



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ
***CAMPUS* PORTO GRANDE**
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA

FRANCISCO EDIO LIMA SOUZA

**MAPEAMENTO POPULACIONAL DA MOSCA DA CARAMBOLA EM ESPÉCIES
FRUTÍFERAS TROPICAIS E AMAZÔNICAS**

PORTO GRANDE

2024

FRANCISCO EDIO LIMA SOUZA

**MAPEAMENTO POPULACIONAL DA MOSCA DA CARAMBOLA EM ESPÉCIES
FRUTÍFERAS TROPICAIS E AMAZÔNICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica como requisito avaliativo para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Ricardo dos Santos
Coorientador: Prof. Msc. Luan Patrick dos Santos Silva

PORTO GRANDE - AP

2024

Biblioteca Institucional - IFAP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S729m Souza, Francisco Edio Lima
Mapeamento populacional da mosca da carambola em espécies frutíferas tropicais e amazônicas / Francisco Edio Lima Souza - Porto Grande, 2024.
43 f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Porto Grande, Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônoma, 2024.

Orientadora: Dr. Paulo Ricardo dos Santos.
Coorientadora: Me. Luan Patrick dos Santos Silva.

1. frutas tropicais e amazônicas. 2. mosca da carambola. 3. mapeamento.
I. Santos, Dr. Paulo Ricardo dos, orient. II. Santos Silva, Me. Luan Patrick dos, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica do IFAP
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).


FRANCISCO EDIO LIMA SOUZA

**MAPEAMENTO POPULACIONAL DA MOSCA DA CARAMBOLA EM ESPÉCIES
FRUTÍFERAS TROPICAIS E AMAZÔNICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
coordenação do curso de Bacharelado em Engenharia
Agrônômica como requisito avaliativo para obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Paulo Ricardo dos Santos
Coorientador: Prof. Msc. Luan Patrick dos Santos Silva


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **PAULO RICARDO DOS SANTOS**
Data: 18/03/2024 14:57:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador – Professor Dr. Paulo Ricardo dos Santos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá – Campus Porto Grande

Documento assinado digitalmente
 **LUAN PATRICK DOS SANTOS SILVA**
Data: 19/03/2024 09:53:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Coorientador – Professor Msc. Luan Patrick dos Santos Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá – Campus Porto Grande

Documento assinado digitalmente
 **ERIALDO DE OLIVEIRA FEITOSA**
Data: 19/03/2024 10:50:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professor Dr. Erialdo de Oliveira Feitosa- examinador interno
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá – Campus Porto Grande

Documento assinado digitalmente
 **TANIA BRITO DO NASCIMENTO**
Data: 18/03/2024 22:09:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Tânia Brito do Nascimento – examinadora externa
Agência de defesa e Inspeção Agropecuária do estado do Amapá – DIAGRO

Apresentado em: 13/03/2024

Nota: 9,0

A Deus primeiramente e aos meus pais que não mediram esforços para que eu tivesse uma educação baseada em adquirir conhecimentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, saúde, força de vontade e determinação que Ele me concedeu, permitindo-me manter sempre focado nos meus objetivos. Reconheço que sem a sua orientação, nada disso seria possível.

Expresso minha profunda gratidão aos meus familiares, que, sempre estiveram me incentivando. Tenho plena certeza de que torceram pelo meu sucesso e contribuíram significativamente para minha jornada até aqui. Farei o possível para retribuir o apoio que me impulsionou.

A minha esposa Silvia dos Santos Souza, ao meu filho Arthur Lima Souza, que irá completar 05 anos de idade em julho do corrente ano, e foi um incentivo a mais para que eu buscasse com mais firmeza chegar na reta final do curso.

Quero expressar minha sincera gratidão aos colegas de trabalho em especial a minha chefe imediata; Walterliny Almeida Santos, da Agência de Defesa agropecuária do Estado do Amapá (DIAGRO), UVL Porto Grande. Desde o início do curso até a etapa final, receberam-me com apoio e incentivo.

Aos colegas que contribuíram direta ou indiretamente na execução do trabalho de campo, em especial na coleta de dados sobre a mosca carambola, agradeço o empenho e colaboração.

Estendo meus agradecimentos ao meu orientador professor Dr. Paulo Ricardo dos Santos e coorientador: professor MSc Luan Patrick dos Santos Silva, cuja orientação foi fundamental para o desenvolvimento do meu trabalho. Sua expertise e direcionamento foram cruciais para o sucesso desta jornada acadêmica.

À equipe de professores do curso, expresso minha gratidão pelos ensinamentos valiosos que contribuíram para o meu desenvolvimento acadêmico. Seu comprometimento e dedicação foram fundamentais para meu crescimento como profissional.

Neste momento de conquista, agradeço a todos que, de alguma forma, fizeram parte desta trajetória. O incentivo foram peças-chave para alcançar este marco em minha vida acadêmica.

“O principal processo da escola é o ensino aprendizagem e o principal agente deste processo é o professor. ” O mundo é um lugar perigoso de se viver, não por causa daqueles que fazem o mal, mas sim por causa daqueles que observam e deixam o mal acontecer. ”

Albert Einstein

RESUMO

A fruticultura no Brasil é reconhecida internacionalmente pela sua diversidade de frutíferas e seu volume de produção, devido à vasta área disponível para o cultivo e as diversas condições edafoclimáticas favoráveis. O Amapá destaca-se como uma região promissora para o desenvolvimento da fruticultura, impulsionada pelas características climáticas favoráveis e as inúmeras espécies nativas amazônicas. No entanto, a presença da mosca da carambola (*Bactrocera carambolae*) afeta significativamente a fruticultura do Estado do Amapá, por ser considerada uma praga que ataca diversas frutíferas, dentre elas: acerola, manga, ingá, carambola, laranja, caju, ameixa, tangerina, abiu, goiaba, pimenta de cheiro dentre outras. Assim sendo, objetivou-se verificar um padrão de ocorrência e o monitoramento da incidência da mosca da carambola, através da elaboração de mapas de flutuação populacional no município de Porto Grande. Para o monitoramento da praga em Porto Grande foi realizado a subdivisão em cinco subáreas onde foram instaladas as armadilhas Jackson e Macphail para posteriormente realizar o diagnóstico a cada 15 dias em média. O maior número de capturas de moscas machos ocorreu nos meses de fevereiro, março e maio, com 49, 52 e 65 capturas, e de moscas fêmeas, nos meses de maio, outubro e novembro com 113, 229 e 82 respectivamente, indicando um pico populacional nesses períodos. A sazonalidade da disponibilidade de frutos de plantas hospedeiras, como *Mangifera indica* (manga), *Syzygium jambos* (jambo), *Averrhoa carambola* (carambola) e *Psidium guajava* (goiaba), esteve associada aos picos populacionais observados. Com a utilização das ferramentas tecnológica, como a estatística de Kernel foi essencial para analisar padrões espaciais de eventos pontuais, especialmente eficaz na avaliação da densidade de determinada população. O software ArcQgis foi possível visualizar os padrões populacionais da mosca da carambola ao longo do ano em frutíferas tropicais e amazônicas existentes no município de porto grande, Amapá. O padrão de ocorrência da moscada carambola está diretamente relacionado com a maior disponibilidade de frutos das espécies tropicais e amazônicas hospedeiras durante todo período do ano, independente das variações climáticas.

Palavras-chave: *Bactrocera carambolae*, monitoramento, geoprocessamento, espécies frutíferas.

ABSTRACT

Fruit growing in Brazil is internationally recognized for its diversity of fruit trees and its production volume, due to the vast area available for cultivation and the diverse favorable soil and climate conditions. Amapá stands out as a promising region for the development of fruit growing, driven by favorable climatic characteristics and numerous native Amazonian species. However, the presence of the carambola fly (*Bactrocera carambolae*) significantly affects fruit growing in the State of Amapá, as it is considered a pest that attacks several fruit trees, including: acerola, mango, ingá, carambola, orange, cashew, plum, tangerine, abiu, guava, chili pepper among others. Therefore, the objective was to verify a pattern of occurrence and monitor the incidence of the star fruit fly, through the preparation of population fluctuation maps in the municipality of Porto Grande. To monitor the pest in Porto Grande, it was subdivided into five sub-areas where the Jackson and Macphail traps were installed to subsequently carry out the diagnosis every 15 days on average. The highest number of captures of male flies occurred in the months of February, March and May, with 49, 52 and 65 captures, and of female flies, in the months of May, October and November with 113, 229 and 82 respectively, indicating a peak population during these periods. The seasonality of fruit availability from host plants, such as *Mangifera indica* (mango), *Syzygium jambos* (jambo), *Averrhoa carambola* (carambola) and *Psidium guajava* (guava), was associated with the observed population peaks. Using technological tools, such as Kernel statistics, was essential for analyzing spatial patterns of specific events, especially effective in evaluating the density of a given population. The ArcQgis software made it possible to visualize the population patterns of the star fruit fly throughout the year in tropical and Amazonian fruit trees in the municipality of Porto Grande, Amapá. The occurrence pattern of carambola nutmeg is directly related to the greater availability of fruits from tropical and Amazonian host species throughout the year, regardless of climatic variations.

Keywords: *Bactrocera carambolae*, monitoring, geoprocessing, fruit species.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localidades de realização do estudo.....	24
Figura 2 - Armadilhas para monitoramento populacional da mosca da carambola. A. Armadilha Mcphail; B. Armadilha Jackson; C. Na fase adulta, B. carambolae adulto da mosca macho; D. adulto da mosca fêmea.	25
Figura 3 - Flutuação populacional de machos (M) e fêmeas (F) da mosca da carambola capturadas por armadilhas Jackson e Macphail no ano de 2019 – Porto Grande, AP.	29
Figura 4 - Mapas de calor gerados pela estatística de Kernel, utilizando a ferramenta Mapa de Calor do ArQGis, demonstrando os pontos indicativos das populações de fêmeas (3 –A) e machos (3 – B) da mosca da carambola que afetam os frutos das plantas hospedeiras.....	33
Figura 5 - Índice MAD (mosca/armadilha/dia) referente as cinco localidades amostradas durante os meses do ano de 2019. Eixo X= MAD Eixo y = meses ano.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Árvores hospedeiras da Mosca da carambola em que foram instaladas as armadilhas	24
Tabela 2 - Número mensal de moscas macho de <i>B. carambolae</i> capturadas por hospedeiro, em armadilhas tipo Jackson e Mcphail no Município de Porto Grande, Amapá ano 2019.....	30
Tabela 3 - Número mensal de moscas fêmeas de <i>B. carambolae</i> capturadas por hospedeiro, em armadilhas tipo Jackson e Mcphail no Município de Porto Grande, Amapá ano 2019.....	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivos Específicos	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 A fruticultura no Estado do Amapá	16
3.2 Mosca da carambola (<i>Bactrocera carambolae</i>)	17
3.3 Mapeamento Populacional de Insetos Praga	19
3.4 Geoprocessamento.....	21
3.5 Estatística de Kernel	21
3.6 Programa Nacional de Erradicação da Mosca da carambola (PNEMC).....	22
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
4.1 Área de estudo	24
4.2 Método de Coleta das Moscas da Carambola.....	24
4.3 Análise dos dados	27
4.4 Confecção de mapas de calor – Estatística de Kernel	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
6 CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura brasileira é reconhecida internacionalmente pelo seu potencial, devido à vasta área disponível para o cultivo e às condições climáticas diversas. O Brasil se destaca por produzir, anualmente, aproximadamente 58 milhões de toneladas de frutas diversas, o que representa cerca 5,4% da produção mundial, entre 2020 e 2022, período de pandemia, essa produção cresceu 62% acompanhada da exportação 179%, atingindo o valor bruto de 1,05 a 1,2 bilhões de dólares, ou seja, valores em torno de 1,25% do valor da produção agrícola brasileira. (MAPA, 2020).

Entre os estados brasileiros, o Amapá destaca-se como uma região emergente e promissora para o desenvolvimento da fruticultura amazônica e tropical, impulsionada pelas características climáticas favoráveis (IBGE, 2021). No Amapá, a fruticultura é uma alternativa de produção apropriada a agricultura familiar e constitui-se em importante elemento de melhoria da qualidade de vida e a diminuição de frutas tropicais e amazônicas advindas de outros estados (MAPA, 2015).

As condições climáticas do Amapá propiciam o cultivo de uma ampla variedade de fruteiras tropicais e típicas da região amazônica, como goiaba, manga, bacuri, taperebá, murici, cupuaçu, açaí, acerola entre outras (SANTOS, 2021). No entanto, a fruticultura no Amapá enfrenta desafios relacionados a pragas que afetam diretamente a produtividade e qualidade dos frutos. Com o advento da espécie exótica da mosca das frutas, denominada de *Bactrocera carambolae* na Amazônia brasileira, a produção de frutas passou a enfrentar limitação de expansão da área cultivada, além de restringir as exportações (SILVA, 2011).

O primeiro registro da praga no Brasil foi no ano de 1996 no município de Oiapoque, já em Porto Grande, o primeiro registro foi no ano 2000 (MATOS *et al.*, 2023). A partir desse período, ocorreram ações emergenciais para identificação e quantificação dos focos pela Superintendência Federal de Agricultura no Amapá - SFA vinculada ao MAPA, como a delimitação da área sob quarentena dos estados com a presença da mosca da carambola e a revisão dos procedimentos operacionais e do protocolo de controle atualmente instituídos para a praga, por meio da Instrução Normativa MAPA nº 28/2017.

No ano de 2008, foi anunciado oficialmente pelo Ministério da Agricultura, a erradicação *B. carambolae*, porém, a exportação de frutas ficou comprometida devido às regulamentações fitossanitárias, afetando o mercado e a rentabilidade dos produtores (SILVA *et al.*, 2011; FRANÇA, 2016).

Atualmente, a carência nas atualizações dos protocolos de combate à mosca da carambola em regiões Pólo da fruticultura no Amapá, como o município de Porto Grande, dificulta a adoção de medidas de controle efetivas, estratégicas e direcionadas. Não há relatos de trabalhos desenvolvidos referente ao monitoramento da flutuação da praga especificamente no município de Porto Grande, que é um polo de grande expressão na produção de frutas no estado do Amapá.

No estado do Pará, França (2022), realizou um estudo no distrito Monte Dourado, município de Almeirim, sobre o padrão de ocorrência da mosca da carambola. Foi observado que durante o período de amostragem, foram capturados 894 espécimes de *Bactrocera carambolae*, com picos populacionais em janeiro, fevereiro, outubro e dezembro.

Compreender a dinâmica populacional de machos e fêmeas da mosca da carambola permite o desenvolvimento de estratégias de controle mais eficazes (LEMOS *et al.*, 2006). O conhecimento sobre os picos populacionais, plantas hospedeiras e os períodos de reprodução é crucial para a implementação de medidas preventivas no momento mais apropriado, contribuindo assim, para o aprimoramento das técnicas de monitoramento. Isso inclui o desenvolvimento de armadilhas específicas, métodos de coleta de dados mais eficientes e tecnologias que facilitam o acompanhamento contínuo da população (FRANÇA, 2016).

No contexto atual, é essencial medir a variabilidade espacial da praga dentro de um campo para a gestão específica de insetos. Isso inclui o mapeamento da distribuição dos insetos e a tomada de decisões com base em mapas que evidenciam essa variabilidade, identificando zonas de manejo (PARK *et al.*, 2007).

Os mapas que delinham as zonas de manejo são denominados mapas de prescrição ou de aplicação, pois são utilizados para determinar áreas onde o controle de pragas é necessário ou dispensável dentro do campo (PARK *et al.*, 2007).

Assim sendo, a quantificação e o monitoramento dos períodos de maior incidência da mosca da carambola por meio do mapeamento da flutuação populacional no município de Porto Grande fornecem informações valiosas para a implementação de ações preventivas, como o manejo integrado de pragas, reduzindo os danos causados à fruticultura e garantir a sustentabilidade da produção agrícola familiar no Estado.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Verificar o padrão de ocorrência de flutuação populacional da mosca da carambola nas espécies frutíferas tropicais e amazônicas, assim como os períodos de maior e menor incidência para definição de estratégias eficientes de controle.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a população de moscas fêmeas e macho ao longo do ano de 2019 em espécies frutíferas tropicais e amazônicas.
- Desenvolver mapas de ocorrência populacional de fêmeas e macho da mosca da carambola ao longo do ano de 2019 em espécies frutíferas tropicais e amazônicas.
- Estimar o índice MAD (mosca/armadilha/dia) e dar subsídios para propor estratégias de controle da mosca da carambola em espécies frutíferas tropicais e amazônicas.
- Propor estratégias controle da mosca da carambola

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A fruticultura no Estado do Amapá

O Brasil se destaca como um dos principais produtores globais de frutas, registrando colheitas que ultrapassam 40,0 milhões de toneladas. A cadeia produtiva das frutas abrange uma extensa base agrícola de 2,3 milhões de hectares, proporcionando empregos diretos para cerca de 5,0 milhões de pessoas (Paraná, 2020). A presença expressiva do Brasil no mercado externo, oferecendo frutas tropicais e de clima temperado ao longo do ano, é viabilizada pela vasta extensão territorial, posição geográfica estratégica e condições climáticas e de solo favoráveis (Souza; Burnquist, 2011).

Em 2016, a produção de frutas da área amazônica, representou 7,34% do total de frutas produzidas no Brasil. Apesar de a participação ser reduzida em termos percentuais, a região gerou uma receita de R\$ 2,7 bilhões para uma produção de alimentos. Foram obtidas 2.928.040 toneladas de frutas em uma área de 226.178 hectares. Os seus Os estados que registraram a maior produção de frutas nessa região foram o Pará. O Amazonas apresentou uma produção de 52,02% e a produção de 10,67%. Banana e abacaxi, no Pará, e melancia e abacaxi no Amazonas. Já a Os estados do Amapá (1,47%), Rondônia (4,60%), Acre (cinco por cento) e Roraima (cinco por cento). Depoimentos (5,37%), Maranhão (6,22%), Mato Grosso (6,3) e Tocantins (8,22%). Tiveram uma participação reduzida. (IBGE, 2016)

Em 2018, a produção de frutas atingiu 40,1 milhões de toneladas em uma área de 2,9 milhões de hectares. Em 2019, foram colhidas 41,9 milhões de toneladas, um ligeiro aumento de 0,5% em relação ao ano anterior, apesar das adversidades climáticas que impactaram alguns polos frutícolas, comprometendo a produção e qualidade dos frutos (SILVA, 2021).

No estado do Amapá, a fruticultura é uma atividade essencialmente familiar, caracterizada por pequenas áreas de produção, baixo nível tecnológico e envolvimento de mão de obra familiar em todas as etapas do cultivo (SILVA *et al.*, 2011). Essa prática é principalmente realizada por meio de sistemas agroflorestais (SAF's), nos quais várias espécies de frutas e árvores florestais são consorciadas. Laranja, maracujá e goiaba são as culturas predominantes. Apesar da adoção de tecnologia limitada, a fruticultura no estado é altamente rentável e promissora, destacando-se pela rica diversidade de espécies frutíferas na região Amazônica (SILVA *et al.*, 2011).

O surgimento e propagação de pragas é um obstáculo ao desenvolvimento sustentável da fruticultura em todo o país. Isso porque há a possibilidade de as pragas interferirem

diretamente na qualidade final do produto e isso se deve principalmente aos pré-requisitos fitossanitários estabelecidos pelos países importadores (SILVA *et al.*, 2011). Dos insetos potencialmente prejudiciais às culturas férteis, o complexo da mosca da fruta (Diptera: Tephritidae) é o mais danoso às culturas férteis, e o controle é necessário para garantir que frutas contaminadas possam ser exportadas (ALVARENGA, 2019).

As perdas indiretas estão ligadas a problemas de mercado, pois as frutas produzidas em áreas endêmicas não podem ser exportadas para países com barreiras quarentenárias (MALAVASI *et al.*, 2016). A presença de moscas-das-frutas no Brasil. É um fator limitante para a produção de frutas, pois causa danos diretos à produção e danos indiretos ao país devido às restrições fitossanitárias impostas pelos países importadores de frutas (MALAVASI *et al.*, 2000).

A mosca da carambola é economicamente importante para fruticultura brasileira e mundial porque possuem ampla gama de hospedeiros e causam perdas diretas associadas à redução da produtividade e qualidade dos frutos. Além disso, podem ocorrer perdas excessivas caso a praga chegue atingir regiões onde as condições de temperatura e umidade sejam adequadas, tornando o ambiente favorável à proliferação (LIMA *et al.*, 2018).

Se não forem tomadas medidas de controle adequadas, os danos diretos à *B. carambolae* podem ocasionar uma perda de rendimento de 90-100%, dependendo da população existente da mosca da carambola, da estação do tipo de hospedeiro e da localização (SALMAH *et al.*, 2007). Além do declínio na produção a presença de *B. carambolae* em uma região dificulta a aceitação dos frutos produzidos no mercado internacional, pois esta espécie é considerada praga quarentenária em vários países, o que leva à exigência de fortes regulamentações fitossanitárias, onde impõe-se obstáculos fitossanitários (VARGAS *et al.*, 2015; JESUS-BARROS *et al.*, 2017).

3. 2 Mosca da carambola (*Bactrocera carambolae*)

A mosca da carambola, cuja origem remonta à Indonésia, Malásia e Tailândia (VIJAYSEGARAN e OMAN, 1991), foi identificada pela primeira vez no Brasil em 1996, no município de Oiapoque, estado do Amapá, na fronteira com a Guiana Francesa (MALAVASI, 2001). Esta praga assume uma significativa importância econômica para nações exportadoras de frutas, especialmente devido às restrições quarentenárias impostas por países importadores que se mantêm livres de sua presença. A presença da mosca da carambola representa um desafio fitossanitário considerável para o Brasil, pois a sua manifestação em áreas de produção pode resultar na perda de mercados importadores cruciais (MALAVASI, 2001).

O gênero *Bactrocera* abriga mais de 500 espécies de moscas-das-frutas, com uma predominância na região Ásia-Pacífico (DREW e HANCOCK, 1994). Entre essas espécies, destaca-se a mosca da carambola (*Bactrocera carambolae*), que tem ampla distribuição na Ásia tropical, Pacífico Sul e Austrália, e é economicamente prejudicial, afetando mais de 150 espécies de frutas (VARGAS *et al.*, 2015)

A mosca da carambola na fase adulta tem geralmente 8 mm de comprimento, com tórax superior preto e listras laterais amarelas. O abdômen também é amarelo e possui listras pretas que se encontram em ângulo reto formando um T (Brasil, 2002). Estima-se que em condições ideais (26 ° C e 70 % de umidade relativa), o desenvolvimento de ovo a adulto leva cerca de 22 dias, e o tempo mínimo por geração (de ovo a ovo) é de 30 dias (MALAVASI, 2001).

Os adultos atingem a maturidade sexual de 8–12 dias após a eclosão. A fêmea abre um orifício no fruto verde ou quase maduro e põe de 3 a 5 ovos logo abaixo do pericarpo. A expectativa de vida média dos adultos é de 30 a 60 dias, mas podem viver até 6 meses. Durante toda a época de reprodução, as fêmeas põem entre 1.200 e 1.500 ovos. Em condições de laboratório, uma fêmea fértil pode botar cerca de 130 ovos / dia (lotes de 10 ovos por local) e 3.000 ovos durante sua vida (PARANHOS *et al.*, 2008).

A fase larval pode durar de 6 a 35 dias, dependendo do hospedeiro e da temperatura. Ao final da terceira etapa, deixam o fruto saltando, antes ou depois da queda do fruto e pupas no solo a uma profundidade de 2 a 5 cm. A duração deste período depende da temperatura e umidade do solo e normalmente dura entre 10 e 12 dias. (PARANHOS *et al.*, 2008). Se houver hospedeiros disponíveis, as moscas permanecem na área. Durante a escassez de alimentos, mudanças abruptas no clima ou como adultos recém-emergidos, eles podem viajar distâncias de até 4,8 km. Os períodos de maior atividade são pela manhã, para alimentação, e a tarde, antes do pôr do sol, ocorre o acasalamento (PARANHOS, 2008; MALAVASI, 2001).

As fêmeas dessa espécie depositam ovos em frutos verdes, causando danos que levam à deterioração, entrada de fungos e bactérias, perda de firmeza e apodrecimento dos frutos antes da colheita (SALMAH *et al.*, 2007). A mosca da carambola é altamente invasora, com potencial de adaptação a novas áreas através do transporte de frutos (KHAMIS *et al.*, 2012).

É fundamental manter o combate à mosca da carambola como uma prioridade, considerando seu potencial de disseminação e os impactos econômicos e ambientais que pode causar. O controle integrado, o monitoramento contínuo e a pesquisa científica são ferramentas essenciais para mitigar os danos causados por essa praga e proteger a fruticultura brasileira.

As pesquisas relacionadas às moscas das frutas têm ganhado importância crescente no Brasil, especialmente após a implementação de regulamentações fitossanitárias que impõem

restrições ao transporte de frutos hospedeiros da mosca da carambola. Diversos projetos coordenados e financiados pela Embrapa têm contribuído para o avanço do conhecimento sobre essas pragas, seus hospedeiros e parasitoides, principalmente na região amazônica (SILVA *et al.*, 2011 e ALUJA *et al.*, 2014).

De acordo com a portaria MAPA 1007/2024 estão relacionadas ao gênero *Bactrocera*, 39 espécie de plantas hospedeiras de *B. carambolae* no Brasil que são descritas a seguir: Abiu, Acerola, Ajuru, Ameixa-roxa, Amendoeira, Araçá-Boi, Bacupari, Biribá, Caimito, Caju, Carambola, Cutite, Fruta-pão, Goiaba, Goiaba-araçá, Gomuto, Jaca, Jambo rosa, Jambo d'água ou Jambo rosa, Jambo amarelo, Jambo vermelho, Jujuba ou Maçã-de-pobre, Jujuba chinesa, Laranja, Laranja-doce, Licania, Limão cayena ou Bilimbi, Manga, Murici ou Muruci, Pimenta-de-cheiro, Pimenta picante ou pimenta do diabo, Pitanga vermelha, Sapotilha ou Sapoti, Tangerina, Taperebá ou Cajá, Tomate, Toranja ou Toronja. (SDA/MAPA, 2024).

3.3 Mapeamento Populacional de Insetos Praga

O primeiro passo no manejo específico de pragas de insetos locais envolve a realização de amostragem espacial e a investigação da estrutura da distribuição dos insetos (PARK e TOLLEFSON, 2005; PARK e KRELL, 2005). Isso se deve ao fato de que as estratégias de manejo podem variar entre diferentes espécies de insetos, sendo crucial caracterizar a estrutura espacial por meio de planos de amostragem espacial.

Os planos de amostragem espacial são estratégias que buscam caracterizar a estrutura espacial das populações, gerando mapas de distribuição e estimativas populacionais. A tecnologia moderna, como sistemas de posicionamento global e sistemas de informação geográfica, Os sistemas de informação geográfica (GIS) são um conjunto de sistemas de software e hardware que podem gerar, armazenar, processar, analisar e exibir uma infinidade de informações geoespaciais. O produto final é composto por mapas temáticos, imagens de satélite, mapas topográficos, gráficos e tabelas. permite obter informações de localização com resolução espacial simétrica. Isso é especialmente evidente em estudos como o de lagartas da raiz do milho (*Diabrotica* spp.) (PARK e TOLLEFSON, 2006).

Uma vez obtidos os dados espaciais sobre a densidade dos insetos, os padrões de distribuição podem ser caracterizados por meio de estatísticas espaciais. Diversos estudos demonstraram a eficácia de técnicas como geoestatística e análise espacial por índices de distância (SADIE) para mapear e caracterizar populações de insetos-praga (PARK e TOLLEFSON, 2005; PARK e KRELL, 2005).

O segundo passo é mapear a distribuição espacial dos insetos-praga e gerar mapas de prescrição com zonas de manejo. Métodos estatísticos e sistemas de gestão de bases de dados geográficas, como sistemas de informação geográfica, uma base de dados geoespaciais consiste em uma ferramenta que guarda informações e algoritmos de um Sistema de navegação por satélite (SIG). A organização desse banco de dados ocorre por meio da referência de dados espaciais e não espaciais, são utilizados para essa finalidade. O ponto crucial é o desenvolvimento do mapa de prescrição, que depende da estrutura espacial das distribuições de pragas.

O último passo é a aplicação de medidas de controle específicas do local com base nos mapas de prescrição, utilizando tecnologias de taxa variável. Essas tecnologias, embora atualmente mais associadas ao controle químico, podem incorporar táticas de manejo como o controle biológico ou cultural. As zonas de gestão de insetos devem ser avaliadas e ajustadas ao longo do tempo devido à dinâmica das populações e às mudanças nas práticas agrícolas (PARK *et al.*, 2007).

Uma ferramenta crucial no manejo específico de pragas de insetos é um sistema de posicionamento que permite localizar amostras e navegar nas áreas de aplicação. Um exemplo de sistema de posicionamento utilizado para esse fim é o sistema de navegação por satélite, como o sistema de posicionamento global (GNSS). Os sistemas de navegação por satélite, são amplamente preferidos por possibilitarem que dispositivos eletrônicos determinem suas posições em tempo real, utilizando sinais transmitidos por satélites (PARK *et al.*, 2007).

O GPS, desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos EUA em 1973, consiste em 24 a 28 satélites que orbitam em seis planos diferentes, permitindo determinar a localização na Terra. A tecnologia GPS proporciona uma precisão crescente, possibilitando mapear insetos com resolução inferior a 1 metro (PARK *et al.*, 2007).

O Sistema de Informação Geográfica é uma ferramenta essencial para visualizar a distribuição espacial dos insetos. No entanto, criar mapas que exibam uma superfície contínua requer o uso de métodos de interpolação para prever valores em locais não amostrados. Existem dois tipos principais de métodos de interpolação: determinísticos e estocásticos (PARK *et al.*, 2007).

Os métodos determinísticos, como a ponderação de distância inversa e spline, podem ser implementados em pacotes SIG comuns, mas não levam em consideração a semelhança entre valores próximos no espaço. Já os métodos estocásticos, como geoestatística e SADIE, são considerados mais precisos, pois se baseiam em funções matemáticas rigorosas e podem utilizar validação cruzada para aprimorar a precisão do mapeamento (PARK *et al.*, 2007).

3.4 Geoprocessamento

O geoprocessamento é um conjunto de técnicas computacionais que envolve a integração de várias disciplinas, incluindo geografia, cartografia, sensoriamento remoto, sistemas de informação geográfica (SIG), GPS (Sistema de Posicionamento Global) e análise espacial (DIAS; GOMES e GOES, 2024).

Um sistema SIG pode ser definido como um sistema que consiste em um conjunto de programas de computação que integram dados, equipamentos e pessoas para coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados espacialmente conhecidos em um sistema de coordenadas conhecido. Essa tecnologia é usada em uma grande variedade de campos e aplicações, incluindo planejamento urbano e regional, gestão ambiental, agricultura, gestão de recursos naturais, geologia e defesa, e de acordo com Sandes (2024), no mapeamento de pragas, onde é possível realizar a coleta, armazenamento, análise e visualização espacial dados geográficos, através da criação de mapas e gráficos, associados a interpolação espacial, modelagem de superfície e análise de padrões espaciais. (FITZ., 2018).

O uso do geoprocessamento para mapeamento e monitoramento de pragas agrícolas começou a ser utilizado a partir da segunda metade do século XX, principalmente com o desenvolvimento de tecnologias como imagens de satélite, sistemas de informação geográfica (SIG) e GPS (Sistema de Posicionamento Global). Essas novas possibilidades de coleta e análise de dados georreferenciados, possibilitou o mapeamento e distribuição espacial de pragas, identificação dos padrões de infestação, monitoramento e desenvolvimento de técnicas de manejo mais eficazes (REGHINI e CAVICHIOLI, 2020).

Quanto a sua utilização para mapeamento de insetos-pragas exóticos de importância, tanto econômica e quarentenária, as técnicas de geoprocessamento vêm sendo empregadas principalmente na identificação de áreas propícias à sua ocorrência (MINGOTI et al, 2021). Na região Norte do Brasil, Mingoti *et al.* (2023), desenvolveu trabalhos de monitoramento de *B. carambolae*, a partir do mapeamento mensal realizado em SIG ArcGIS, SIRGAS 2000 que é o Sistema geodésico de referências oficial do país, onde destacou a presença da praga principalmente nos estados do Amapá, Pará e Roraima.

3.5 Estatística de Kernel

A estimativa de Kernel é uma técnica valiosa para analisar padrões espaciais de eventos pontuais, especialmente eficaz na avaliação da densidade de determinada população. Esse método proporciona a visualização espacial do evento e a delimitação das áreas mais suscetíveis ao redor dos locais registrados (GUIRRA *et al.*, 2011).

Segundo Silva (2004), a Estimativa de Kernel é uma abordagem estatística e não paramétrica que converte uma distribuição de pontos ou eventos em uma “superfície contínua de risco”. Essa técnica permite a estimativa do número aproximado de eventos por unidade de área, gerando uma representação suavizada do fenômeno.

Segundo Santos *et al.* (2012), ao analisar eventos pontuais em um determinado espaço, a estimativa de Kernel possibilita a obtenção de uma densificação, indicando a intensidade em diferentes regiões. Essa técnica, considerada uma forma de suavização, pode resultar em mapas de contorno de intensidade ou de proporção de eventos, revelando tendências importantes.

A estimativa de Kernel exige a definição de duas variáveis essenciais: o raio de influência (τ), que controla a dependência espacial e delimita a vizinhança, e a função de estimação k (Kernel), responsável por suavizar o fenômeno em análise, como o mapeamento de populações de *B. carambolae* (MORAIS, 2015).

No estado do Espírito Santo, (COURA *et al.*, 2018), utilizou das geotecnologias para realização da análise da distribuição espacial da cultura do mamão demonstrando assim que o mapa de Kernel, favorece uma melhor análise relativa à distribuição da cultura no espaço, propiciando um melhor entendimento para, instituições de pesquisa e extensão rural.

No período de 2000 a 2022, GOMES (2023), realizou um estudo sobre os focos de calor nas fronteiras agrícolas do SEALBA e MATOPIBA por meio do auxílio da densidade Kernel. Com o auxílio da ferramenta densidade Kernel por meio do software QGIS versão 2.18 e 3.30 foram modelados o conjunto de pontos de focos de calor nos consórcios agrícolas utilizando o sistema de coordenadas geográficas EPSG: 4674, Sirgas 2000.

3.6 Programa Nacional de Erradicação da Mosca da carambola (PNEMC)

No Brasil, o Programa Nacional de Erradicação da Mosca da carambola (PNEMC) foi estabelecido em 1996 com o propósito de evitar a disseminação de *B. carambolae* para outras Unidades da Federação. Coordenado pelo Departamento de Sanidade Vegetal (DSV) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o programa visa monitorar e controlar a mosca da carambola em regiões de fronteira, com o objetivo de erradicá-la. Essa

iniciativa é crucial para manter a qualidade dos produtos no mercado interno e garantir as exportações da fruticultura brasileira (GODOY *et al.*, 2011; FERREIRA e RANGEL, 2015).

O PNEMC realiza ações como levantamentos de detecção da praga em locais onde ainda não há registro e levantamentos de verificação em áreas já afetadas. Para efetuar o controle da mosca da carambola, são utilizadas técnicas como a aniquilação de machos por meio de blocos impregnados com metil-eugenol e inseticida malation, inseticidas espinosade, proteína hidrolisada e malation, enterrio de frutos, e pulverização de inseticidas em pomares (GODOY *et al.*, 2011)

A base legal do PNEMC está fundamentada em diversas legislações, incluindo o Regulamento de Defesa Sanitária Vegetal, o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA), decretos, instruções normativas e acordos de cooperação técnica. Destaca-se o Decreto 2226/1997, que instituiu o plano de supressão e erradicação da mosca da carambola na região de Oiapoque, reconhecendo a área como emergência fitossanitária. Além disso, normas municipais, como a Portaria da Comarca de Laranjal do Jari 009/2007, reforçam a fiscalização e apoiam as ações preconizadas no Plano Emergencial do Vale do Jari (GODOY *et al.*, 2011).

No Amapá, o PNEMC, em parceria com a DIAGRO (Agência de Defesa e Inspeção Agropecuária do Estado do Amapá) que atualmente realiza a supervisão das rotas onde ocorre o combate da praga, sendo o município de Porto Grande uma dessas rotas. A supervisão sistemática das atividades nessas rotas visa manter a eficiência das operações de controle da praga. Além disso, a Embrapa Amapá, em colaboração com o PNEMC, contribui para com pesquisa realizando estudos a fim de contribuir com o combate da mosca da carambola e o reconhecimento da praga, com base em conhecimentos teóricos e práticos em laboratório e campo. A Embrapa também desenvolve produtos com eficácia comprovada no combate à mosca da carambola, buscando contribuir com soluções baseadas em tecnologias mais sustentáveis, em conformidade com as demandas do PNEMC (LIMA *et al.*, 2018)

No município de Porto Grande, assim como nos demais municípios do estado a empresa Desratox comandada pelo ministério da Agricultura -MAPA e supervisionada em campo pela Agência de Defesa Agropecuária do Estado-DIAGRO. As medidas de combate envolvem coleta de frutos hospedeiros, poda dos hospedeiros e pulverização com inseticida específico para praga.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

A pesquisa foi realizada no município de Porto Grande, este localizado na porção central e mesorregião do Sul do Amapá, entre as coordenadas de 00°22'52" da latitude norte e 02°25'34" de latitude sul, e 53°41'10" longitude leste e 54°54'13" de longitude oeste. O Município ocupa uma área aproximada de 4.400 km². Possui clima equatorial superúmido, com duas estações bem definidas, verão e inverno. Pluviometria de 2.500 mm (média anual) com temperaturas variando entre 20 °C e de 36 °C. (IBGE, 2022).

O estudo foi realizado ao longo de 2019 em propriedades rurais e urbanas do município de Porto Grande. A área de estudo foi dividida em cinco subáreas, cada uma com 36 armadilhas do tipo Jackson e Mcphail na área urbana, e 32 na área rural. Todas as armadilhas foram marcadas com coordenadas de localização. As subáreas foram definidas como: Cidade Sede, Colônia do Matapi, Estrada de Ferro, Perimetral Norte e Assentamento Nova Canaã (figura 1).

Essas subáreas foram determinadas pelo programa de erradicação da mosca da carambola, sendo assim denominadas com essas nomenclaturas.

Figura 1 - Localidades de realização do estudo

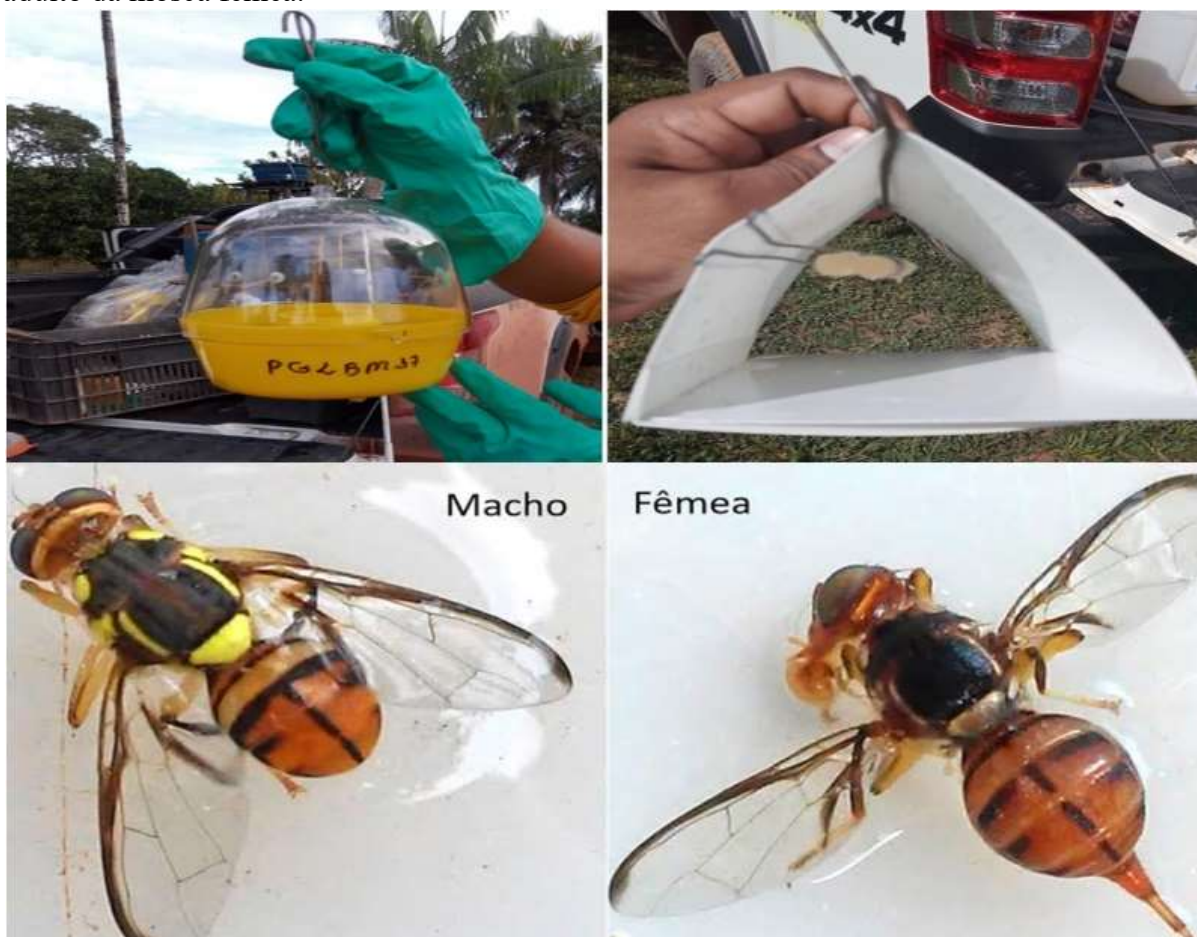


Fonte: IBGE 2009.

4.2 Método de Coleta das Moscas da Carambola

A coleta dos dados foi realizada, a cada 15, de janeiro a dezembro de 2019. A atividade de monitoramento foi desenvolvida por técnicos da Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Amapá - DIAGRO, dentro do Programa Nacional de Erradicação da Mosca da Carambola, os dados foram coletados através do uso de armadilhas, sendo instalados em total 68 pares de armadilhas casando-se os tipos Jackson e Mcphail (Figura 2).

Figura 2 - Armadilhas para monitoramento populacional da mosca da carambola. A. Armadilha Mcphail; B. Armadilha Jackson; C. Na fase adulta, B. carambolae adulto da mosca macho; D. adulto da mosca fêmea.



Fonte: DIAGRO (2023).

A armadilha Mcphail é um tipo de recipiente no formato de “pêra”, em material plástico transparente na parte superior e amarela na parte inferior, com capacidade média de 500 ml de solução, possui um gancho para ser pendurada na planta hospedeira a uma altura média de 1,80 m, no seu interior contém substância alimentícia não tóxica feita de amido de cereais, realizando a captura de moscas fêmeas e machos. Cada armadilha instalada continha códigos específicos para facilitar sua localização, assim cada armadilha teve suas coordenadas georreferenciadas com o GPS Garmin GPS MAP 65.

Descrição do aparelho: duração da bateria 16 horas comporta 2 pilhas AA, 16 GB o espaço do usuário varia de acordo com o mapeamento incluído, mapas pré-carregados capacidade de adicionar mapas mapa base roteamento automático, roteamento curva a curva nas estradas para atividades ao ar livre, inclui recursos hidrográficos detalhados (costas, margens de lagos/rios, zonas úmidas e riachos perenes e sazonais, armazenamento de memória externa.

As armadilhas foram penduradas em árvores preferencialmente hospedeiras da mosca da carambola, sempre uma em cada árvore devido as mesmas possuem atrativos diferentes, porém na ausência de plantas hospedeiras realiza-se a instalação das armadilhas em plantas não hospedeira da mosca. No caso nesse estudo apresenta o abacateiro e o ingazeiro, que não estão na listagem do Ministério da Agricultura- MAPA, como hospedeiros da mosca. (**Tabela 1**).

Tabela 1 - Árvores hospedeiras da mosca da carambola em que foram instaladas as armadilhas

Nome popular	Nome específico
Jambo	<i>Syzygium jambos</i>
Goiaba	<i>Psidium guajava</i> L.
Jaca	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.
Carambola	<i>Averrhoa carambola</i> L
Manga	<i>Mangifera indica</i> L.
Caju	<i>Anacardium occidentale</i> L.
Abacate	<i>Persea americana</i> Mill
Ingá	<i>Inga edulis</i>
Abiu	<i>Pouteria caimito</i>
Graviola	<i>Annona muricata</i>
Limão caena	<i>Citrus</i> ssp.
Ameixa	<i>Prunus</i> subg. <i>Prunus</i>
Biriba	<i>Annona mucosa</i>

Fonte: Autor (2023).

A armadilha Jackson é um tipo de armadilha modelo “casinha” de material plástico possui uma base adesiva e uma mecha de algodão embebida com o feromônio metileugenol e o inseticida malathion, com o objetivo de atrair e capturar somente a mosca macho, devido conter substâncias atrativas do feromônio sexual da mosca fêmea. As armadilhas foram

Penduradas na planta hospedeira a uma altura média de 1,80 m. O feromônio metileugenol foi utilizado em mistura com malathion em uma proporção de 3:1.

A troca da substância alimentícia não tóxica feita de amido de cereais contida na armadilha Mcphail e o feromônio metileugenol em mistura com inseticida malathion contido nas armadilhas Jackson eram realizadas a cada 14 dias, sendo que a troca dos pisos das armadilhas Jackson dependeu da qualidade de aderência e limpeza. O monitoramento e manutenção dessas armadilhas era feito em média a cada 14 dias.

A cada inspeção o conteúdo era despejado em um crivo e depois colocado em uma bandeja plástica. Os insetos capturados foram recolhidos e realizada a contagem de fêmeas e machos, e anotado-se em planilha de campo.

O índice MAD refere-se à densidade populacional da praga em que se necessita a aplicação de medidas de controle, para impedir perdas de valor econômico na produção ou impedir a dispersão da praga para outros locais. Tais valores são utilizados para definir as estratégias de ação para cada local. O valor considerado aceitável pela maioria dos mercados importadores é menor ou igual a 1,0 (um).

Após a identificação e quantificação dos espécimes, efetuou-se o cálculo do número de moscas capturadas por armadilha/dia, pela fórmula:

$$\text{Índice MAD} = \frac{M}{A \times D}$$

Eq. 1

MAD = mosca/armadilha/dia, onde:

M = quantidade de moscas capturadas;

A = número de armadilhas do pomar;

D = número de dias de exposição da armadilha.

O índice MAD tem sido utilizado como um ponto de partida para definir as ações de controle. De maneira geral, pode-se iniciar o controle químico (iscas inseticidas ou pulverização) em áreas cujo MAD seja superior a 1,0.

4.3 Análise dos dados

Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva por meio de histogramas de frequências para verificar a flutuação populacional da espécie frequente em cada campo

estudado ao longo dos meses, utilizando os seguintes procedimentos; a flutuação populacional das espécies de moscas da carambola predominante foi representada em gráficos obtidos no programa Excel MS.

O primeiro passo para descrever a distribuição espacial foi plotar os dados em uma planilha no Excel para construir mapas representativos do número de moscas/armadilha instalada. O programa de computador utilizado para plotar os dados foi Excel MS.

4.4 Confeção de mapas de calor – Estatística de Kernel

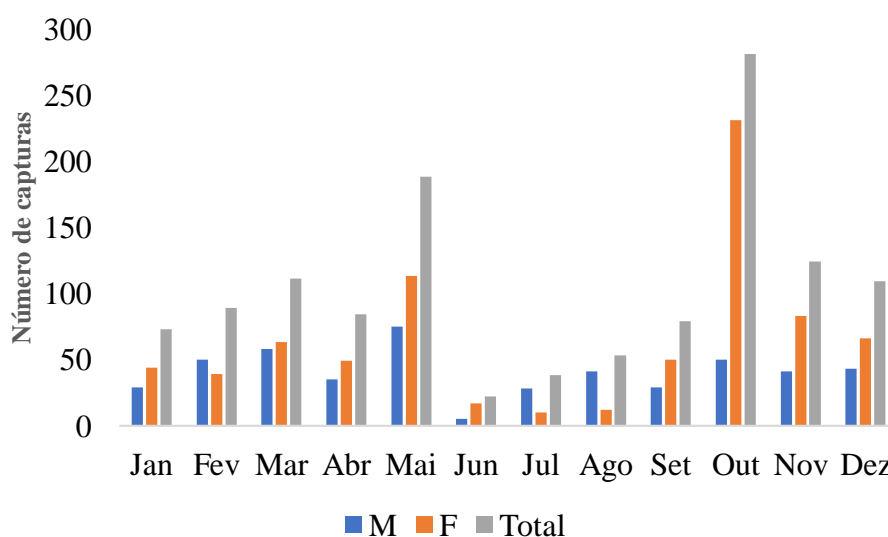
Em uma planilha Excel realizou-se a espacialização dos dados obtidos, com os formatos: xls, txt, dbf, sendo que cada arquivo indica uma característica. No entanto, para a exportação foi necessário o salvamento do arquivo em formato csv, separado por vírgulas. Quanto as espacializações dos dados em cartas geográficas, foi necessário realizar a construção de planilha com a conversão de coordenadas em graus decimais para Latitude e Longitude em UTM, utilizando calculadora geográfica DPI (INPE).

Posteriormente foi processada a conversão para pontos, no formato e arquivo shapefile, com sistema de projeção geográfica (DATUM HORIZONTAL SIRGAS 2000); os pontos foram suporte para produção do mapa de densidade (Mapa de Kernel). Sendo assim, utilizou a ferramenta Mapa de Calor do QGIS, usando a aplicação Mapa de Calor, e obtendo como resultado uma matriz. Foi plotado no mapa, o local que cada armadilha foi instalada. Após estes processos construiu-se os mapas temáticos contendo todos os pontos indicativos das populações da mosca da carambola que afetam os frutos das plantas hospedeiras.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro semestre de 2019, o maior número de capturas de moscas machos e fêmeas de *B. carambolae*, ocorreu no período de Fevereiro (89), Março (111) e Maio (188). No segundo semestre os meses de maior ocorrência foram em Outubro com 281 capturas, seguidos de Novembro com 124 e Dezembro com 109 capturas. O que explica o maior número de captura de moscas fêmeas em relação a mosca macho no mês de novembro e basicamente o uso de uma técnica chamada de técnica de aniquilamento de machos, (TAN) que é utilizada para eliminação somente da mosca macho. O pico populacional da mosca da carambola está associado basicamente à disponibilidade de frutos de plantas hospedeiras da *B. carambolae*. Como: caju, manga, taperebá, biribá, ajuru, acerola, muruci, araçá-boi, pitanga, goiaba, goiaba-araçá, ameixa-roxa, jambo-vermelho, carambola, sapoti, abiu, cutiti, tangerina, laranja-da-terra e pimenta-de-cheiro, dentre outros.

Figura 3 - Flutuação populacional de machos (M) e fêmeas (F) da mosca da carambola capturadas por armadilhas Jackson e Macphail no ano de 2019 – Porto Grande, AP.



No entanto, é possível observar que a disponibilidade de frutos está relacionada com as condições climáticas do cerrado amapaense, tais como: clima tropical sazonal, com estações úmidas e secas distintas, favorecendo o crescimento vegetativo durante a estação úmida e períodos de frutificação durante a estação seca, precipitação elevada, altos níveis de luminosidade e temperaturas adequadas, que geram condições ideais para o crescimento e a maturação das frutas (BORGES *et al.*, 2022). Essas condições climáticas favorecem a produção

de frutos durante o todo o ano para as diversas fruteiras onde foram realizados o monitoramento nas zonas rural e urbana.

As maiores populações de *B. carambolae*, ocorrem no pico do verão amazônico (período compreendido entre setembro a novembro) e em todo o período de maior precipitação (janeiro a maio) devido a uma série de fatores relacionados às condições climáticas e à disponibilidade de frutos hospedeiros. Durante o verão amazônico, a reprodução e o desenvolvimento das moscas são favorecidos, devido as temperaturas mais elevadas e menor umidade no ar (NOBRE *et al.*, 2007). Além disso, o aumento da temperatura e a intensidade luminosa contribui para a maior disponibilidade e maturação de frutos da mangueira, acerola, carambola e goiabeira, que são essenciais para a sobrevivência e reprodução da mosca da carambola.

Com relação a população específica de machos da mosca da carambola nos locais amostrados, a espécie *Mangifera indica* L. (*manga*), obteve um número de captura de 144 moscas, *Syzygium jambos* (*jambo*) obteve 51 capturas e *Averrhoa carambola* L. (*carambola*) 64 capturas e *Psidium guajava* L. (*goiaba*) 65 capturas (Tabela 2). Essas quatro frutíferas foram as que mais concentraram capturas da praga sendo que algumas dessas compõem a arborização urbana, e são favorecidas pelas condições edafoclimáticas inerentes da região amazônica e do estado que estão inseridas (CONCEIÇÃO e SANTOS, 2019).

Tabela 2 - Número mensal de moscas Machos de *B. carambolae* capturadas por hospedeiro, em armadilhas tipo Jackson e Mcphail no Município de Porto Grande, Amapá ano 2019.

Hospedeiros	Fe		Ma			Ag			Ou			
	Jan	v	Mar	Abr	i	Jun	Jul	o	Set	t	Nov	Dez
<i>Annona mucosa</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	1	0
<i>Syzygium jambos</i>	7	3	7	9	5	0	2	2	6	2	6	2
<i>Psidium guajava</i> L.	3	2	3	5	15	0	7	12	1	8	1	8
<i>Averrhoa carambola</i> L.	1	11	3	1	16	0	0	0	0	16	0	16
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mangifera indica</i> L.	10	21	21	15	8	0	5	12	14	11	14	11
<i>Anacardium occidentale</i> L.	2	0	0	0	3	0	3	4	3	0	3	0
<i>Persea Americana</i> Mill.	1	2	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Inga edulis</i>	0	0	3	0	6	0	0	0	0	6	0	6
<i>Pouteria caimito</i>	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Malpighia puniceifolia</i> L.	4	1	4	0	1	2	2	2	1	0	1	0
<i>Prunus</i> subg. <i>Prunus</i>	2	2	0	2	2	0	1	2	1	2	1	2
<i>Citrus</i> ssp.	0	1	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mapighia glabra</i> L.	1	5	1	1	0	0	1	1	2	5	2	5
Total (N)	33	49	52	35	65	2	21	35	29	50	41	48

Fonte: Autor (2023).

Segundo Araújo (2002), a disponibilidade de hospedeiros é um fator que interfere nos níveis de infestação, pois é justamente nos períodos de maior disponibilidade de hospedeiros

que ocorrem as maiores infestações. A portaria DAS/MAPA 1007/2024 reporta uma lista variada com 39 espécies frutíferas hospedeiras da mosca da carambola, das quais uma grande quantidade e fortemente cultivada na nossa região, devido a rusticidade, adaptação e a preferência no hábito alimentar para consumo dessas frutas pelas pessoas. (Tabela 2).

Um estudo realizado por Gomes *et al.* (2016), em uma análise quali-quantitativa da arborização urbana no Norte do Brasil, constatou em uma única praça, 60 espécimes de *Mangifera indica* L. cerca de 20% do total das espécies identificadas no local, esse cenário é muito comum na região dado a elevada ocorrência da espécie, que também é muito encontrada no meio rural. A existência de plantas hospedeiras com frutos ao longo do ano é um aspecto fundamental para garantir a permanência da praga de ano para ano.

De acordo com Costa *et al.* (2014), a alta capacidade de produção de frutos da espécie *M. indica* contribui para a manutenção das populações de *B. carambolae*. Assim, a disponibilidade de frutos pode ser um fator que influencia a densidade populacional da mosca da carambola. Isso significa que áreas com maior variedade de frutos hospedeiros são mais propensas a serem atacadas pela *B. carambolae* ao longo do ano.

A elevada densidade populacional de *B. carambolae* nos meses de maio e outubro de 2019 (Figura 2) esteve provavelmente relacionada com a presença e disponibilidade de frutos hospedeiros na área, assim como observado por Raga *et al.* (2017) e por Silva *et al.* (2011) em levantamentos de infestação de moscas das frutas, onde destacaram o aumento populacional principalmente no período de frutificação.

No Amapá, com base no clima equatorial e com menor variação sazonal da região Amazônica manifestada principalmente pela precipitação uniforme, vegetação perene e menor variação de horas de luz, espécies como *Psidium guajava* L. (goiaba) e *Mangifera indica* L. (manga), possuem seu período de frutificação tanto em meses específicos, entre maio e outubro, mas de acordo com Calore *et al.* (2013) e De Lima; De Sales e Barbosa (2013), essas espécies com manejo adequado, podem produzir ao longo de todo o ano.

Foi observado que houve maior expressão nos primeiros meses do ano iniciando em fevereiro com 49 capturas, março com 52 e maio com 65 capturas, posteriormente nos últimos meses do ano em outubro 50 capturas, novembro 41 e dezembro 48 isto com destaque para os hospedeiros *Syzygium jambos* (jambo), *Psidium guajava* L. (goiaba), *Averrhoa carambola* L. (carambola) e *Mangifera indica* L. (manga). Isso se explica pelo fato dessas frutíferas estarem distribuídas em elevada quantidade por toda a extensão territorial do município de Porto Grande.

A população mensal de moscas fêmeas de *B. carambolae* apresentou um aumento populacional entre março e maio, com picos em maio, com 113 capturas e em outubro com 231

capturas (Tabela 3). A proporção de capturas de fêmeas foi maior na maioria dos meses estudados, pois segundo Raga *et al.*, (2017), armadilhas com atrativo alimentar captura-se mais fêmeas do que machos, porque fêmeas jovens que recém emergiram dos pupários, necessitam ingerir açúcar e/ou proteína para desenvolver seus ovários imaturos.

Tabela 3 - Número mensal de moscas fêmeas de *B. carambolae* capturadas por hospedeiro, em armadilhas tipo Jackson e Mcphail no Município de Porto Grande, Amapá ano 2019

Hospedeiros	Fe		Ma			Ag			No			
	Jan	v	Mar	Abr	i	Jun	Jul	o	Set	Out	v	Dez
<i>Annona mucosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Syzygium jambos</i>	0	0	6	18	2	0	1	1	2	1	4	6
<i>Psidium guajava</i> L.	6	0	4	4	25	0	3	3	1	25	1	2
<i>Averrhoa carambola</i> L.	2	4	11	3	2	6	0	0	3	117	9	9
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mangifera indica</i> L.	2	1	0	3	5	0	2	2	15	4	35	20
<i>Anacardium occidentale</i> L.	0	0	5	4	23	0	0	0	9	0	6	9
<i>Persea Americana</i> Mill.	4	1	7	1	3	0	0	0	0	0	4	3
<i>Inga edulis</i>	2	2	6	4	17	0	0	0	4	0	4	6
<i>Pouteria caimito</i>	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Malpighia puniceifolia</i> L.	4	1	4	0	1	2	2	2	1	0	0	1
<i>Prunus subg. Prunus</i>	2	2	0	2	2	0	1	2	1	2	0	2
<i>Citrus</i> ssp.	0	1	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mapighia glabra</i> L.	24	27	19	6	18	10	1	3	11	27	19	13
Total (N)	43	39	63	45	113	17	10	14	45	229	82	69

Fonte: Autor (2023).

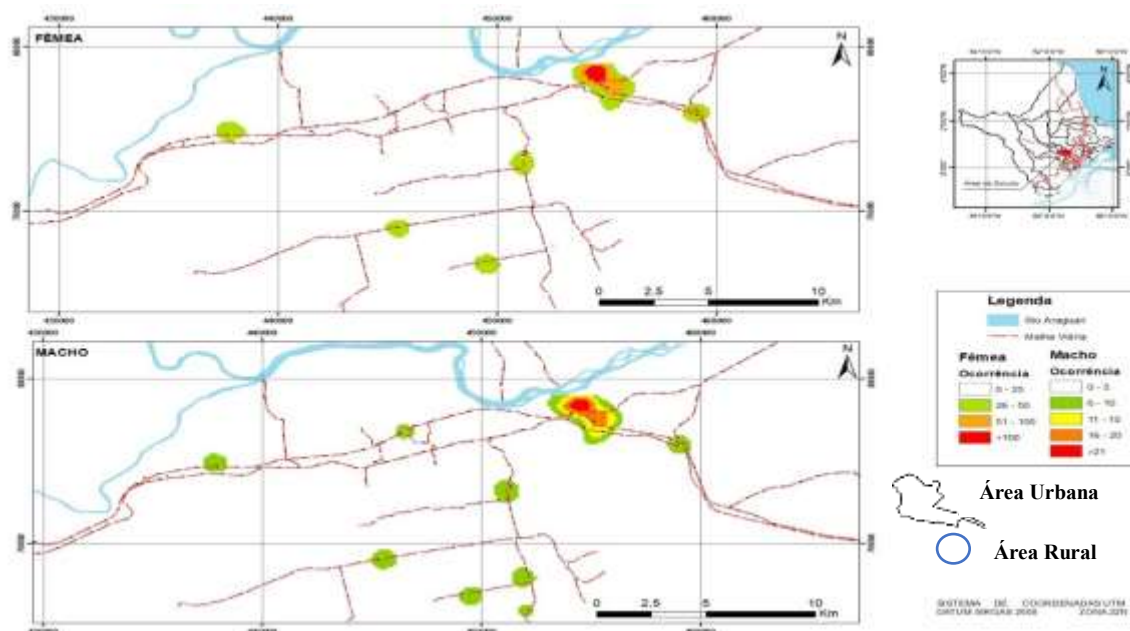
As capturas de fêmeas foram mais significativas, especialmente entre março e maio (período chuvoso) e outubro e dezembro (período seco). Esses picos de abundância de *B. carambolae* tanto para machos quanto para fêmeas, podem estar associados à produção de frutos das espécies de plantas hospedeiras da *B. carambolae*. Moura e Moura (2022), afirmam que a densidade de moscas está principalmente relacionada a dois fatores principais, à ocorrência de frutos hospedeiros, às temperaturas mais elevadas a menor umidade relativa do ar (NOBRE *et al.*, 2007).

De acordo com França (2016) e Araújo *et al.*, (2008), a dinâmica populacional das moscas das frutas, está intrinsecamente relacionada aos fatores abióticos, principalmente a temperatura média, que deve ser associada ao período climático seco com elevada umidade do ar, entre os meses de setembro e dezembro, o qual favorece o desenvolvimento dos hospedeiros durante o período de plena frutificação.

Em áreas de fruticultura irrigada para exportação, localizadas especialmente no Vale do São Francisco, região Nordeste do Brasil, as condições de temperatura e umidade

proporcionadas pela prática da irrigação tornam o ambiente favorável ao desenvolvimento de *B. carambolae*. Além disso, a produção ininterrupta de frutos hospedeiros como manga, acerola e goiaba, também é um fator determinante para o sucesso do estabelecimento de *B. carambolae* nessas regiões (PESSOA *et al.*, 2016).

Foram gerados mapas de calor com informações sobre as populações de machos e fêmeas da mosca da carambola distribuídos nas cinco subáreas de capturas de moscas (Figura 3). Os mapas revelam a distribuição geográfica da *B. carambolae*, com uma concentração maior na zona urbana e em alguns pontos específicos da cidade, relacionados à arborização urbana composta por diversas espécies frutíferas hospedeiras da mosca da carambola, onde não há nenhum manejo cultural. E ambiente urbano também cria um microclima favorável à proliferação da praga.



Fonte: Base Cartográfica SEMA, estado do Amapá 2014.

Figura 4 - Mapas de calor gerados pela estatística de Kernel, utilizando a ferramenta Mapa de Calor do ArQGIS, demonstrando os pontos indicativos das populações de fêmeas (3 –A) e machos (3 – B) da mosca da carambola que afetam os frutos das plantas hospedeiras

Na área rural, foram detectadas menores capturas de moscas fêmeas e machos em relação a zona urbana (Figura 3). Acontece que na zona rural há uma maior diversidade de espécies frutíferas em cultivo sendo manejadas pelos agricultores; há também presença de inimigos naturais da mosca da carambola. Além disso, os hospedeiros na área rural são

pulverizados com inseticidas específicos, que agem reduzindo o número moscas no ambiente rural.

Os mapas também mostram que a captura de moscas fêmeas foi significativamente maior na área urbana em comparação com a área rural (Figura 3-A), o que também pode ser atribuído principalmente as ações de controle executadas pelo PNEMC, tal como a técnica de aniquilamento de machos, onde são utilizadas iscas tóxicas atrativas apenas para os machos, reduzindo sua população.

O mapeamento populacional por geoprocessamento consegue demonstrar a necessidade da ampliação da área de combate da *B. carambolae*, uma vez que através do mesmo se consegue visualizar a área descoberta pelas ações do PNEMC dentro dos limites do município de porto grande, onde necessita da presença de armadilhas para monitoramento, consequentemente ações de combate a praga.

França (2016) e Araújo *et al.*, (2008) identificaram a temperatura como determinante na flutuação populacional de moscas-da-carambola, os resultados encontrados no presente estudo estão mais alinhados com os de Lemos *et al.*, (2015), onde afirmam que a densidade de moscas está mais ligada à disponibilidade de frutos hospedeiros do que aos fatores climáticos.

O índice MAD refere-se à densidade populacional da praga, o que ao longo do ano não ultrapassaram os valores de 1,0 o que indica que permaneceram dentro dos limites aceitáveis para mercados importadores de frutos, ratificando o controle eficaz da população da praga em Porto Grande. Este resultado demonstra que não houve uma elevada densidade populacional ao longo do ano e também não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre o período seco (setembro a novembro) e a estação chuvosa (janeiro a maio) (Figura 2).

No entanto, os maiores índices de MAD foram observados nos meses de maior disponibilidade de frutos. Essa tendência está em linha com o observado por Aluja *et al.*, (2012), que relacionaram os picos anuais de moscas das frutas à fenologia de frutificação de cada espécie hospedeira.

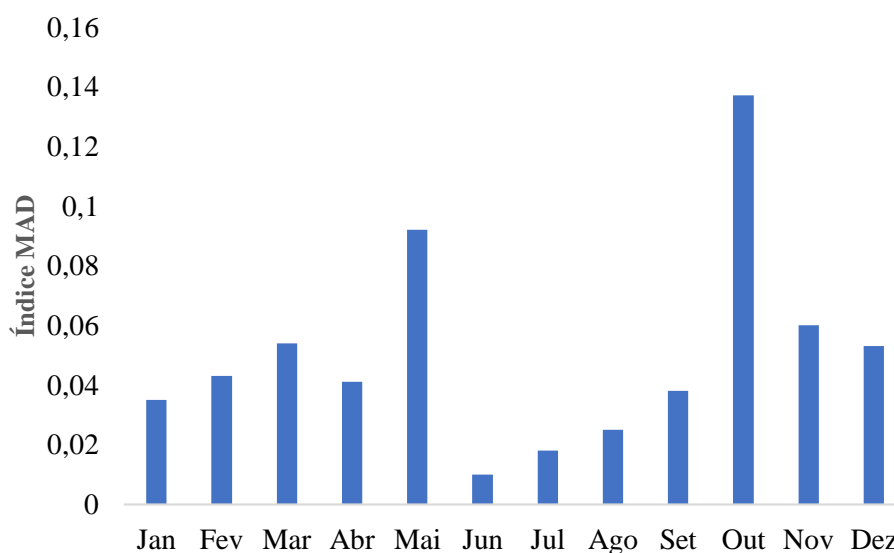


Figura 5 - Índice MAD (mosca/armadilha/dia) referente às cinco localidades amostradas durante os meses do ano de 2019. Eixo X= MAD Eixo y = meses ano.

Esses resultados destacam a eficácia das medidas implementadas pelo Programa Nacional de Erradicação da mosca Carambola (PNEMC) em Porto Grande –Amapá, na redução da população de *B. carambolae*. O PNEMC trabalha para realizar a erradicação completa da praga, demonstrando ser eficiente em manter os níveis populacionais em patamares aceitáveis para os padrões comerciais de frutos.

O índice MAD (Média de Armadilhas por Dia), métrica crucial na avaliação do risco fitossanitário associado à mosca da carambola, ainda que esteja abaixo de 1,0, o que indica uma presença controlada da praga, representa um sério impeditivo para a exportação dos frutos hospedeiros da mosca da carambola para outras regiões. Isso se deve ao fato da praga ser classificada como quarentenária, presente em áreas não naturalmente estabelecidas, representando uma ameaça direta para as culturas frutíferas e para a economia agrícola.

6 CONCLUSÃO

O padrão de ocorrência da moscada carambola está diretamente relacionado com a maior disponibilidade de frutos das espécies tropicais e amazônicas hospedeiras durante todo período do ano, independente das variações climáticas. O índice MAD abaixo de 1,0, indica que a população da mosca da carambola presente nas diversas espécies frutíferas tropicais e amazônicas está sob controle no município de Porto Grande, AP.

Na área rural são detectadas menores populações moscas da carambola em relação a zona urbana de Porto Grande por haver maior diversidade de espécies frutíferas tropicais e amazônicas em cultivo sendo manejadas pelos agricultores; por haver presença de inimigos naturais da mosca da carambola em cultivo em sistemas SAF e as plantas hospedeiras da área rural são pulverizados com inseticidas específicos.

REFERÊNCIAS

- ADAIME, R.; LIMA, A. L.; DEUS, E. G. Monitoramento de moscas-das-frutas e controle cultural em Roraima. In: **Embrapa Roraima-Documentos** (INFOTECA-E). Boa Vista: Embrapa Roraima, p. 68, 2011.
- ADAIME, R.; JESUS-BARROS, C. R.; BARIANI, A.; LIMA, A. L.; CRUZ, K. R.; CARVALHO J. P. **Novos registros de hospedeiros da mosca da carambola (*Bactrocera carambolae*) no Estado do Amapá, Brasil**. Embrapa Amapá-Comunicado Técnico, 2016.
- ALMEIDA, R. R. *et al.* Frugivorous flies (Diptera: Tephritidae, Lonchaeidae) associated with fruit production on Ilha de Santana, Brazilian Amazon. **Florida Entomologist**, v.99, n.3, 426-436, 2016.
- ALUJA, M. Bionomia e manejo de *Anastrepha*. **Annual Review of Entomology**, v. 39, p. 155-178, 1994.
- ALUJA, M. *et al.* Pest management through tropical tree conservation. **Biodiversity and Conservation**, Dordrecht, v.23, p.831-853, 2014.
- ALVARENGA, C. D. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e seus parasitóides em plantas hospedeiras de três municípios do norte do estado de Minas Gerais. **Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo**, v. 76, n. 2, p.195-204, 2019.
- ANDRIGUETO, J.R.; NASSER, L.C.B.; TEIXEIRA, J.M.A. **Produção integrada de frutas: conceito, histórico e evolução para o Sistema Agropecuário de Produção Integrada – SAPI**. 2017.
- ARAUJO, E. L. **Dípteros frugívoros (Tephritidae e Lonchaeidae) na região de Mossoró/Assú, estado do Rio Grande do Norte**. Tese (doutorado em entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002.
- ARAUJO, E. *et al.* Levantamento e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiaba *Psidium guajava* L., no Município de Russas (CE). **Caatinga**, v. 21, n. 1, p. 138-146, 2008.
- BOYKIN, L. M. *et al.* Population genomics of the pest fruit fly *Bactrocera dorsalis*: disentangling invasions and introgressions in multiple pest outbreaks. **Evolutionary Applications**, v. 7, n. 8, p. 812-826, 2014.
- BOYKIN L. M. *et al.* Multi-gene phylogenetic analysis of south-east Asian pest members of the *Bactrocera dorsalis* species complex (Diptera: Tephritidae) does not support current taxonomy. **Journal of Applied Entomology**, v. 138, p. 235-253, 2014.
- BORGES, Fernanda da Silveira Sá *et al.* DIVERSIDADE VEGETAL, USO AGRÍCOLA, POLÍTICA FUNDIÁRIA E PERSPECTIVAS DO CERRADO AMAPAENSE DE 2018 A 2022. **TÓPICOS ATUAIS EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E URBANO**, v. 1, n. 1, p. 222-244, 2022.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Definidas medidas para contenção e erradicação da mosca da carambola, 2017. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/mapa-define-medidas-para-contencao-e-erradicacao-da-mosca-da-carambola>. Acesso em: 11 julho. 2023.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 38, de 1 de outubro de 2018**. Brasília: Diário Oficial da União, 2 out. 2018, Seção 1, p. 14, 2018.

BRASIL, Diário da União. **Resolução Nº 1, de 25 de Janeiro de 2019**. Disponível em: http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/70740723. Acesso em: out. 2023.

BRASIL, Diário oficial da União. **Resolução Nº 6, DE 13 DE Junho de 2019**. Disponível em: <http://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-6-de-13-de-junho-de-2019-163601387>. Acesso em: 22 ago. 2019.

CARVALHO, J. M.; MIRANDA, D. L. As exportações brasileiras de frutas: um panorama atual. SOBER, palestra, 2009. ANUÁRIO, Brasileiro de fruticultura. **Brazilian Fruit Yearbook**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2018.

CASTILHO, R. *et al.* New records of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in the state of Pará, Brazil. **Biota Amazônia**, v. 9, n. 4, p. 244-249, 2019.

CASTILHO, A. P. *et al.* Biology of *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae) on four hosts. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 63, n. 4, 302-307, 2019.]

CONCEIÇÃO, Denilson Silva da; SANTOS, Rômulo Reis dos. Ocorrência de *Bactrocera carambolae* Drew e Hancock (DIPTERA: TEPHRITIDAE) em *Mangifera Indica L* (ANACARDIACEAE) no município de Mazagão/Amapá. 2019.

COURA, SM da C.; CHIPOLESCH, JMA; DO NASCIMENTO, P. F. O uso das geotecnologias na análise da distribuição espacial da cultura do mamão no Espírito Santo. 2018.

DE SOUZA ASSAIANTE, Bianca Adriana; CAVICHIOLI, Fabio Alexandre. A utilização de veículos aéreos não tripulados (VANT) na cultura da cana-de-açúcar. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 1, p. 444-455, 2020.

DEUS, E. G. *et al.* Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no Estado de Roraima, Brasil: histórico, distribuição geográfica e hospedeiros. **Revista Agroambiente On-line**, v. 10, n. 1, p. 28-41, 2016.

DREW, R. A. I.; HANCOCK, D. L. The *Bactrocera dorsalis* complex of fruit flies (Diptera: Tephritidae: Dacinae) in Asia. **Bulletin of Entomological Research**, v.84, n. 1, p. 1-68, 1994.

DREW, R. A. I. **The tropical fruit flies (Diptera: Tephritidae: Dacinae) of the Australasian and Oceanian regions**. Memoirs of the Queensland Museum, p. 1-547, 2004.

DREW, R. A. I; D. L. HANCOCK. The *Bactrocera dorsalis* complex of fruit flies (Diptera: Tephritidae: Dacinae) in Asia. **Bulletin of Entomological Research**, Suppl. v. 2, p. 68, 1994.

FEITOSA, S. S. *et al.* Influência do regime pluviométrico sobre a captura de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em armadilhas McPhail na cultura da acerola (*Malpighia emarginata*) no município de Parnaíba-PI. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 4, p. 1133-1138, 2008.

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação**. Oficina de textos, 2018.

FAVACHO, S. C. **Aspectos biológicos do parasitoide *Fopius arisanus* (Sonam) (Hymenoptera: Braconidae) em *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae)**. 41 f. Dissertação (Mestrado Biodiversidade Tropical) - Fundação Universidade Federal do Amapá, 2019.

FRANÇA, P.; R.; P. **Flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera Tephritidae) em pomares comerciais de mangueira e viabilidade de implantação de área de baixa prevalência em Petrolina, PE**. 50 f. Dissertação (Mestrado em Defesa Sanitária Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, 2016.

GARCIA, F. R. M.; CORSEUIL, E. Influência de fatores climáticos sobre moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares de pessegueiro em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Revista Faculdade Zootecnia Veterinária Agronomia**, Uruguaiana, v. 5/6, n. 1, p. 71-75, 1998/1999.

GEIER, P. W.; L. R. CLARK. An ecological approach to pest control, pp. 15-24. *in* Proceedings, Tech. Meet. Int. Union Conserv. **Nature**, 1960.

GODOY, M. J. S. *et al.* 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**. Macapá: Embrapa, p. 134-158, 2011.

GOMES, Ittalo Henrique Santos *et al.* Dinâmica dos focos de calor nas fronteiras agrícolas SEALBA e MATOPIBA via mapeamento da densidade Kernel. 2023.

GUIRRA, G. C. S. *et al.* Análise da distribuição espacial de homicídios na zona urbana de Ilhéus-BA. In: Encontro baiano de geografia, 8., 2011, Vitória da Conquista. **Anais**, Vitória da Conquista: Uesb, 2011.

GRAMASCO, C. A. P. **Estudo comparativo entre métodos de controle de infestação de moscas-das-frutas (diptera: tephritidae): convencional e biológico**. Universidade Federal de São Carlos, p. 3, 2022.

JESUS-BARROS, C. R. *et al.* Fecundidade e longevidade de *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae). **Biotemas**, v. 30, n. 4, p. 7-13, 2017.

KHAMIS, F. M. *et al.* Molecular and morphological characterization of the fruit fly, *Bactrocera carambolae*, and the introduction of the melon fly, *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae), and the Oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae), into Africa. **ZooKeys**, v. 10, n. 10, p. 557-580, 2012.

KHAMIS, F. M. *et al.* Taxonomic identity of the invasive fruit fly pest, *Bactrocera invadens*: concordance in morphometry and DNA barcoding. **PLoS One**, v. 7, n. 9, p. 344-862, 2012.

LEMOS, W. P. *et al.* Estratégias de controle da mosca da carambola *Bactrocera carambolae*

Drew & Hancock (diptera: tephritidae) visando impedir sua disseminação para áreas livres de ocorrência no Brasil. **Revista de ciências agrárias**, n. 45, p. 297-307, 2006

LEMOS, L. N. *et al.* New hosts of *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae) in Brazil. **Florida Entomogit**, v. 97, n. 2, p. 841-847, 2014.

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

LIMA, A. L. *et al.* **Impactos da possível dispersão da mosca da carambola para regiões exportadoras de frutas no Brasil**. Macapá: Embrapa Amapá, Abril, p. 6, 2018. (Embrapa Amapá. Nota técnico, 146). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/185088/1/CPAF-AP-2018-NT-001-Impactos-possivel-dispersao.pdf> Acesso em: 12 setembro. 2023.

MALAVASI, A.; MORGANTE, J. S. Biologia de “moscas-das-frutas” (Diptera, Tephritidae) II: índices de infestação em diferentes hospedeiros e localidades. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 40, n. 1, p. 17-24, 1980.

MALAVASI, A. Áreas-livres ou de baixa prevalência. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: FAPESP-Holos, 2000. cap. 23, p. 175-181. 41

MALAVASI, A. Mosca da carambola, *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Ed.). **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. Cap.4, p. 39-41.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A.; SUGAYAMA, R. L. Biogeografia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. cap. 10, p. 93-98.

MEDEIROS, M. **Diversidade de saberes em situações de interface: A emergência da agricultura de base ecológica entre agricultores familiares no sul do Rio Grande do Sul**. 2011. 157f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) – Faculdade de ciências econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto alegre-RS, 2011.

MALAVASI, A. Áreas livres ou de baixa prevalência. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, p. 175-181, 2000.

MALAVASI, A. Mosca da carambola, *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Ed.). **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, p.39-41, 2001.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A.; SUGAYAMA, R. L. Biogeografia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Ed. Holos, 2016.

MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). **Nota técnica para divulgação**

de investimento no controle de moscas-das-frutas de 2015. In: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Programa Nacional de Combate às Moscas-das-Frutas. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/combate-as-moscas-das-frutas> Acesso em: 31 out. 2022.

MARCHIORO, C. A. **Global potential distribution of *Bactrocera carambolae* and the risks for fruit production in Brazil.** PloS One, v. 11, n. 11, p. 01, 66, 142, 2016.

MARCHIORO, M. Impactos econômicos da mosca da carambola nos países importadores de frutas brasileiras. In: **Seminário sobre a Mosca da carambola no Brasil, Manaus, AM, Brasil.** Anais do Seminário sobre a Mosca da carambola no Brasil, 36-43, 2016.

MIRANDA, S. H. G.; ADAMI, A. C. O. 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.** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Defesa Agropecuária, p. 183-203, 2015.

MIRANDA, M. P.; ADAIME, R. **Programa Nacional de Erradicação da Mosca da carambola: resultados alcançados.** Circular Técnica, v. 207, p. 1-9, 2015.

MINGOTI, Rafael et al. Zoneamento de áreas brasileiras favoráveis a *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae) considerando clima e textura do solo na viabilidade pupal. 2023.

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; SIQUEIRA, C. DE A.; MARINHO-PRADO, J. S. Zoning map of favorable areas for the major occurrence of *Thaumastocoris peregrinus* in Brazil. **Journal of Agricultural Science and Technology A**, v. 11, p. 84-92, 2021.

MOLIN, José Paulo. Agricultura de precisão: números do mercado brasileiro. **Boletim Técnico**, v. 3, 2017.

MOURA, A. P.; MOURA, D. C. M. Espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associadas à cultura da goiabeira (*Psidium guajava* Linnaeus) em Fortaleza, Ceará. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 73, p. 65-71, 2022.

NOBRE, Carlos A.; SAMPAIO, Gilvan; SALAZAR, Luis. Mudanças climáticas e Amazônia. **Ciência e Cultura**, v. 59, n. 3, p. 22-27, 2007.

NORRBOM, A. L. *et al.* Systematic database of names, p. 65–251. In: Thompson, F.C. (Ed.). **Fruit Fly Expert Identification System and Systematic Information Database.** Myia (1998), v. 9, p. 524. Diptera Data Dissemination Disk (CD-ROM) (1998) v.1, 1999.

OLIVEIRA, M. R. V. PAULA-MORAES, S.V. **Moscas-das-frutas quarentenárias potenciais para o Brasil.** Brasília, DF : Embrapa Recursos Genéticos e Embrapa Cerrados, 2006.

OLIVEIRA, C. M. *et al.* Influência dos fatores climáticos na população de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em Cajazeiras, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 3, p. 364-370, 2009.

PARRA, J. R. P. *et al.* Flutuação populacional e atividade diária de vôo da mosca-do-mediterrâneo em cafeeiros “Mundo Novo”. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, p.

985992, 1982.

PASSOS, O. S.; SOUZA, J. S. **Considerações sobre a fruticultura brasileira, com ênfase no Nordeste**. Embrapa Mandioca e Fruticultura-Documents, 1994.

PARANÁ. PAULO FERNANDO DE SOUZA ANDRADE. **PROGNÓSTICO 2020: Fruticultura análise da conjuntura**. 2020.

PARANHOS, B. A. J. *et al.* **Técnica do inseto estéril: nova tecnologia para combater a mosca-das-frutas, *Ceratitidis capitata*, no Submédio do Vale do São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido. 6 p. Comunicado Técnico, 137, 2008.

PARK, Y. L. *et al.* Theory, Technology, and practice of site-specific insect pest management. **Entomology**, v. 10, n. 2, p. 89-101, 2007.

PARK, Y. L.; TOLLEFSON, J.J. Spatial prediction of corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) adult emergence in Iowa cornfields. **Econ. Entomology**. v. 98, p. 121-128, 2005.

PARK, Y. L.; KRELL R.K. Generation of prescription maps for curative and preventative site-specific management of bean leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae). **J. Asia-Pacific Entomol**, v. 8, p. 375-380, 2005.

PESSOA, M. C. P. Y. *et al.* **Estimativas de potencial adaptação de *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (praga quarentenária A2): estudo de caso para dois perímetros irrigados do Vale do Rio São Francisco**. Campinas: Embrapa Gestão Territorial, 2016. 2 p. (Embrapa Gestão Territorial. Nota técnica).

PUZZI, D.; ORLANDO, A. Estudos sobre a ecologia das moscas-das-frutas no Estado de São Paulo, visando o controle racional da praga. **Arq. Inst. Biol.**, v. 32, n. 1, p. 7-20, 1965.

RAGA, A. *et al.* Tephritidea (Diptera) species from Myrtaceae fruits in the state of São Paulo, Brasil. **Entomotropica**, v. 20, p. 11-14, 2005.

REGHINI, Fernando Lucas; CAVICHIOLI, Fábio Alexandre. Utilização de geoprocessamento na agricultura de precisão. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 1, p. 329-339, 2020.

REIS, Higor da Silva. Utilização de veículos aéreos não tripulado para identificação de falhas no plantio na cana de açúcar. 2020.

SALMAH, M. R. *et al.* Effect of fruit stages on infestation and development of *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae) in starfruit (*Averrhoa carambola* L.). **Journal of Pest Science**, v. 90, n. 2, p. 651-661, 2007.

SANDES, Fabiano Silva. O USO DE DRONES E TECNOLOGIA DE GEOPROCESSAMENTO NO MONITORAMENTO AMBIENTAL. **Cadernos Macambira**, v. 9, n. 2, p. 13-14, 2024.

SANTOS, T. F. **Agrobiodiversidade e as relações de trocas entre agricultores familiares que possuem sistema agroflorestais na região de Itabocal**. 116 f. 2021. Dissertação

(Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2021.

SILVA, R. A. *et al.* A mosca da carambola e sua dispersão no território nacional. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 19, n. 3, p. 291-295, 1997.

SILVA, R. A. *et al.* **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira**: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais. Embrapa Amapá, 2011. 299 p.

SILVA, A. R. *et al.* Conhecimento sobre moscas-das-frutas no Estado do Amapá. 2011. In: SILVA, R. A. da; LEMOS, W. de P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira**: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais. Macapá: Embrapa Amapá, 2011. p. 223-236.

SILVA-MATOS, R. R. S. *et al.* **Ciências agrárias: debates emblemáticos e situação perene**. Ponta Grossa: Atena, 2023.

SILVA, T. R. B. **A fruticultura brasileira no mercado externo**: entraves e perspectivas. 2021. 55 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2021.

SILVA, R. A. *et al.* **Conhecimento sobre moscas-das-frutas no Estado do Amapá**. Embrapa Amapá, 2011.

SOUZA, M. J. P; BURNQUIST, H. L. Facilitação de comércio e impactos sobre o comércio bilateral. **Estudos Econômicos**, v. 41, n. 1, p. 91-118, 2011.

SANTOS, B. S. *et al.* Análise da distribuição espacial de homicídios na zona urbana de Ilhéus-BA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO. Recife. **Anais**. Recife: Isbn, 2012. p. 45 001 – 009, 2012.

TAN, K.H.; SERIT, M. Adult population dynamics of *Bactrocera dorsalis* (Diptera:Tephritidae) in relation to host phenology and weather in two villages of Penang Island, Malaysia. **Environ. Entomol.**, v.23, p.267-275, 1994.

VARGAS, R. I. *et al.* An overview of pest species of *Bactrocera* fruit flies (Diptera: Tephritidae) and the integration of biopesticides with other biological approaches for their management with a focus on the Pacific region. **Insects**, 6(2), 297-318, 2015.

WINDER, L., J.N. *et al.* The spatial and temporal distribution of the grain aphid *Sitobion avenae* in winter wheat. **Entomol. Exp. Appl.** 93: 277-290, 1999.

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