 70% e levados ao Laboratório de Invertebrados do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba- Areia/PB para triagem e identificação das espécies.

Os frutos foram coletados das árvores e do solo uma vez por mês, de acordo com a disponibilidade, sendo preferencialmente frutos maduros ou em início de maturação. Após a

coleta, os frutos foram transportados em caixas até o Laboratório de Invertebrados, do Departamento de Biociências/Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba – Areia/PB, onde foram contados, individualizados por tipo de fruto, pesados e mantidos em bandejas plásticas teladas com uma camada de dois centímetros de areia esterilizada. As bandejas foram etiquetadas com os dados de campo, decorrido o período de 10-13 dias, os frutos, já em estágio de decomposição, foram examinados a fim de localizar larvas de 3º instar e, posteriormente, descartados. As bandejas foram examinadas periodicamente e os pupários coletados foram armazenados em placas de Petri com areia esterilizada, sendo cobertos por tecido “voil” e mantidos no laboratório até a emergência das moscas e/ou parasitoides.

3.3 Identificação

Os espécimes de *Anastrepha* spp. e *C. capitata* foram separados, contados e fixados em álcool 70% dentro de identificadores de coleção. Todas os espécimes foram separados por sexo e apenas as fêmeas foram identificadas, através dos acúleos presentes no ovipositor, uma vez que os machos não apresentam os caracteres diagnósticos para a identificação. As fêmeas foram identificadas pela Dra. Clarice Diniz Alvarenga Corsato - Universidade Estadual de Montes Claros, Campus Janaúba-MG e o Dr. Elton Lúcio de Araújo da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN.

3.4 Análise

Cada município obteve uma população de moscas-das-frutas com características próprias, determinadas pelos índices de frequência, constância, dominância, índices de diversidade de Shannon-Wiener e Simpson (Pinto Coelho, 2000; Silveira neto *et. al.*, 1976). Os parâmetros avaliados foram analisados utilizando as seguintes fórmulas:

3.4.1 Frequência

A frequência indica a proporção de indivíduos de uma espécie em relação ao total de indivíduos da amostra. Foi calculada de acordo com a fórmula:

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

3.4.2 Constância (C)

Porcentagem de amostras em que uma determinada espécie esteve presente, sendo calculada de acordo com a fórmula:

$$C = \frac{p \cdot 100}{N}$$

Onde: p : número de amostras com a espécie e N : número total de amostras tomadas.

Classificação das espécies quanto à constância:

- Espécie constante (w): presente em mais de 50% das amostras
- Espécie acessória (y): presente em 25-50% das amostras
- Espécie acidental (z): presente em menos de 25% das amostras

3.4.3 Riqueza (S)

Refere-se ao número total de espécies observadas na comunidade.

3.4.4 Número de espécies dominantes

Uma espécie é considerada dominante quando apresenta frequência superior a $1/S$, onde S é o número total de espécies na comunidade.

3.4.5 Índice de Simpson

É um índice de dominância e reflete a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso na comunidade pertencerem a uma mesma espécie. Os maiores valores do índice de Simpson indicam uma menor diversidade e maior dominância da espécie.

$$\lambda = \frac{\sum p_i^2}{1}$$

Onde p_i : proporção de cada espécie, para i variando de 1 a S (Riqueza) e p_i : frequência da espécie i .

3.4.6 Índice de Shannon

Mede o grau de incerteza em prever a que espécie pertencerá um indivíduo escolhido aleatoriamente, de uma amostra com S espécie e N indivíduos. Quanto menor o índice de Shannon, menor o grau de incerteza e portanto, a diversidade da amostra é baixa. A diversidade tende a ser mais alta quanto maior o valor do índice.

$$H' = \frac{S}{-\sum (p_i \cdot \ln p_i)}$$

Onde pi é a frequência de cada espécie, para i variando de 1 a S (Riqueza).

3.4.7 Parâmetros avaliados com base nas coletas dos frutos (Índices de infestação)

3.4.8 Nível de Infestação

O nível de infestação foi calculado através do número médio de pupários por fruto e do número de pupários por quilo de fruto (Araujo & Zucchi, 2003).

$$NI = \frac{\text{Número de pupários}}{\text{Kg de fruto}}$$

3.4.9 Taxa de emergência (E)

Calculou-se de acordo com Castro Portilla (2002).

$$E\% = \frac{\text{Número de moscas emergidas} \times 100}{\text{Número de pupários}}$$

3.4.10 Nível de parasitismo (PT)

O nível de parasitismo, expresso em porcentagem, foi calculado de acordo com Castro Portilla (2002).

$$PT\% = \frac{\text{Número de parasitóides emergidos} \times 100}{\text{Número de moscas emergidas} + \text{Número de parasitoides}}$$

As análises estatísticas foram conduzidas através dos índices de diversidade analisados, onde se utilizou dados de ocorrência das espécies em cada amostra e foram construídas curvas de acumulação e realizadas estimativas de riqueza de espécies utilizando o pacote R iNEXT. O cálculo traçou as curvas de amostragem de rarefação e extrapolação contínuas para os três membros mais amplamente usados no índice de Hill: riqueza de espécies, diversidade de Shannon e diversidade de Simpson. Para comparar os dados de rarefação dos índices de diversidade, as amostras tiveram intervalos de confiança de 95%. Todas as análises foram realizadas no ambiente R 4.0.3 (R Core Team, 2020).

4 RESULTADOS

Para todas as áreas amostradas, 9.472 espécimes de moscas-das-frutas foram coletados nas armadilhas e frutos, destas, 1.356 pertencem a espécie *C. capitata* (473 machos e 883 fêmeas) e 8116 pertencem ao gênero *Anastrepha* spp. (4001 machos e 4115 fêmeas). Do gênero *Anastrepha* foram identificadas 14 espécies, sendo essas: *A. fraterculus*, *A. obliqua*, *A. distincta*, *A. pinckeli*, *A. manihoti*, *A. dissimilis*, *A. antunesi*, *A. sororcula*, *A. zenildae*, *A. serpentina*, *A. barbiellinii*, *A. bahiensis*, *A. hadropickeli*, *A. turpiniae*.

Para os frutos da planta e do solo, foram coletados 2.151 espécimes, sendo identificadas nove espécies, destas, *A. obliqua* foi a mais frequente (36,40), enquanto que *A. barbiellinii*, *A. turpiniae* e *A. distincta* apresentaram menor frequência (0,046). Observa-se que não se estabelece nenhuma espécie constante, e a predominância são de espécies acidentais. Entre as localidades, a cidade de Areia apresentou maior riqueza de espécies ($S=9$) a maior diversidade de Shannon ocorreu na cidade de Borborema (1,48) e a menor em Pilões (1,0) (Tabela 2).

Tabela 2. Caracterização das populações das moscas-das-frutas capturadas em frutos, através de análise faunística, na Mesorregião do Agreste paraibano

ESPÉCIES	A. N	A.G	AREIA	BAN	BORB	MAT	PIL	SER	CUITÉ
<i>A. fraterculus</i>	5	7	540	8	28	-	-	-	-
<i>A. obliqua</i>	8	3	624	38	17	14	67	11	-
<i>A. distincta</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>A. antunesi</i>	-	-	54	-	-	-	-	-	-
<i>A. sororcula</i>	7	7	315	32	22	8	33	19	-
<i>A. zenildae</i>	-	-	13	-	4	-	-	-	-
<i>A. bahiensis</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>A. turpiniae</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>C. capitata</i>	6	6	74	14	20	5	24	10	2
Total	26	23	1623	92	91	27	124	40	2
S	4	4	9	4	5	3	3	3	1
H'	1,371	1,340	1,358	1,231	1,489	1,013	1,002	1,055	0
Simpson	0,742	0,729	0,7006	0,677	0,761	0,609	0,599	0,636	0

ESPÉCIES	REM	B.S.R	ESP	AR	MON	S.S.L.R	N.F	F	C	D
<i>A. fraterculus</i>	-	-	-	-	-	-	-	27,33	Z	D
<i>A. obliqua</i>	-	-	-	-	-	-	1	36,40	Y	D
<i>A. distincta</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,046	Z	N
<i>A. antunesi</i>	-	-	-	-	-	-	-	2,510	Z	N
<i>A. sororcula</i>	5	-	-	-	-	-	86	24,82	Z	D
<i>A. zenilda</i>	-	-	-	-	-	-	2	0,883	Z	N
<i>A. bahiensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,046	Z	N
<i>A. turpiniae</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,046	Z	N
<i>C. capitata</i>	-	-	-	-	-	-	9	7,903	Z	D
Total	5	0	0	0	0	0	98			
S	1	0	0	0	0	0	4			
H'	0	0	0	0	0	0	0,460			
Simpson	0	1	1	1	1	1	0,220			

Número de moscas capturadas (fêmeas); F=Freqüência relativa (%); Constância (w = constante, y = acessória e z = acidental); D = dominante e n = não dominante); S= Riqueza; H' = Índice de diversidade de Shannon-Wiener; Simpson= Índice de diversidade de Simpson. A.Nova: Alagoa Nova; Rem: Remígio; Esp: Esperança; A. Grande: Alagoa Grande; B.S.R: Barra de Santa Rosa; AR: Areial; S.S.L.R: São Sebastião de Lagoa de Roça; N. Floresta: Nova Floresta

Nas armadilhas foram obtidos 3.614 pertencentes a 13 espécies. As espécies mais frequentes foram a *A. fraterculus* (36,24), seguido da *A. obliqua* (19,84), as espécies *A. barbiellini*, *A. hadropickeli*, e *A. manihoti* foram menos frequentes. Observa-se que não se estabelece nenhuma espécie constante, e a predominância são espécies acidentais. Entre as localidades, a cidade de Bananeiras apresentou maior riqueza de espécies ($S=11$) enquanto a cidade de Bananeiras apresentou maior diversidade com índice Shannon de 1,64 e o menor índice em Alagoa Grande (0,8) (Tabela 3)

Tabela 3. Caracterização das populações das moscas-das-frutas capturadas em armadilhas, através de análise faunística, na Mesorregião do Agreste paraibano

ESPÉCIE	A. NOV	A. GRAN	AREIA	BAN	BORB	MAT	PIL	SER	CUITÉ
<i>A. fraterculus</i>	149	3	334	265	344	13	110	91	-
<i>A. obliqua</i>	22	21	86	139	49	13	21	357	-
<i>A. distincta</i>	5	3	10	57	17	-	4	5	-
<i>A. pickeli</i>	-	1	1	-	-	1	-	2	-
<i>A. manihoti</i>	1	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>A. dissimilis</i>	2	-	1	5	1	1	1	21	-
<i>A. antunesi</i>	-	-	13	21	20	-	2	8	-
<i>A. sororcula</i>	128	3	44	318	55	10	12	32	-
<i>A. zenildae</i>	-	-	3	8	-	-	-	5	-
<i>A. serpentina</i>	-	-	1	5	-	-	-	-	-
<i>A. barbiellinii</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	-
<i>A. hadropickeli</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. capitata</i>	99	81	64	253	15	15	10	74	-
Total	407	112	557	1074	501	53	160	595	0
S	8	6	10	11	7	6	7	9	0
H'	1,342	0,881	1,266	1,648	1,088	1,511	1,070	1,285	0
Simpson	0,704	0,439	0,596	0,775	0,503	0,763	0,499	0,596	1

ESPÉCIE	REM	B.S.R	ESP	AREIAL	MONT	S.S.L.R	N. F	F	C	D
<i>A. fraterculus</i>	-	-	-	-	-	-	1	36,24	y	D
<i>A. obliqua</i>	-	-	-	-	-	-	9	19,84	z	D
<i>A. distincta</i>	-	-	-	-	-	-	-	2,794	z	D
<i>A. pickeli</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,138	z	N
<i>A. manihoti</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,055	z	N
<i>A. dissimilis</i>	-	-	-	-	-	-	10	1,162	z	N
<i>A. antunesi</i>	-	-	-	-	-	-	-	1,770	z	D
<i>A. sororcula</i>	2	-	-	-	-	-	73	18,73	z	D
<i>A. zenildae</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,442	z	N
<i>A. serpentina</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,166	z	N
<i>A. barbiellini</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,055	z	N
<i>A. hadropickeli</i>	-	-	-	-	-	-	1	0,055	z	N
<i>C. capitata</i>	-	-	-	-	-	-	59	18,53	z	D
Total	2	0	0	0	0	0	153			
S	1	0	0	0	0	0	6			
H'	0	0	0	0	0	0	1,131			
Simpson	0	1	1	1	1	1	0,615			

Número de moscas capturadas (fêmeas); F=Freqüência relativa (%); Constância (w = constante, y = acessória e z = acidental); D = dominante e n = não dominante); S= Riqueza; H' = Índice de diversidade de Shannon-Wiener; Simpson= Índice de diversidade de Simpson. A. Nova: Alagoa Nova; Rem: Remígio; Esp: Esperança; A. Grande: Alagoa Grande; B.S.R: Barra de Santa Rosa; S.S.L.R: São Sebastião de Lagoa de Roça; N. Floresta: Nova Floresta

Em relação aos locais de coletas, tanto para armadilhas como para frutos, os municípios com maior número de espécimes capturadas foram: Alagoa Grande, Alagoa Nova, Areia, Bananeiras, Borborema, Matinhas, Serraria, Pilões e Nova Floresta. Essas cidades, com exceção de Nova Floresta, estão presentes na serra da Paraíba, região denominada como Microrregião do Brejo Paraibano. Em contrapartida as cidades de: Cuité, Remígio, Barra de Santa Rosa, Esperança, Areial, Montadas e São Sebastião de Lagoa de Roça apresentaram baixo ou nenhum número de espécimes capturadas.

Nas tabelas 2 e 3, observa-se que os resultados do índice de Shannon indicou um valor consideravelmente baixo variando de 0,8 em Alagoa Grande e 1,64 na cidade de Bananeiras. De acordo com Margalef (1972), esse índice raramente ultrapassa o valor de 4,5, obtendo uma variação de 1,5 a 3,5.

Quanto aos índices de infestação, obtidos a partir de 10 culturas diferentes, foram coletados um total de 12.305 frutos e 9.691 pupários (Tabela 4), o maior nível de infestação foi detectado na cultura do cajá (*Spondias mombin*) (66,66) e seriguela (*Spondias purpurea*) (57,84), e a maior taxa de emergência de adultos na cultura da acerola (*Malpighia emarginata*) (45,23). Entretanto a goiaba branca (*Psidium* sp.) e a laranja (*Citrus sinensis*) obtiveram as menores taxas de emergência: 4,44 e 11,53 respectivamente. Em relação ao cálculo de pupários por fruto, percebeu-se uma maior quantidade de pupários por frutos na goiaba (*Psidium guajava*) (2,26) e menor quantidade na cultura da acerola *Malpighia emarginata* (0,13).

Tabela 4. Índices de infestação das moscas-das-frutas na Mesorregião do Agreste paraibano

Nome Científico	Nome comum	N° frutos	N° pupários	N° adultos	Kg/ frutos	Nível de infestação	Pupários /fruto	Taxa de emergência
<i>Psidium guajava</i>	Goiaba	2.432	5.503	1.759	136.4	40,31	2,262	31,96
<i>Mangifera indica</i>	Manga	354	196	44	75.89	2,582	0,553	22,44
<i>Spondias purpurea</i>	Seriguela	4.533	2339	445	40.43	57,84	0,515	19,02
<i>Malpighia emarginata</i>	Acerola	2.234	294	133	8.896	33,04	0,131	45,23
<i>Citrus reticulata</i>	Tangerina	447	77	17	36.37	2,116	0,172	22,07
<i>Citrus sinensis</i>	Laranja	116	26	3	11.57	2,246	0,224	11,53
<i>Spondias</i> sp.	Umbu-Cajá	363	114	21	4.108	27,75	0,314	18,42
<i>Spondias monbim</i>	Cajá	1.665	914	299	13.71	66,66	0,548	32,71
<i>Averrhoa carambola</i>	Carambola	129	183	47	5.607	32,63	1,418	25,68
<i>Psidium</i> sp	Goiaba branca	32	45	2	1.437	31,31	1,406	4,444
	Total	12.305	9.691	2.770	334,52	28,969	0,7875	28,58

Nos frutos avaliados foram encontrados tefritídeos (89,46%) e parasitoides (10,54%) sendo este último pertencente à família Braconidae com ocorrência em goiaba (*P. guajava*), seriguela (*S. purpurea*), cajá (*S. Mombim*), carambola (*A. carambola*) acerola (*M. emarginata*) e manga (*M. indica*) (Figura 1).

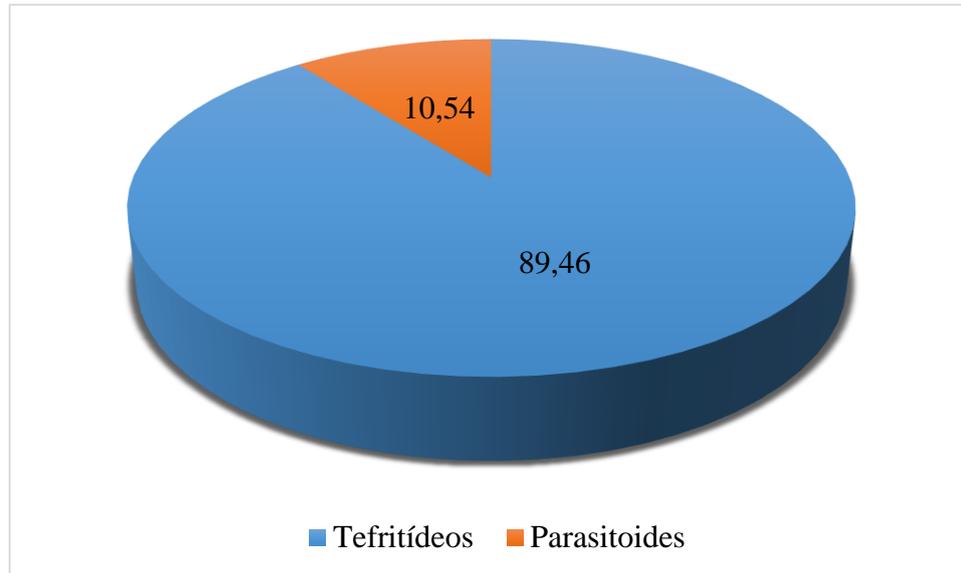


Figura 1- Porcentagem dos tefritídeos e parasitoides obtidos de frutos (coletados no solo e planta) na Mesorregião do Agreste Paraibano

A figura 2 apresenta os resultados que indicam uma certa estabilidade na dominância e homogeneidade da comunidade de tefritídeos, sugerindo que a diversidade está bem representada nas amostras ou que haveria pouca mudança se mais amostras fossem acrescentadas. No entanto, o índice de diversidade de Hill mostrou uma leve inclinação em alguns locais de amostragem, indicando que ainda há uma pequena possibilidade de registrar novas espécies na região. O comportamento das curvas foi diferente para Hill em relação a Simpson e Shannon.

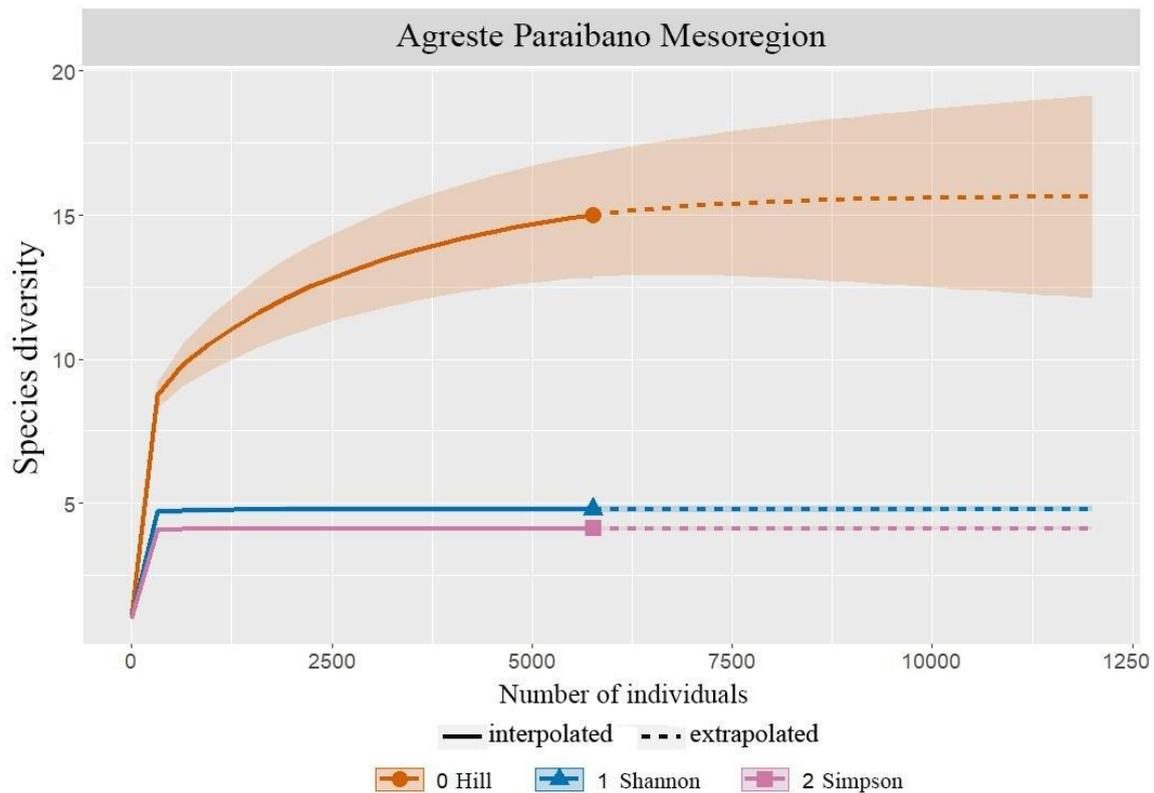


Figura 2. Curvas de amostragem baseadas no tamanho da amostra (linhas sólidas) de rarefação e extrapolação (linhas tracejadas) com intervalos de confiança de 95% (áreas sombreadas, baseado em um método de bootstrap com 500 replicações) comparando a riqueza de moscas - das-frutas na Mesorregião do Agreste Paraibano. As amostras observadas são indicadas pelo ponto e pelo triângulo sólido. A extrapolação se estende até um tamanho máximo de amostra de 12.000.

No entanto, é possível considerar que as estimativas projetadas para Shannon e Simpson neste trabalho são próximas aos valores observados (Tabela 5), pois demonstram uma certa estabilidade na dominância e homogeneidade da comunidade de tefritídeos, sugerindo pouca ou nenhuma mudança com um maior número de amostras. Em contrapartida, o índice de diversidade de Hill para todas as cidades apresentou leve inclinação e só atingiu a assíntota em 15 espécies, com uma estimativa de 15,66 espécies (Figura 2).

Tabela 5. Índice de diversidade geral, interpolação e extrapolação da Mesorregião do Agreste Paraibano, com os limites inferiores (LCL) e superiores (UCL) de confiança.

Cidade	Diversidade	Observado	Estimativa	LCL	UCL
Alagoa Nova	Riqueza de espécies-Hill	8,0	9,995	8,18	30,082
Alagoa Nova	Diversidade de Shannon	3,9	3,956	3,912	4,205

Alagoa Nova	Diversidade de Simpson	3,5	3,499	3,479	3,695
Alagoa Grande	Riqueza de espécies-Hill	6,0	6,0	6	7,56
Alagoa Grande	Diversidade de Shannon	3,0	3,053	2,994	3,507
Alagoa Grande	Diversidade de Simpson	2,2	2,201	2,181	2,572
Areia	Riqueza de espécies-Hill	12,0	21,995	13,909	64,348
Areia	Diversidade de Shannon	4,0	4,038	4,019	4,17
Areia	Diversidade de Simpson	3,3	3,349	3,345	3,459
Bananeiras	Riqueza de espécies-Hill	11,0	11,5	11,03	19,436
Bananeiras	Diversidade de Shannon	5,2	5,194	5,169	5,417
Bananeiras	Diversidade de Simpson	4,5	4,494	4,48	4,656
Borborema	Riqueza de espécies-Hill	8,0	8,0	8	9,436
Borborema	Diversidade de Shannon	3,421	3,442	3,421	3,73
Borborema	Diversidade de Simpson	2,327	2,332	2,327	2,563
Matinhas	Riqueza de espécies-Hill	6,0	6,987	6,072	19,513
Matinhas	Diversidade de Shannon	4,279	4,464	4,279	4,92
Matinhas	Diversidade de Simpson	3,941	4,093	3,941	4,606
Pilões	Riqueza de espécies-Hill	7,0	7,498	7,029	15,417
Pilões	Diversidade de Shannon	4,0	4,07	4,02	4,393
Pilões	Diversidade de Simpson	3,5	3,531	3,5	3,827
Serraria	Riqueza de espécies-Hill	9,0	9,0	9	9,872
Serraria	Diversidade de Shannon	3,8	3,794	3,77	4,107
Serraria	Diversidade de Simpson	2,6	2,626	2,62	2,874
Cuité	Riqueza de espécies-Hill	1,0	1,0	1	1,799
Cuité	Diversidade de Shannon	1,0	1,0	1	1
Cuité	Diversidade de Simpson	1,0	1,0	1	1
Remígio	Riqueza de espécies-Hill	1,0	1,0	1	1,06
Remígio	Diversidade de Shannon	1,0	1,0	1	1
Remígio	Diversidade de Simpson	1,0	1,0	1	1
Nova Floresta	Riqueza de espécies-Hill	7,0	8,992	7,18	29,048
Nova Floresta	Diversidade de Shannon	2,7	2,718	2,671	3,038
Nova Floresta	Diversidade de Simpson	2,1	2,101	2,092	2,324
Todas as cidades	Riqueza de espécies-Hill	15,0	15,667	15,057	22,803
Todas as cidades	Diversidade de Shannon	4,792	4,798	4,792	4,893

Todas as cidades	Diversidade de Simpson	4,128	4,13	4,128	4,2
------------------	------------------------	-------	------	-------	-----

A Figura 3 apresenta os resultados da diversidade beta de tefritídeos por cidade, que se relaciona com as diferenças na riqueza de espécies e suas abundâncias na comunidade entre os sítios de amostragem de acordo com Magurran, 1988. Em geral, o comportamento das curvas foi relevante para Areia, Bananeiras e Alagoa Nova, onde se observaram as maiores riquezas observadas e estimadas em relação aos outros sítios, com destaque para Areia, que não atingiu a assíntota, demonstrando a necessidade de mais amostras e uma projeção de aproximadamente 22 espécies de tefritídeos. Na cidade de Cuité e Remígio, as estimativas previram o menor índice de diversidade, resultado da menor riqueza de espécies encontradas em comparação com as outras cidades, além disso, os outros locais de amostragem alcançaram a assíntota em proporções diferentes de indivíduos, com intervalos de confiança (IC) variáveis. Isso indica que ainda existe a possibilidade de registrar novas espécies, ou que o número de amostras é insuficiente para representar essas áreas. O limite inferior (LCL) e superior (UCL) de confiança, usando 500 replicações de *bootstrap*, indicam variações significativas nos valores apresentados (Tabela 5).

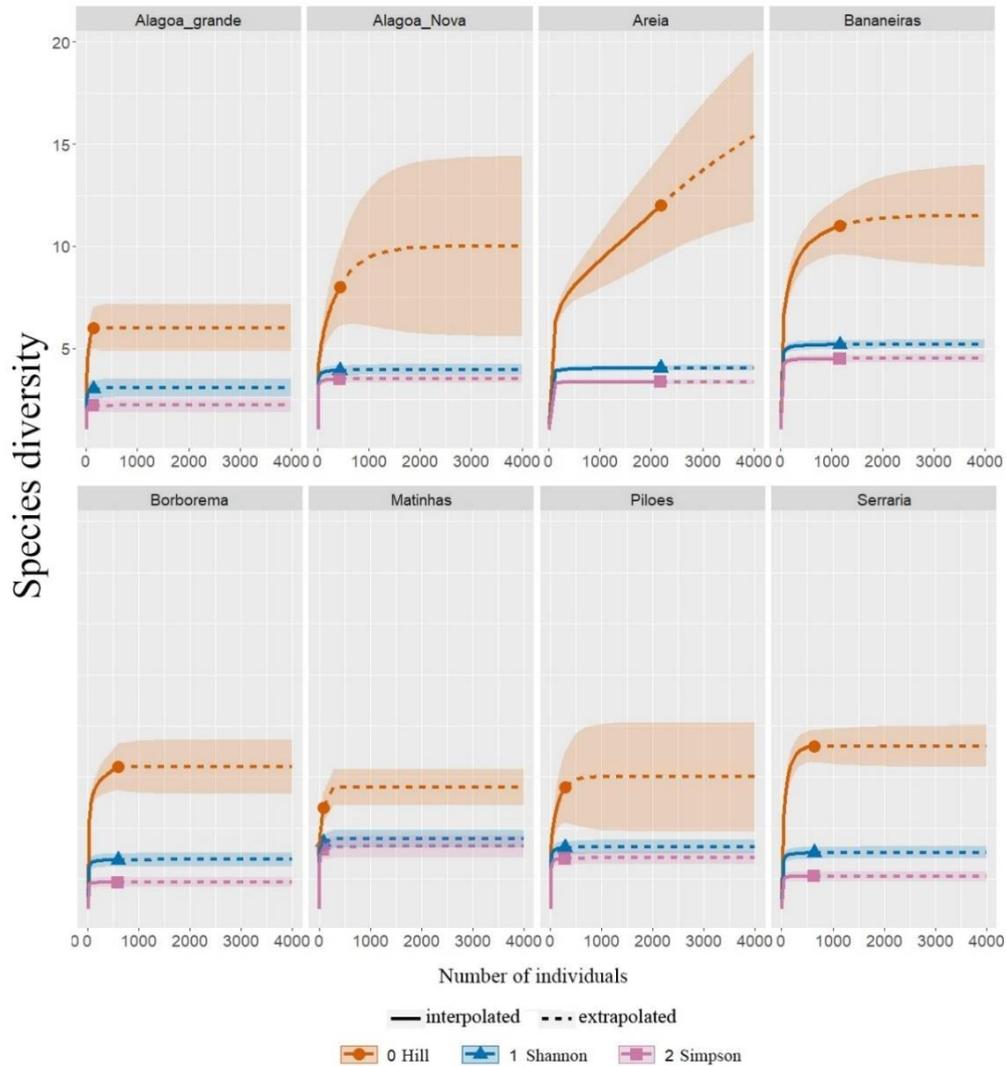


Figura 3. Curvas de amostragem baseadas no tamanho da amostra (linhas sólidas) de rarefação e extrapolação (linhas tracejadas) com intervalos de confiança de 95% (áreas sombreadas, baseado em um método de bootstrap com 500 replicações) comparando a riqueza de moscas-das-frutas por sítio de amostragem. As amostras observadas são indicadas pelo ponto e triângulo sólidos. A extrapolação se estende até um tamanho máximo de amostra de 4.000.

Entretanto, é importante ressaltar que esses dados foram obtidos em pomares de agricultura familiar, dentro ou próximo de cidades. É fundamental realizar o mesmo experimento dentro das florestas preservadas na Mesorregião do Brejo Paraibano para comparar a diversidade de espécies nesses ambientes que abrigam plantas nativas que são hospedeiras das moscas-das-frutas.

5 DISCUSSÃO

Os resultados dessa pesquisa apontam um índice considerável de espécies de tefritídeos coletados na área amostral da Microrregião do Brejo Paraibano. A maior ocorrência das espécies nessas localidades pode estar relacionada com a distribuição espacial da temperatura média mensal do ar de janeiro a dezembro que apresentam baixos valores devido estarem inseridos em áreas de altitudes mais elevadas (Francisco et al., 2017). Outro fator importante para o aumento de espécies de moscas-das-frutas se dá através da umidade relativa do ar que é mais alta nas cidades do brejo paraibano, Salles et al., (1995), destaca que a umidade relativa do ar ótima para *A. fraterculus* se situa entre 70 e 80% que coincide com a espécie de maior ocorrência nessa pesquisa.

As cidades com baixo ou nenhum número de espécimes capturadas pode ser explicada pela ausência da variabilidade de plantas hospedeiras, devido as condições ambientais características da região, a exemplo de baixa precipitação, umidade relativa do ar e altas temperaturas (Silva, 2018). Augusto (2019), avaliando a fauna das moscas no ambiente do Cerrado, relatou que a riqueza e a diversidade das espécies em um local são determinadas e influenciadas pela diversidade da vegetação presente e pelos fatores abióticos, como umidade e incidência de luz solar. Existe uma relação direta entre a diversidade de árvores e a estrutura da vegetação dos habitats, de modo que a formação vegetal e sua complexidade interferem na localização de recursos, o que pode influenciar na composição da comunidade de dípteros, sua distribuição e diversidade (Moreira et al., 2014; Scherber et al., 2014).

Nessa pesquisa o resultado das espécies mais frequentes se assemelha ao trabalho de Uchoa (2012) que relata a existência de 14 espécies de *Anastrepha* spp. que ocorrem em maior frequência no Brasil, trazendo prejuízos econômicos à fruticultura/horticultura, entre elas são citadas a *A. fraterculus* e *A. obliqua*. Essa frequência pode estar relacionada com o status dessas duas espécies como pragas por três fatores principais: a existência de várias espécies hospedeiras, sua ampla distribuição na região Neotropical (do México à Argentina) e os danos diretos que podem causar às frutas (Uchoa & Nicácio, 2010).

Cladera et al., (2014) também afirmam que a maior frequência apresentada por *A. fraterculus* pode estar relacionada com a quantidade dessa espécie na América do Sul, que pode ser observada tanto em habitats cultivados quanto em habitats naturais, isso torna sua predominância maior. Além disso, *A. fraterculus* ataca frutos em qualquer estágio de desenvolvimento, inclusive frutos verdes (Raga, et al., 2021).

A disponibilidade de hospedeiros é crucial para manter uma alta densidade de indivíduos, existindo uma forte relação entre a frutificação e os níveis populacionais de *A. fraterculus*, quando há uma sequência de frutificação em que um ou mais hospedeiros estão disponíveis, ao mesmo tempo, a população de *A. fraterculus* é mantida em um nível alto o suficiente para causar danos severos em praticamente todas as culturas (Malavasi & Morgante, 1981). Zucchi e Moraes (2022) destacam ainda que *A. fraterculus* e *A. obliqua* apresentam o maior número de hospedeiros registrados no Brasil.

Em trabalhos realizados em outros estados como em Minas Gerais, também foram relatados a dominância de *A. fraterculus* e *A. obliqua* em pomares de manga (Soares et al., 2020). Todos esses dados mostram a dominância dessas duas espécies em relação as demais do gênero *Anastrepha* spp. nas diferentes regiões do Brasil. Na região do Pantanal e em outras regiões do país, *A. obliqua* foi reportada como a espécie mais polífaga do gênero infestando 23 espécies de frutíferas (Massaro Júnior et al., 2017).

A grande quantidade de espécies de *A. sororcula* presente nessa pesquisa já foi relatada em outros trabalhos onde existem associações com altos níveis de infestação em espécies de Mirtáceas nativas na Mata Atlântica no estado do Espírito Santo (Uramoto et al., 2008). Sua alta população pode ser explicada pelo motivo da família Myrtaceae possuir uma grande riqueza de espécies e alta taxas de frutificação (Uchoa et al., 2012).

A predominância de espécies acidentais nessa pesquisa pode estar relacionada com os tratamentos culturais realizados pelos agricultores nas áreas dos pomares. Uramoto (2002), sugere que a realização sistemática de tratamentos culturais em áreas cultivadas com frutíferas, eliminando frutos caídos ao solo, implica na erradicação de sítios de oviposição para as moscas-das-frutas, diminuindo assim sua população.

Nessa pesquisa, foram capturadas espécies de *Anastrepha*, que são monófagas, essas de constância acidental, principalmente na região do brejo onde as cidades estão próximas da Mata Atlântica. A área de distribuição original da Mata Atlântica nordestina é cerca de ¼ representada pelos brejos de altitude contidos nos estados de Pernambuco e da Paraíba (Porto, et al. 2004). Coelho Sobrinho (2019), relata que nesse ambiente é detectada a presença de espécies monófagas que não causam danos a fruticultura por causa da abundância das plantas hospedeiras nesses locais.

De acordo com Zucchi e Moraes (2022) na Paraíba são descritas 13 espécies do gênero *Anastrepha*. No entanto, nesse estudo além das espécies citadas por esses autores, outra espécie foi reportada sendo esta: *A. manihoti*. A espécie *A. manihoti* é monófaga, e possui como hospedeiro a *Manihot esculenta* Crantz, conhecida popularmente como mandioca (Canal;

Uramoto & Zucchi, 2013). Desta forma pode-se inferir que o aparecimento dessa espécie aconteceu de forma acidental já que esta foi capturada em armadilhas.

Nesse estudo, os dados sobre os índices de infestação demonstram que o cajá e a seriguela, ambas do gênero *Spondias* possuem alta atratividade para as moscas-das-frutas, corroborando com Sá et al., (2008) que analisaram o índice de infestação em culturas nativas e exóticas na Bahia e entre essas a seriguela obteve o maior índice de infestação. De acordo com Zucchi e Moraes (2022), as espécies do gênero *Spondias* são hospedeiros comuns das moscas-das-frutas em várias partes do território brasileiro.

A alta taxa de emergência encontrada na cultura da acerola nesse estudo está associada a preferência da mosca do mediterrâneo em frutos exóticos. *C. capitata* é detectada em altas densidades associadas a espécies de frutos como *M. emarginata*, o que mostra o grande potencial de colonização da espécie em frutos exóticos (Carvalho, 2005; Araujo et al., 2005).

Em contrapartida, a baixa taxa de emergência encontrada na cultura da goiaba branca e laranja, além do menor índice de infestação desse último, podem ser justificados pela baixa quantidade de frutos coletados nas localidades. De acordo com Silva et al., (2011) o índice de infestação de uma espécie de planta por uma determinada praga é um fator variável, visto que a época e/ou local de ocorrência e a disponibilidade de hospedeiros podem influenciar nesses valores.

A relação de pupários por frutos foi maior na cultura da goiaba. Pode-se aferir que os frutos das mirtáceas são bastante aromáticos e apresentam substâncias voláteis que favorecem a atratividade das fêmeas de *A. fraterculus* à oviposição (Salles, 1997). Os compostos mais comumente encontrados nas mirtáceas são os flavonoides e as antocianinas (Marin et al., 2004). As substâncias voláteis emitidas por frutos, como compostos fenólicos, alcaloides e glicosídeos, atraem as fêmeas de tefritídeos podendo influenciar na oviposição e, conseqüentemente, nos níveis de infestação da praga (Jaleel et al., 2019).

Grande parte dos estudos realizados no país são feitos com uso de armadilhas contendo atrativos alimentares, as quais coletam moscas de forma generalizada, impossibilitando o estabelecimento preciso das associações entre as espécies de moscas e seus hospedeiros, por isso, é importante ressaltar que o registro da associação de uma espécie de mosca ao fruto hospedeiro depende da sua coleta diretamente do fruto (Souza, et al., 2008). O conhecimento desta associação é de grande importância, para estudos ecológicos das moscas-das-frutas e para auxiliar nos programas de manejo integrado (Uramoto et al., 2004). Vários tipos de associação tróficas tornam as moscas-das-frutas, em especial as espécies de *Anastrepha* spp, apropriadas para pesquisas das interações inseto-planta (Uramoto, 2002).

Foi realizada a porcentagem de parasitismo natural e os resultados mostraram que a maior quantidade de parasitoides das moscas-das-frutas foram encontrados na cultura do cajá. Dados semelhantes estão na pesquisa de Hickel (2002), onde foi feita a comparação de frutos de várias espessuras de polpas e notou-se que os frutos pequenos e com espessura mais delgada apresentaram uma maior porcentagem de parasitismo natural, inclusive os frutos das espécies pertencentes ao gênero *Spondias*. Estudos recentes têm discutido o potencial de espécies vegetais de *S. mombin*, como reservatório natural das populações das espécies de parasitoides das moscas-das frutas (Sousa et al., 2016; Adaime et al., 2018).

A porcentagem de parasitoides encontrada nessa pesquisa é considerada baixa, porém Canal e Zucchi (2000) relatam que esse valor raramente ultrapassa 50%, entretanto, apesar dos baixos índices de parasitismo, o controle biológico pode ser muito eficiente em programas de manejo integrado destes insetos através de liberações inundativas de parasitoides, portanto, são necessários mais estudos para tornar esse controle biológico mais significativo e eficiente.

O parasitismo natural de moscas das frutas, no Brasil, é realizado normalmente por himenópteros pertencentes às famílias Braconidae, Figitidae e Pteromalidae, porém, no geral, os braconídeos são os parasitoides coletados com maior frequência em todo território brasileiro (Canal & Zucchi, 2000). O sucesso do parasitismo é influenciado pelo tamanho do ovipositor e do fruto (Ovruski et al., 2008) e pelo estado de maturação do fruto, pois frutos maduros liberam compostos voláteis que podem auxiliar no direcionamento do parasitoide (Guimarães & Zucchi, 2004; Silva et al., 2007).

O controle biológico por meio de parasitoides nativos é um importante componente em programas de manejo integrado de pragas (MIP), uma vez que a sua utilização não causa prejuízos ao meio ambiente, além de poder trabalhar sinergicamente com a técnica do inseto estéril que tem sido frequentemente empregada na tentativa de erradicar localmente espécies de moscas das frutas introduzidas acidentalmente em determinadas localidades (Uchoa, 2012). Muitos fatores podem afetar o índice de parasitismo natural em frutos, por exemplo: características de frutos hospedeiros, espécies de moscas-das-frutas que habitam a área de colheita, local e época (Bittencourt et al., 2011).

Foram realizadas as análises de diversidade e os resultados sumarizados da diversidade beta de tefritídeos da Mesorregião do Agreste Paraibano, relacionando-se com as diferenças na riqueza de espécies e suas abundâncias que tem como base a análise de três índices de diversidade: Simpson, Shannon e Hill (Hsieh et al., 2016; Maguran, 1988).

Os estudos sobre diversidade e abundância de espécies são relevantes para compreender aspectos ecológicos, como a riqueza e diversidade das comunidades de moscas-das-frutas

(Augusto, 2019). A homogeneidade presente nos dados amostrais e estimados para todas as cidades pode estar relacionada a existência de agroecossistemas adjacentes compostos de outras fruteiras hospedeiras preferenciais ou vegetação nativa do entorno que contribui para a ocorrência de espécies acessórias e/ou acidentais nas amostras coletadas (Azevedo, 2010).

As cidades de Cuité e Remígio estão localizadas na microrregião do Curimataú, conhecida por apresentar pouca disponibilidade pluviométrica devido ao efeito orográfico criado pelo Planalto da Borborema. Esse relevo funciona como barreira, inibindo as chuvas que vêm do oceano Atlântico e chegam com menor intensidade nessa região em comparação as outras áreas na face leste do planalto. Efeitos similares foram observados na comparação das assembleias de besouros entre a face leste e oeste do Planalto da Borborema, onde a maior riqueza e diferenças significativas na composição de espécies estão concentradas na face leste mais úmida, na cidade de Areia-PB (Alencar et al., 2022).

Além disso, no semiárido, é comum a ocorrência de períodos secos durante a estação chuvosa, que, dependendo da intensidade e duração, podem reduzir a produção em áreas da agricultura familiar (Nascimento et al., 2019). Assim, a redução das áreas de pomares domésticos provenientes da agricultura familiar nessa região contribuiu para a menor diversidade de moscas-das-frutas na região, resultando no menor índice de diversidade dos locais estudados.

6 CONCLUSÕES

A mesorregião do Agreste Paraibano apresenta alta biodiversidade de espécies de moscas-das-frutas, sendo *Anastrepha fraterculus* mais abundante;

Os frutos mais suscetíveis a infestação das moscas-das-frutas são a acerola, cajá e seriguela;

A pesquisa traz o primeiro registro da *Aanastrepha manihoti*;

Há associação entre parasitoides pertencentes à família Braconidae com as moscas-das-frutas da Mesorregião do Agreste Paraibano;

Existe dominância e homogeneidade da comunidade de tefritídeos na mesorregião estudada. As cidades de Bananeiras, Alagoa Nova e Areia possui as maiores riquezas observadas, sendo essa última estimada em 22 espécies a serem encontradas em novas pesquisas.

REFERÊNCIAS

- ADAIME, R.; LIMA, A. L.; SOUSA, M. S. M. Conservative biological control of fruit flies in the Brazilian Amazon. **Innovations Agronomiques**. 64, 47-59. 2018. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1089028>. Acesso em: 13 jun 2022.
- ALENCAR, J. B. R.; BRITO, C.H.; BACAARO, F.B.; BICHO, C.L., Beetle assemblage composition (Coleoptera) across the Borborema plateau in Northeastern Brazil. **Revista Caatinga**, v. 35, n. 1, p. 148–159. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21252022v35n115rc>. Acesso em: 13 jun. 2022.
- ALVES, J. C. G.; BRITO, C. H.; OLIVEIRA, R.; CORSATO, C.; SILVA, J. F.; BARBOSA, V. O. Food attractants used in the fruit fly monitoring (Diptera: Tephritidae) in a commercial orchard of *Psidium guajava*. **Journal of Experimental Agriculture International**. 34, 1-10. 2019. doi:10.9734/jeai/2019/v34i430180.
- ARAUJO, E. L.; ZUCCHI, R. A. Fruit flies (Diptera: Tephritidae) on guava (*Psidium guajava* L.), in Mossoró, RN. **Arquivos do Instituto Biológico**, Campinas. 70, 73-77. 2003. Disponível em: http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/arq/V70_1/araujo.pdf. Acesso em: 02 abri. 2022.
- ARAUJO, E. L.; MEDEIROS, M. K.; SILVA, V. E.; ZUCCHI, R. Fruit flies (Diptera: Tephritidae) in the semi-arid region of Rio Grande do Norte: host plants and infestation rates. **Neotropical Entomology**, Londrina, 425, 34, 889-894. 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519566X2005000600003>. Acesso em: 10 mai. 2022.
- AUGUSTO, L.F.C. **Composição da fauna de moscas (Diptera, Brachycera) com ênfase em *Stratiomyidae* e *Asilidae* em duas fitofisionomias de Cerrado**. Dissertação. Universidade de Brasília. Instituto de Ciências Biológicas. Brasília-DF. 2019.
- AZEVEDO, F.R.; GUIMARÃES, J.A.; SIMPLÍCIO A.A.F.; SANTOS, H.R. Faunistic analysis and population fluctuation of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in commercial guava orchards in the region of Cariri Cearense. **Arquivos do Instituto Biológico**. 77, 33-41. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1808-1657v77p0332010>. Acesso em: 10 mai. 2022.
- BITTENCOURT, M.A.L.; SILVA, A.C.M.; SILVA, V.E.S.; BONFIM, Z.V.; GUIMARÃES J.A.; SOUZA FILHO, M. F.; ARAÚJO, E.L. Fruit flies (Diptera: Tephritidae) and their parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) associated with host plants in southern Bahia. **Neotropical Entomology**. 40, 405-406. 2011. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2011000300016>
- CAMARGOS, M.G.; COSTA, M.L.Z.; MIRANDA, E.S. Variable costs of production of *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) to control fruit flies. **iPecege**, Piracicaba. 3, 2, 9-25. 2017. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.22167/r.ipecege.2017.2.9>. Acesso em: 08 mai. 2022.
- CASTRO PORTILLA, N. E. **A acerola (*Malpighia puniceifolia* L., 1972) como hospedeiro de moscas-das-frutas (Diptera:Tephritidae) no Recôncavo da Bahia**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas. 63f. 2002.
- CANAL, N.A.; ZUCCHI, R. A. Parasitoides - Braconidae. In: Zucchi, R.A.; A. Malavasi

(eds), **Fruit flies of economic importance in Brazil: Basic and Applied Knowledge**. Ribeirão Preto: Holos, 15, 119-126. 2000. Disponível em: https://repositorio.usp.br/single.php?_id=001073254. Acesso em: 10 abril 2022.

CANAL, N.A.; URAMOTO, K.; ZUCCHI, R.A. Two new species of *Anastrepha* Schiner (Diptera, Tephritidae) closely related to *Anastrepha pickeli* Lima. **Neotropical Entomology**, 42, 52-57. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13744-012-0091-3>. Acesso em: 13 agost. 2022.

CANAL, N.A.; ZUCCHI, R. A. Parasitoides - Braconidae. In: Zucchi, R.A. & A. Malavasi (eds), *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: Conhecimento Básico e Aplicado*. Ribeirão Preto: **Holos**, 15, 119-126. 2000.

CARVALHO, R. S. **Methodology for population monitoring of fruit flies in commercial orchards** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Technical Circular, 75, 1-17. 2005.

CLADERA, J.L.; VILARDI, J.C.; JURI, M.; PAULIN, L.E.; GIARDINI, M.; GÓMEZ, P.V.; SEGURA, D.F.; LANZAVECCHIA, S.B. Genetics and biology of *Anastrepha fraterculus*: research supporting the use of the sterile insect technique (SIT) to control this pest in Argentina. **BMC Genomic Data**. 15, 1-15. 2014. Doi: 10.1186/1471-2156-15-S2-S12.

COELHO SOBRINHO, J.B. **Moscas das frutas (Diptera: Tephritidae e Lonchaeidae) e seus parasitoides (Hymenoptera: Braconidae e figitidae) em frutíferas no Chaco brasileiro**. Dissertação - Mestrado em entomologia e conservação da biodiversidade. Universidade Federal de Grandes Dourados. 2019.

EMBRAPA AGROINDUSTRIAL TROPICAL. **Fruit flies (Diptera: Tephritidae) and host plants in municipalities in the state of Ceará. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 1679-6543; 229. 2022. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1143700/1/BP-229.pdf>. Acesso: 09 fev. 2023.

FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D. **Climatologia do estado da Paraíba**. Campina Grande: EDUFPG. 2017. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/573985/2/Climatologia%20do%20Estado%20da%20Paraiba.pdf>. Acesso: 16 set. 2022.

GUIMARÃES, J. A.; ZUCCHI, R. A. Parasitism behavior of three species of Eucilinae (Hymenoptera: Cynipoidea: Figitidae) fruit fly parasitoids (Diptera) in Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina - PR, 33, 2, 217-224. 2004.

HICKEL, E. R Espessura da polpa como condicionante do parasitismo de mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae) por Hymenoptera: Braconidae. **Ciência Rural**, Santa Maria, 32, 6. 2002. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782002000600014> Acesso: 16 set. 2022.

HSIEH, T.C.; MA, K.H.; CHAO, A. iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). **Methods in Ecology and Evolution**. 7, 1451–1456. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>. Acesso: 17 set. 2022.

IBGE/SIDRA. **Agricultural Census: definitive results**. Rio de Janeiro: IBGE. 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censoagropecuario-2017>. Acesso: 14 jun. 2022.

JALEEL, W.; HE, Y.; LÜ, L. The response of two *Bactrocera* species (Diptera: Tephritidae) to fruit volatiles. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, Seongbuk-gu, 22, 3, 758–765. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782002000600014>. Acesso: 14 jun. 2022.

LOUZEIRO, L. R. F.; SOUZA-FILHO, M. F.; RAGA, A.; GISLOTI, L. J. 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, 50-60. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2020.11.006>

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. New Jersey: Princeton University, 192 p. 1988.

MALAVASI, A.; MORGANTE, J.S. Adult and larval population fluctuation of *Anastrepha fraterculus* and its relationship to host availability. **Environmental Entomology, Lanham**, 10, 275-278. 1981.

MARGALEF, R. Homage to Evelyn., Hutchinson., or why is there an upper limit to diversity? **Trans. Conect. Academy of Arts and Sciences**. 211-235. 1972.

MARIN, R.; PIZZOLI, G., LIMBERGER, R.; APEL, M.; ZUANAZZI, J.A.S.; HENRIQUES, A.T.; **Propriedades nutracêuticas de algumas espécies frutíferas nativas do sul do Brasil**. In: Raseira, M.C.B., Antunes, L.E.C., Trevisan, R., & Gonçalves, E.D. **Espécies frutíferas nativas do sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, p.107-122. 2004.

MASSARO JÚNIOR, A. L.; ADAIME, R.; RONCHI TELES, B.; SOUZA-FILHO, M. F.; SILVA PEREIRA, P. R. V.; MORAIS, E. G. F.; SILVA, E. D. S. *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae), their host plants and parasitoids (Hymenoptera) in the state of Roraima, Brazil. **Revista Biotemas**, 30, 1, 13-23. 2017.

MOREIRA, E. A.; PINTO, G. S.; NEVES, L. C. R. S.; MARTINS, C. A. Fauna de dípteros necrófagos e suas respostas à complexidade vegetal. **Revista da Universidade Vale do rio Verde, Três Corações**. 12 1: 444–454. 2014.

NASCIMENTO, M. B; BANDEIRA, M. M.; ARAÚJO, L. E. Variabilidade climática da precipitação do município de Areia/Paraíba, Brasil. **Gaia Scientia**, 13, 24-37. 2019.

NICÁCIO, J. N.; UCHOA, M. A. Diversity of frugivorous flies (Diptera: Tephritidae and Lonchaeidae) and their relationship with host plants (Angiospermae) in environments of South Pantanal Region, Brazil. **Florida Entomologist** 94 3, 443- 466. 2011. doi: 10.1653/024.094.0309

OVRUSKI, S. M.; SCHLISERMAN, P.; OROÑO, L. E.; NUÑEZ-CAMPERO, S. R.; ALBORNOZ-MEDINA, P.; BEZDJIAN, L. P.; NIEUWENHOVE, G. A. V. Natural occurrence of hymenopterous parasitoids associated with *Anastrepha fraterculus* (Diptera:

Tephritidae) in Myrtaceae species in Entre Rios, northeastern Argentina. **Florida Entomologist, Florida**, 91, 2, 220-228. 2008.

PINTO-COELHO, R.M. **Fundamentals in ecology**. Porto Alegre. Artmed. p.252. 2000.

PORTO, C.K.; CABRAL, J.J.P.; TABARELLI, M. **Brejos de altitude em pernambuco e paraíba história natural, ecologia e conservação**. Ministério do Meio Ambiente. Universidade Federal de Pernambuco. 324. 2004.

R CORE TEAM. R. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2020.

RAGA, A.; SOUZA-FILHO, M.F.; VOLPE, H.X.L. **Manual das Moscas-das-frutas medidas para o controle sustentável**. Araraquara: Fundecitrus, 33. 2021. Disponível em: http://repositoriobiologico.com.br/jspui/bitstream/123456789/733/1/Manual_Mosca-das-Frutas.pdf. Acesso: 09 agost. 2022.

SÁ, R.F.; CASTELLANI, M.A.; NASCIMENTO, A.S.; BRANDÃO M.H.S.T.; SILVA, A.N.; MALUF, R.P. Infestation index and diversity of fruit flies in exotic and native hosts in the fruit growing center of Anagé, BA. **Bragantia**. 67 2, 1-11. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000200016>. Acesso: 09 agost. 2022.

SALLES, L. A. B. **Bioecologia e controle da mosca-das-frutas sul-americana**. Embrapa Clima Temperado-Livro técnico (INFOTECA-E) p.58. 1995.

SALLES, L.A. Sucos de frutas como atrativos para captura de adultos da mosca-das-frutas *Anastrepha fraterculus* (Wied.,1830) (Diptera, Tephritidae). **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, 3, 1, 1-4. 1997.

SCHERBER, C.; VOCKENHUBER, E. A.; STARK, A.; MEYER, H.; TSCHARNTKE, T. Effects of tree and herb biodiversity on Diptera, a hyperdiverse insect order. **Oecologia**, 174, 1387–1400. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00442-013-2865-7>. Acesso: 09 agost. 2022.

SILVA, J. W. P.; BENTO, J. M. S.; ZUCCHI, R. A. Olfactory response of three parasitoid species (Hymenoptera: Braconidae) to volatiles of guavas infested or not with fruit fly larvae (Diptera: Tephritidae). **Biological Control**, 41, 3, 304–311. 2007.

SILVA, J.G. **Contribuições para o controle de moscas das frutas (Diptera: Tephritidae)** Universidade federal da Paraíba. Tese; Areia-PB. 2018.

SILVA, P.S.; AGUIAR-MENEZES, E.L.; MOURA, A.P.; FERRARA, F.A.A. Diversity and infestation rates of fruit flies and their parasitoids in six coffee cultivars in the municipality of Bom Jesus do Itabapoana, RJ. **Vértices** 13, 193-203. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/1809-2667.20110021>. Acesso: 09 agost. 2022.

SILVEIRA NETO, S. (1976). **Monitoring and decision in pest control**. 71-86 Crocomo, W. (org.). Integrated Pest Management. 358p UNESP-CETESB, SP. 1976.

SIMPSON, E. **Measurement of Diversity**. *Nature*, 163, 688 p. 1949.

- SOARES, D. P.; SOUZA, T. A. N.; SANTOS, J. O.; GIUSTOLIN, T. A.; ALVARENGA, C. D. Fruit flies (Diptera: Tephritidae) in mango orchards in the Minas Gerais semi-arid region. **Caatinga**, 33, 844– 852. 2020. doi: 10.1590/1983-21252020v33n328rc
- SOUZA, M. S. M.; JESUS-BARROS, C. R.; YOKOMIZO, G. K.; LIMA, A. L.; ADAIME, R. Occurrence of fruit flies and parasitoids in *Spondias mombin* L in three municipalities in the state of Amapá, Brazil. **Biota Amazônia**. 6, 2, 50-55. 2016. <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n2p50-55>.
- SOUZA, A.J.B.; LIMA, M.G.A.; GUIMARÃES, J.A.; FIGUEIREDO, A.E.Q. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associadas às plantas hospedeiras do pomar do *campus* do Pici da Universidade Federal do Ceará. **Arquivos do Instituto Biológico.**, São Paulo, 75, 1, 21-27. 2008.
- UCHOA, M. A. Fruit flies (Diptera: Tephritoidea): Biology, host plants, natural enemies, and the implications to their natural control. **Integrated Pest Management and Pest Control-Current and Future Tactics**. 271-300. 2012. Doi: 10.5772/31613.
- UCHOA, M.A.; NICÁCIO, J.N. Novos registros de moscas-das-frutas neotropicais (Tephritidae), lanceiros (Lonchaeidae) (Diptera: Tephritoidea) e suas plantas hospedeiras no Pantanal Sul e áreas adjacentes, Brasil. **Annals of the Entomological Society of America** 103, 5, 723-733. 2010.
- URAMOTO, K. **Biodiversidade de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo**. Dissertação Mestrado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 96p. 2002.
- URAMOTO, K.; MARTINS, D. S.; ZUCCHI, R. A. Fruit flies (Diptera, Tephritidae) and their associations with native host plants in a remnant area of the highly endangered Atlantic Rain Forest in the state of Espírito Santo, Brazil. **Bulletin of Entomological Research**. v. 98, n. 5, p. 457-466. 2008. doi: 10.1017/S0007485308005774
- URAMOTO, K.; WALDER, J.M.M.; ZUCCHI, R.A. Biodiversity of fruit flies of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) on the campus of ESALQ-USP, Piracicaba, São Paulo. **Revista Brasileira de Entomologia**. 48 3, 409-414. 2004. <https://www.scielo.br/j/rbent/a/Kn83WxP7GfsRxQczwTrvMgD/abstract/?lang=pt>
- VIDAL, M.F. **Commercial fruit production in the area covered by the BNB**. Caderno Setorial ETENE; 6, 168. 2021. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/822/1/2021_CDS_168.pdf. Acesso: 13 jul. 2022.
- YAZID, J. B.; CHAFIK, Z.; BIBI, I.; BOUSAMID, A.; KHARMACH, E. Key fruit flies species (Diptera, Tephritidae) reported in Africa and presenting a biosecurity concern in Morocco Moroccan **Journal of Agricultural Sciences**. 1, 4. 2020. Disponível em: <https://techagro.org/index.php/MJAS/article/view/857>. Acesso: 13 jul. 2022.

ZUCCHI, R.A.; MORAES, R.C.B. **Fruit flies in Brazil – *Anastrepha* species their host plants and parasitoids**. updated on January of 2022. Disponível em: <http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha>. Acesso em 10 de maio de 2022.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Paraíba (Centro de Ciências Agrárias) e o Laboratório de Invertebrados. Este trabalho foi apoiado financeiramente pelo Edital nº 03/2020 Produtividade em Pesquisa PROPESQ/PRPG/UFPB código do projeto de pesquisa no SIGAA PVN13288-2020.

