

CAPÍTULO 4

ZONEAMENTO DE ÁREAS BRASILEIRAS FAVORÁVEIS A *Bactrocera carambolae* DREW & HANCOCK (DIPTERA: TEPHRITIDAE) CONSIDERANDO CLIMA E TEXTURA DO SOLO NA VIABILIDADE PUPAL

Data de submissão: 11/04/2023

Data de aceite: 02/05/2023

Rafael Mingoti

Embrapa Territorial
Campinas, São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/3479283038505977>

Marco Antonio Ferreira Gomes

Embrapa Meio Ambiente
Jaguariúna, São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/5589120793657544>

Maria Conceição Peres Young Pessoa

Embrapa Meio Ambiente
Jaguariúna, São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/7609273004875279>

Cristiane Ramos de Jesus

Embrapa Amapá
Macapá, Amapá
<http://lattes.cnpq.br/7128144851170964>

Catarina de Araújo Siqueira

Bolsista Embrapa Territorial/graduanda
Engenharia Ambiental e Sanitária-
PUCCampinas
(período: junho/2019 a dezembro/2020)
Campinas, São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/1756072292762781>

Bárbara de Oliveira Jacomo

Bolsista Embrapa Territorial/Graduanda
Ciências Biológicas-UNICAMP (período:
novembro/2019 a julho/2021)
Campinas, São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/9208682264184448>

Beatriz de Aguiar Giordano Paranhos

Embrapa Semiárido
Petrolina, Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/6606136052148527>

Jeanne Scardini Marinho-Prado

Laboratório de Quarentena “Costa Lima”/
Embrapa Meio Ambiente
Jaguariúna- São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/8742593129238690>

Ricardo Adaime da Silva

Embrapa Amapá
Macapá, Amapá
<http://lattes.cnpq.br/7470289013873915>

José Victor Torres Alves Costa

Superintendência Federal de Agricultura,
Pecuária e Abastecimento no Amapá
Macapá, Amapá
<http://lattes.cnpq.br/8127154694823949>

OBSERVAÇÃO: Publicação autorizada pelo DSV/SDA-MAPA em 14/10/2022 por SEI/MAPA – 24506256; Atividade de pesquisa autorizada pelo DSV/SDA-MAPA em 23/04/2019 por Ofício n. 28/2019/CGPP/DSV/DAS/Mapa (Processo SEI n. 21000.050281/2018-59 SEI n. 7101489).

RESUMO: A praga quarentenária *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae), desde 1996 no Brasil, encontra-se sob programa de controle oficial no Brasil, estando restrita a áreas dos estados do Amapá, Pará e Roraima. O inseto apresenta as fases imaturas (ovo, larva e pupa) e adultas (fêmea e macho). Ovos e larvas são encontrados nos frutos e pupas, geralmente, no solo, sendo esta última fase impossível de ser monitorada. Estudos recentes indicaram o efeito das classes texturais dos solos na maior viabilidade pupal, interferindo na disponibilidade de adultos. Este trabalho apresenta o zoneamento de áreas brasileiras favoráveis a *Bactrocera carambolae* considerando nove cultivos hospedeiros, condições climáticas dos municípios e a presença de solos que propiciam maior viabilidade pupal. Para tanto, foram consideradas as faixas de temperatura (T) e de umidade relativa (UR) favoráveis ao desenvolvimento ótimo do inseto, as áreas nacionais com os cultivos hospedeiros e a malha municipal (IBGE), utilizando-se dados médios de T e UR (de 2009 a 2018) municipais (INMET/BDMEP) e mapeamento pedológico do Brasil (IBGE 2021). O cruzamento ArcGIS dessas informações, disponibilizadas em planos de informação, produziu o zoneamento proposto. Os resultados indicaram 1.877 municípios, de 407 microrregiões estaduais de 25 estados e o Distrito Federal, favoráveis ao melhor desenvolvimento de pupas. Nove estados da região Nordeste apresentaram aptidão (959 municípios de 175 microrregiões), quatro da região Sudeste (525 municípios de 113 microrregiões), sete da região Norte (152 municípios de 50 microrregiões), quatro da região Centro-Oeste (121 municípios de 42 microrregiões) e dois da região Sul (120 municípios de 27 microrregiões). Os resultados apoiam as políticas públicas nacionais para a mitigação de riscos e o controle desta praga.

PALAVRAS-CHAVE: Mosca-das-frutas, Defesa Vegetal, praga quarentenária, Brasil.

ZONING OF BRAZILIAN AREAS FAVORABLE TO *Bactrocera Carambolae* DREW & HANCOCK (DIPTERA: TEPHRITIDAE) CONSIDERING CLIMATE AND SOIL TEXTURE CLASSES IN THE PUPAE VIABILITY

ABSTRACT: The quarantine pest *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae), since 1996 in Brazil, is found under official control program in the areas of Amapá, Pará, and Roraima states. The insect presents immature (egg, larvae, and pupae) and adult (female and male) phases. Eggs and larvae are found in the fruits and pupae are found in the soil, the latter stage being impossible to monitor. Recently studies indicated the effect of soil texture classes on the greater pupae viability, interfering in the availability of adults. The present work presents the zoning of Brazilian areas favorable to *B. carambolae* considering nine host crops, average municipal climates, and the presence of soils of greater pupae viability. Temperature (T) and relative humidity (RH) ranges favorable to the optimum development of the insect, from literature, national areas with the host crops, and municipal grid (IBGE) were considered. Average data of T and RH (from 2009 to 2018) INMET) and Brazilian pedological mapping (IBGE 2021) were used. ArcGIS crossing of this information, available at information plans, produced such proposed zoning. Results indicated 1877 municipalities, of 407 state microregions of 25 states and of Federal District, apt to the greater development of pupae. Nine states of the Northeastern region showed aptitude (959 municipalities, of 175 microregions), four of the Southeastern region (525 municipalities of 113 microregions), seven of the Northern region (152 municipalities of 50 microregions), and four

of the Middle-Eastern region (121 municipalities of 42 microregions), and two of the Southern region (120 municipalities of 27 microregions). Results support the national public policies for risk mitigation and control of this pest.

KEYWORDS: Fruit flies, crop protection, quarantine pest, Brazil.

1 | INTRODUÇÃO

A praga quarentenária presente *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae), ou mosca-da-carambola, é um inseto asiático polífago que desde março de 1996 está presente em algumas áreas dos estados do Amapá, Pará e Roraima sob programa de controle oficial do governo brasileiro (JESUS-BARROS et al., 2017; LEMOS et al., 2014, 2016).

Informações recentes indicaram a existência de efeito das texturas e da umidade do solo na viabilidade pupal de *B. carambolae*, implicando na maior emergência de adultos em solos dos tipos franco argiloso e franco argilo arenoso (AMARAL et al., 2021). Por essa razão, as estratégias de monitoramento também devem atender para as diversas regiões do país onde existam a favorabilidade climática para melhor desenvolvimento do inseto-praga e seus principais cultivos hospedeiros na presença desses tipos de solo.

Técnicas de geoprocessamento vêm sendo empregadas na identificação de áreas propícias à ocorrência de insetos-pragas exóticos de importância, tanto econômica quanto quarentenária (MINGOTI et al, 2021a; HOLLER et al., 2016; PESSOA et al., 2016). Nesse contexto, o projeto “Estratégias para subsidiar ações de monitoramento e controle de insetos-pragas presentes e quarentenárias ausentes no território brasileiro - DefesaInsetos” (Embrapa SEG n.40.18.03.007.00.00 – Execução autorizada pelo DSV/SDA-Mapa (Ofício n.28/2019/CGPP/DSV/SDA/Mapa - Processo SEI n.21000.050281/2018-59 -SEI n.7101489), vem estudando e apresentando zoneamentos territoriais de áreas favoráveis às pragas quarentenárias ausentes, presente (*B. carambolae*) e de importância econômica (MINGOTI et al, 2022a,b; 2021b,c). Este trabalho teve por objetivo principal apresentar o zoneamento de áreas brasileiras favoráveis a *Bactrocera carambolae*, considerando a presença de cultivos hospedeiros (acerola, caju, carambola, goiaba, manga, pitanga, laranja, tangerina e tomate), as condições climáticas (temperatura média (Tmed) e umidade relativa média (URmed)) que conferem ao inseto o desenvolvimento ótimo de suas fases do ciclo de vida, informações climáticas (Tmed e URmed) médias mensais municipais no período de 2009 a 2018 e as classes texturais dos solos que conferem maior viabilidade pupal.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

As áreas brasileiras mais favoráveis à entrada e ao estabelecimento de *Bactrocera carambolae* foram determinadas considerando: a) presença de cultivos hospedeiros:

acerola, caju, carambola, goiaba, manga, pitanga, laranja, tangerina e tomate; b) condições climáticas que expressam favorabilidade ao melhor desenvolvimento do inseto (DANJUMA et al., 2014): faixa de temperatura média (Tmed) de 25 a 27°C e faixa de umidade relativa média (URmed) de 65 a 75%; c) valores das produções municipais das culturas hospedeiras obtidos no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA)/Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística para o ano de 2017; d) informações climáticas (Tmed e URmed) médias mensais municipais, obtidas a partir de dados disponibilizados para o período de 2009 a 2018 no Banco de Dados Meteorológicos do INMET (BDMEP)/Instituto Nacional de Meteorologia (INMET); e) malha municipal do país de 2018 (IBGE, 2018); e f) informações pedológicas obtidas a partir do levantamento de solos (IBGE, 2021).

Inicialmente foram elaborados mapas mensais de áreas brasileiras favoráveis a *B. carambolae*, realizados em SIG ESRI ArcGIS v.10.7 adotando SIRGAS 2000 e Sistema de Projeção Albers (IBGE, 2019). Os planos de informações (PI) consideraram os municípios com os cultivos hospedeiros avaliados e as médias municipais mensais de Tmed e URmed. Para a elaboração do PI de médias municipais mensais foram considerados dados brutos de Tmed e URmed recuperados do INMET (período de 2009 a 2018), os quais foram disponibilizados em planilha Microsoft Excel (v. 2013) para obtenção de suas respectivas médias e desvios padrões mensais. Posteriormente, essas informações foram convertidas para geodatabase em aplicativo ArcGIS (versão 10.7), tendo dados intermediários interpolados por método de cokrigagem em grade de pontos (100 km de distância) no mesmo aplicativo. Para a interpolação dos desvios padrões utilizou-se o método *Inverse Distance Weighted* (IDW) considerando o fator de ponderação 2. As condições climáticas que expressam maiores favorabilidades ao inseto-praga foram utilizadas na reclassificação e, posteriormente, convertidas para polígonos de cada variável mensal.

Os dados de áreas municipais apresentando os cultivos hospedeiros em 2017 foram disponibilizados em planilhas Excel, permitindo unir esse atributo para cada município da malha municipal do país. Os cruzamentos desses dados foram realizados separadamente para cada mês, permitindo identificar e quantificar (em Km²) as áreas favoráveis à maior ocorrência de *B. carambolae*. Posteriormente, o zoneamento foi obtido considerando, pelo menos um mês favorável a *B. carambolae*, no mesmo aplicativo utilizado.

Para a identificação de áreas territoriais brasileiras com solos mais favoráveis ao melhor desenvolvimento pupal de *B. carambolae* foram considerados o mapeamento pedológico do Brasil na escala 1:250.000 (IBGE, 2021) e as classes de textura indicadas por Amaral et al. (2021) como as que viabilizam as maiores viabilidades pupais do inseto, a saber de texturas franco argilosa e franco argilo arenosa. Devido à diferença entre as classes de texturas de solos apresentadas nesses dois trabalhos, dado que Amaral et al. (2021) utilizaram o agrupamento de texturas conforme USDA (1999) e o IBGE (2021) utilizou o agrupamento de texturas conforme Santos et al. (2019), a seleção de solos com textura arenosa ou média foi adotada como critério. A integração dos mapas citados

permitiu disponibilizar o mapa das áreas nacionais com solos de texturas favoráveis à fase de pupa de *B. carambolae*.

Posteriormente, foi realizado o cruzamento desse mapa com informações de áreas favoráveis ao desenvolvimento ótimo da praga nos cultivos avaliados (acerola, caju, carambola, goiaba, manga, pitanga, laranja, tangerina e tomate) e em condições climáticas favoráveis ao inseto em pelo menos um mês do ano, considerando as informações climáticas (Tmed e URmed) médias no período de 2009 a 2018, de cada município nacional. Desse modo, obteve-se o zoneamento de áreas brasileiras favoráveis à *B. carambolae* considerando clima municipal médio e classes texturais dos solos que conferem maior viabilidade pupal.

A partir desse zoneamento foram recuperadas, em planilha Excel, as informações de regiões, estados, microrregiões e municípios brasileiros localizados em áreas favoráveis. Esses dados foram posteriormente organizados e analisados por estado, microrregião e região geográfica nacional, também em Excel, viabilizando igualmente a elaboração dos respectivos gráficos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

As áreas brasileiras com solos mais favoráveis ao desenvolvimento pupal de *B. carambolae* foram identificadas e apresentadas (**Figura 1**). Com base nessa informação foi realizado o zoneamento territorial de áreas brasileiras favoráveis a *B. carambolae*, considerando os cultivos hospedeiros (acerola, caju, carambola, goiaba, manga, pitanga, laranja, tangerina e tomate), as condições climáticas que conferem ao inseto o desenvolvimento ótimo de suas fases do ciclo de vida, as informações climáticas médias (período 2009 a 2018) municipais e o efeito das classes de texturas de solos na maior viabilidade pupal (**Figura 2**).

Áreas com solos de texturas favoráveis à fase de pupação de *Bactrocera caramboae*

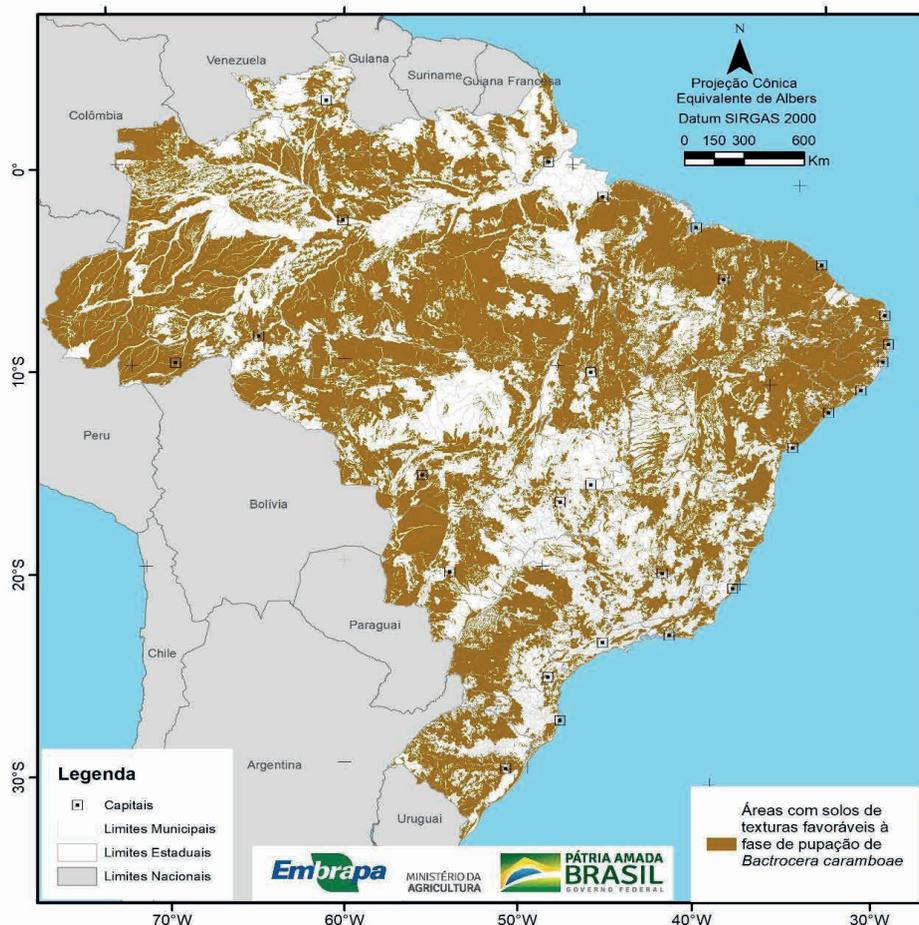


Figura 1. Áreas territoriais brasileiras com classes texturais de solos favoráveis à maior viabilidade pupal de *Bactrocera caramboae*.

Áreas com plantio de hospedeiros em 2017, com condições climáticas favoráveis, em ao menos um mês à *Bactrocera carambolae*, considerando o período de 2009 a 2018, e com solos de texturas favoráveis à fase de pupação desse inseto.

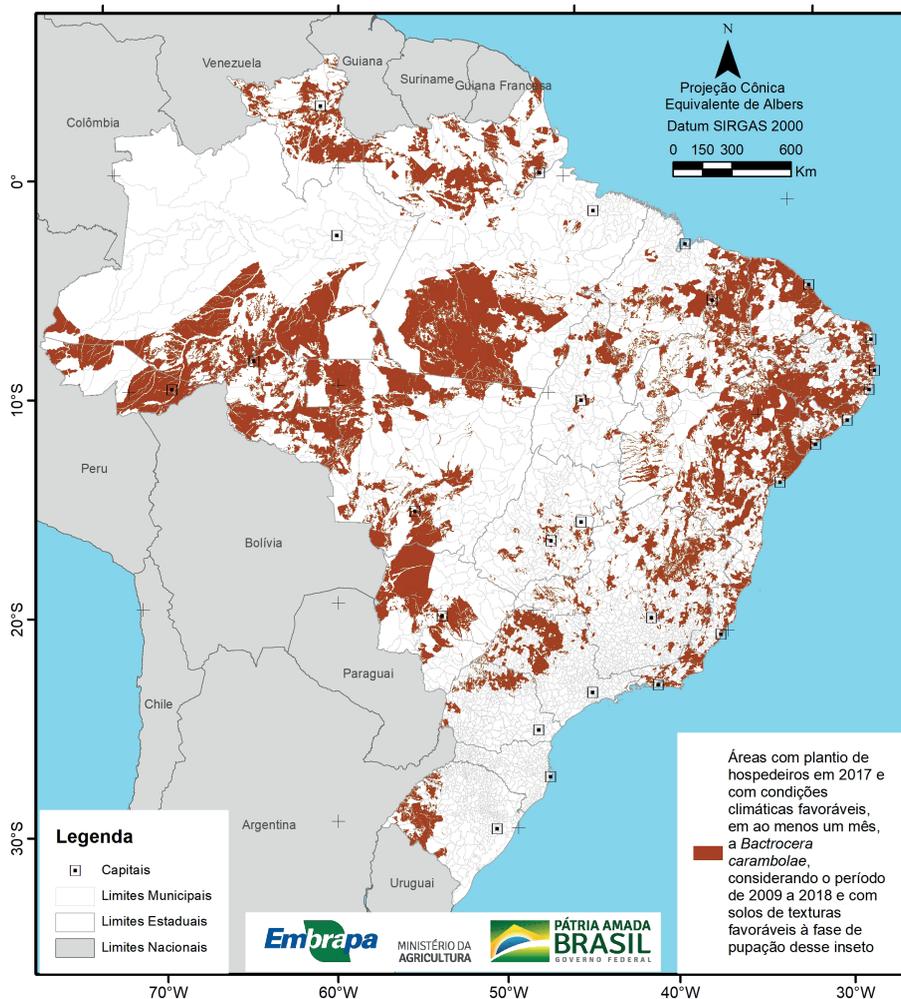


Figura 2. Zoneamento de áreas brasileiras favoráveis ao desenvolvimento ótimo de *Bactrocera carambolae*, em presença dos cultivos hospedeiros de acerola, caju, carambola, goiaba, manga, pitanga, laranja, tangerina e tomate e de classes texturais de solos que conferem sua maior viabilidade pupal.

A partir desse zoneamento territorial, foram identificados os municípios e as microrregiões que, potencialmente, demandam maiores ações de controle em decorrência do melhor desenvolvimento esperado do inseto no país. A favorabilidade ao melhor desenvolvimento de *B. carambolae* foi observada para 1.877 municípios distribuídos em 407 microrregiões estaduais (Tabela 1), sendo as maiores quantidades de municípios identificadas nos estados da Bahia (283 municípios de 32 microrregiões), Minas Gerais

(211 municípios de 32 microrregiões) e São Paulo (201 municípios de 34 microrregiões). Entretanto, quando consideradas as proporções entre as quantidades de municípios e microrregiões estaduais favoráveis e, portanto, a potencial concentração relativa do inseto exercendo pressão estadual, notaram-se que estas prevaleceram nos estados do Piauí (8,9), Bahia (8,8), Pernambuco (7,6), São Paulo (5,9), Rio Grande do Sul (4,9) e Alagoas (4,6).

Estados favoráveis	Qtd. Municípios	Qtd. Microrregiões
Acre	16	5
Alagoas	60	13
Amazonas	19	7
Amapá	13	4
Bahia	283	32
Ceará	113	31
Distrito Federal	1	1
Espírito Santo	54	13
Goiás	56	14
Maranhão	42	15
Minas Gerais	211	49
Mato Grosso do Sul	19	9
Mato Grosso	45	18
Pará	42	15
Paraíba	87	21
Pernambuco	130	17
Piauí	133	15
Paraná	76	18
Rio de Janeiro	59	17
Rio Grande do Norte	72	18
Rondônia	33	8
Roraima	14	4
Rio Grande do Sul	44	9
Sergipe	39	13
São Paulo	201	34
Tocantins	15	7
TOTAL	1877	407

Tabela 1. Quantidade de municípios e microrregiões favoráveis por unidade da federação.

Na região Norte, onde *B. carambolae* já se encontra presente em áreas do Amapá, Pará e Roraima, observou-se a aptidão para 152 municípios de 50 microrregiões estaduais (**Figura 3**). O estado do Pará apresentou a maior aptidão da região, com 42 municípios

de 15 microrregiões, seguido pelos estados de Rondônia (com 33 municípios de 8 microrregiões), Amazonas (19 municípios de 7 microrregiões), Acre (16 municípios de 5 microrregiões), Tocantins (15 municípios de 7 microrregiões), Roraima (14 municípios de 4 microrregiões) e Amapá (13 municípios de 4 microrregiões). Porém, quando avaliadas a proporção de municípios em relação à quantidade de microrregiões favoráveis por estado, a saber Rondônia (4,1), **Roraima** (3,5), **Amapá** (3,3), Acre (3,2), **Pará** (2,8), Amazonas (2,7) e Tocantins (2,1), nota-se a potencial concentração relativa do inseto em áreas onde este já se encontra sob contenção oficial, principalmente Roraima e Amapá.

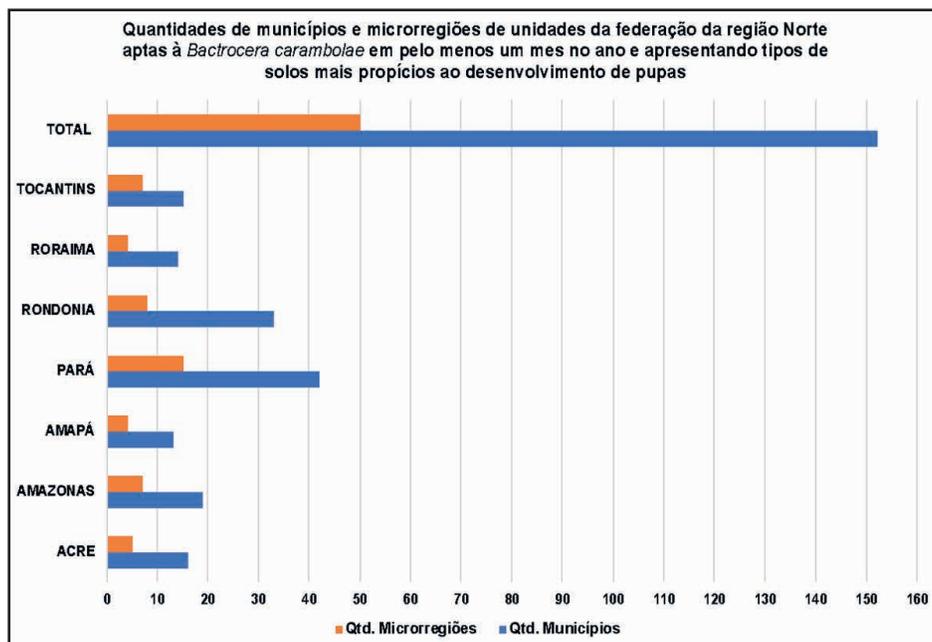


Figura 3. Região Norte - Quantidades de municípios e microrregiões por unidade da federação aptas ao melhor desenvolvimento de *B. carambolae* em pelo menos um mês do ano, considerando cultivos hospedeiros avaliados e solos propícios a maior viabilidade pupal.

Na região Nordeste, a aptidão foi observada para 959 municípios de 175 microrregiões estaduais (**Figura 4**). O estado da Bahia apresentou a maior aptidão da região, com 283 municípios de 32 microrregiões, seguido pelos estados do Piauí (133 municípios de 15 microrregiões), Pernambuco (130 municípios de 17 microrregiões), Ceará (113 municípios de 31 microrregiões), Paraíba (87 municípios de 21 microrregiões), Rio Grande do Norte (72 municípios de 18 microrregiões), Alagoas (60 municípios de 13 microrregiões), Maranhão (42 municípios de 15 microrregiões) e Sergipe (39 municípios de 13 microrregiões). Quando avaliada a proporção de municípios em relação à quantidade de microrregiões favoráveis por estado, as maiores foram observadas para o Piauí (8,9), Bahia (8,8) e Pernambuco (7,6).

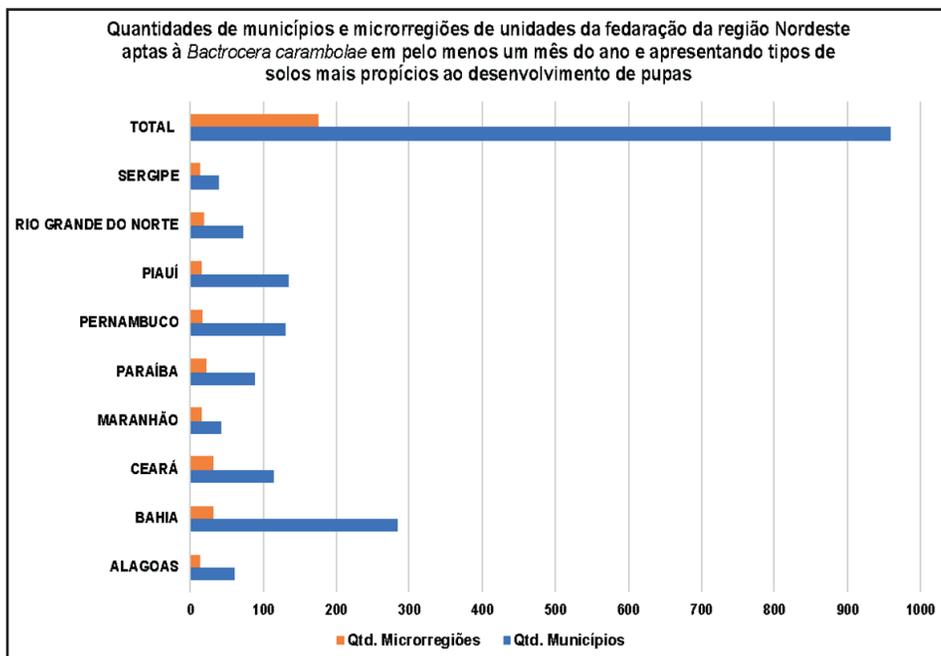


Figura 4. Região Nordeste - Quantidades de municípios e microrregiões por unidade da federação aptas ao melhor desenvolvimento de *B. carambolae* em pelo menos um mês do ano, considerando cultivos hospedeiros avaliados e solos propícios a maior viabilidade pupal

Elevada aptidão também foi observada para a **Região Sudeste**, em 525 municípios de 113 microrregiões estaduais (**Figura 5**). Minas Gerais foi o estado com maior aptidão da região, a saber em 211 municípios de 49 microrregiões, seguido pelos estados de São Paulo (201 municípios de 34 microrregiões), Rio de Janeiro (59 municípios de 17 microrregiões) e Espírito Santo (54 municípios de 13 microrregiões). A pressão relativa mostrou-se mais acentuada em São Paulo (5,9), seguida por Minas Gerais (4,3) e Espírito Santo (4,2).

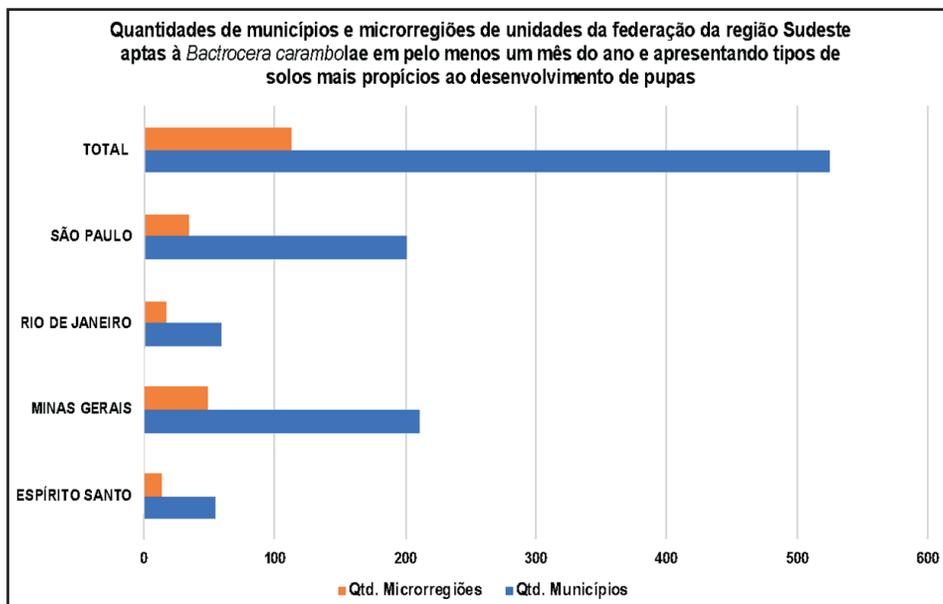


Figura 5. Região Sudeste - Quantidades de municípios e microrregiões por unidade da federação aptas ao melhor desenvolvimento de *B. carambolae* em pelo menos um mês do ano, considerando cultivos hospedeiros avaliados e solos propícios a maior viabilidade pupal

A região **Centro-Oeste** apresentou 121 municípios de 42 microrregiões aptos (**Figura 6**), enquanto a região **Sul** 120 municípios de 27 microrregiões (**Figura 7**). Na primeira, o estado de Goiás apresentou 56 municípios de 14 microrregiões aptos, seguidos pelos estados do Mato Grosso (45 municípios de 18 microrregiões), Mato Grosso do Sul (19 municípios de 9 microrregiões) e pelo Distrito Federal (**Figura 6**). Ainda na região Centro Oeste, a pressão relativa da aptidão deu-se mais elevada em Goiás (4,0), seguidas pelos estados do Mato Grosso (2,5) e Mato Grosso do Sul (2,1).

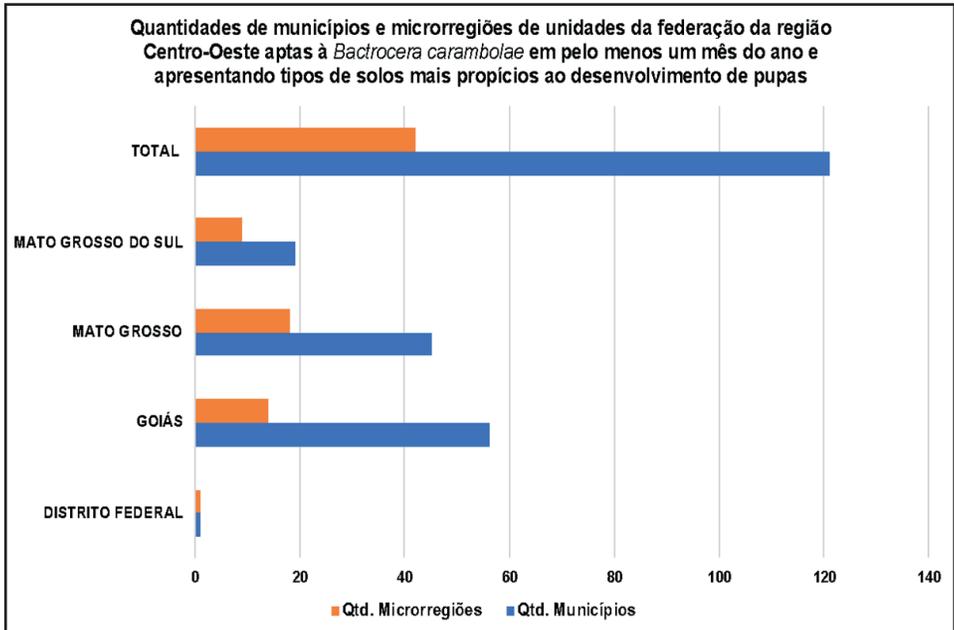


Figura 6. Região Centro-Oeste - Quantidades de municípios e microrregiões por unidade da federação aptos ao melhor desenvolvimento de *B. carambolae* em pelo menos um mês do ano, considerando cultivos hospedeiros avaliados e solos propícios à maior viabilidade pupal

Por sua vez, na região Sul, a aptidão foi notada apenas para os estados do Paraná (com 76 municípios de 18 microrregiões aptos) e do Rio Grande do Sul (44 municípios de 9 microrregiões) (**Figura 7**). A pressão relativa no Rio Grande do Sul (4,9) foi maior, quando comparada àquela observada para o Paraná (4,2).

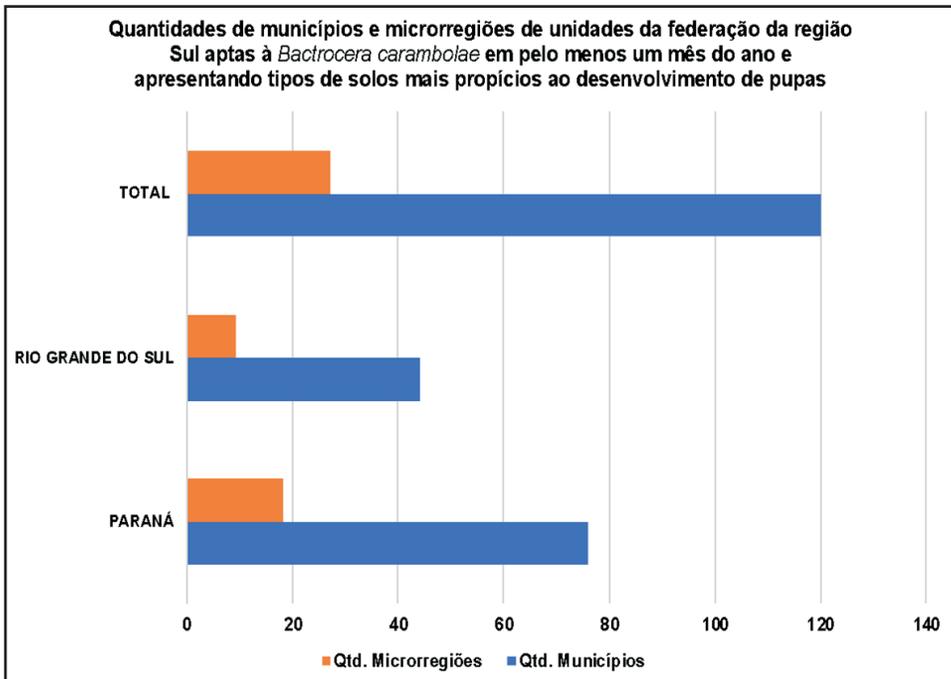


Figura 7. Região Sul- Quantidades de municípios e microrregiões por unidade da federação aptos ao melhor desenvolvimento de *B. carambolae* em pelo menos um mês do ano, considerando cultivos hospedeiros avaliados e solos propícios a maior viabilidade pupal.

4 | CONCLUSÕES

O zoneamento de áreas brasileiras favoráveis ao desenvolvimento ótimo de *Bactrocera carambolae*, em presença dos cultivos hospedeiros de acerola, caju, carambola, goiaba, manga, pitanga, laranja, tangerina e tomate e de classes texturais dos solos que conferem sua maior viabilidade pupal foi apresentado.

Com base nesse zoneamento foram identificados 1.877 municípios, distribuídos em 407 microrregiões estaduais de 25 estados e Distrito Federal aptos ao melhor desenvolvimento de pupas da espécie.

A região Nordeste apresentou nove estados favoráveis, totalizando 959 municípios de 175 microrregiões, enquanto na região Sudeste a aptidão deu-se em 525 municípios de 113 microrregiões distribuídas em seus quatro estados. A favorabilidade também foi identificada nas demais regiões, sendo na Região Norte em sete estados (com 152 municípios de 50 microrregiões), na região Centro-Oeste em quatro estados (com 121 municípios de 42 microrregiões) e na região Sul em dois estados (com 120 municípios de 27 microrregiões).

O presente zoneamento apoia as políticas públicas com foco na praga quarentenária presente *Bactrocera carambolae*, subsidiando seu monitoramento e controle nas áreas de

ocorrência e oportunizando o delineamento de estratégias de prevenção a sua disseminação para o território nacional.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, E. J. F.; SOUSA, M. D. S. M.; SANTOS, J. E. V.; COSTA, L. M.; MELÉM JÚNIOR, N. J.; TOLEDO, J. J.; ADAIME, R. Effect of soil class and moisture on the depth of pupation and pupal viability of *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (1994). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 65, 2021.
- DANJUMA, S.; THAOCHAN, N.; PERMKAM, S.; SATASOOK, C. Effect of temperature on the development and survival of immature stages of the carambola fruit fly, *Bactrocera carambolae*, and the Asian papaya fruit fly, *Bactrocera papaya*, reared on guava diet. **Journal of Insect Science**, v.14, n. 126, p.1-16, 2014.
- HOLLER, W. A.; PESSOA, M. C. P. Y.; MINGOTI, R.; SÁ, L. A. N. de; LOVISI FILHO, E.; FARIAS, A. R.; SPADOTTO, C. A.; MARINHO-PRADO, J. S. **Detalhamento de regiões brasileiras suscetíveis ao ingresso e estabelecimento da praga quarentenária ausente (A1) - *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Pyralidae)**. Campinas: Embrapa Gestão Territorial, 2016. 12 p. (Embrapa Gestão Territorial. Comunicado Técnico, 4).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2019. Áreas Territoriais. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=sobre> Acessado em 23.out.2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2018. **Malhas Municipais – Ano-base 2018**. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/ malhas_territoriais/ malhas_municipais/ municipio_2018/ Brasil/BR/>. Acessado em: 02 out. 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2021. **Pedologia 1:250.000 – Ano-base2021**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/pedologia/10871-pedologia.html?=&t=downloads> Acessado em 07/fev/2022.
- JESUS-BARROS, C. R. de; MOTA JÚNIOR, L. de O.; COSTA, A. e S. da; PASINATO, J.; ADAIME, R. Fecundidade e longevidade de *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae). **Biotemas**, v. 30, n. 4, p. 7-13, Dec. 2017.
- LEMOS, L. do N.; ADAIME, R.; JESUS-BARROS, C. R. de; DEUS, E. da G. de Novos registros de *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae) no Brasil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 1.; MEETING OF THE POST-GRADUATE PROGRAM IN TROPICAL BIODIVERSITY, 5., 2014, Macapá. Conservation conflicts: XXI century challenges and solutions: abstract book. Macapá: Unifap: Conservação Internacional: Embrapa, 2014. p. 51-52.
- MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; JACOMO, B. de O.; MARINHO-PRADO, J. S.; PARANHOS, B. A. J. Territorial zoning of Brazilian areas favorable to *Anastrepha curvicauda* (Diptera: Tephritidae) in papaya crop. **Journal of Agricultural Sciences Research**, v. 2, n. 3, 2022a. 10 p.
- MINGOTI, R.; MARINHO-PRADO, J. S.; PESSOA, M. C. P. Y.; SIQUEIRA, C. de A.; PARANHOS, B. A. J. ; JESUS-BARROS, C. R. de Zoneamentos territoriais mensais de áreas brasileiras favoráveis a um maior desenvolvimento de *Bactrocera dorsalis*. Campinas: Embrapa Territorial, 2022b. 53 p. (Embrapa Territorial. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 38).

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, 2021a.

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S.; SIQUEIRA, C. DE A.; RAMOS, G. G.; JACOMO, B. DE O. Zoneamentos mensais de áreas favoráveis a *Aleurocanthus woglumi* no Brasil. In: MOURA, P. H. A. (Org.). Responsabilidade social, produção e meio ambiente nas ciências agrárias 2. Ponta Grossa, PR: Atena, 2021b. p. 114-127. cap. 11. p. 114-127.

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S.; SIQUEIRA, C. DE A.; RAMOS, G. G.; JACOMO, B. DE O.; DAMACENO, T. G. Áreas com favorabilidade mensal à ocorrência de Drosófila da Asa Manchada no Brasil. RIBEIRO, J. C. (Org.) **A face transdisciplinar das ciências agrárias**. Ponta Grossa, PR: Atena, 2021c. Cap. 21.

PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S.; SÁ, L. A. N. de; MINGOTI, R.; HOLLER, W. A.; SPADOTTO, C. A. Priorização de regiões do cerrado brasileiro para o monitoramento de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 5, p. 697-701, 2016.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199517/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf> Acessado em 01/jun/2022.

USDA. Natural Resources Conservation Service. Soil Survey Staff. **Soil taxonomy**: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. 2nd edition. Natural Resources Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 436. 1999. Disponível em: https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/ref/?cid=nrcs142p2_054253 Acessado em 01/jun/2022.