

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
MESTRADO PROFISSIONAL EM DEFESA SANITÁRIA VEGETAL**

**PRIORIZAÇÃO DOS RISCOS FITOSSANITÁRIOS DE PRAGAS
QUARENTENÁRIAS QUE AMEAÇAM CULTIVOS DE GOIABEIRA DO DISTRITO
FEDERAL**

VIÇOSA – MINAS GERAIS

2024

CARINA MIWAKO ICHIDA

**PRIORIZAÇÃO DOS RISCOS FITOSSANITÁRIOS DE PRAGAS
QUARENTENÁRIAS QUE AMEAÇAM CULTIVOS DE GOIABEIRA DO DISTRITO
FEDERAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Defesa Sanitária Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Elisangela Gomes Fidelis

Coorientador: Marcelo Coutinho Picanço

VIÇOSA – MINAS GERAIS

2024

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa - Campus Viçosa

T

I16p
2024 Ichida, Carina Miwako, 1983-
Priorização dos riscos fitossanitários de pragas quarentenárias que
ameaçam cultivos de goiabeira do Distrito Federal / Carina Miwako
Ichida. - Viçosa, MG, 2024.
1 dissertação eletrônica (37 f.): il. (algumas color.).

Orientador: Elisângela Gomes Fidelis de Moraes.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Entomologia, 2024.
Referências bibliográficas: f.30-37.
DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2024.168>
Modo de acesso: World Wid Web.

1. Silvicultura. 2. Controle fitossanitários. 3. Frutas tropicais. 4.
Distrito Federal . I. Moraes, Elisângela Gomes Fidelis de, 1981-. II.
Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Entomologia.
Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Vegetal. III. Título.

CDD. 22. ed. 634.421

CARINA MIWAKO ICHIDA

**PRIORIZAÇÃO DOS RISCOS FITOSSANITÁRIOS DE PRAGAS
QUARENTENÁRIAS QUE AMEAÇAM CULTIVOS DE GOIABEIRA DO DISTRITO
FEDERAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Defesa Sanitária Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 29 de fevereiro de 2024.

Assentimento:



Documento assinado digitalmente

CARINA MIWAKO ICHIDA

Data: 02/08/2024 11:42:03-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Carina Miwako Ichida

Autora



Documento assinado digitalmente

ELISANGELA GOMES FIDELIS

Data: 05/08/2024 15:58:07-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Elisângela Gomes Fidelis

Orientadora

À minha preciosa filha, Raíssa Akemi Ito,
minha fonte de inspiração, motivação e persistência,
dedico todo o meu amor.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida abençoada.

Aos meus pais, Kazuo e Yumiko Ichida, por todo o sacrifício feito em benefício da minha educação e pelos valores que estruturaram meu caráter.

Ao meu amado esposo, Eduardo Rodrigues de Oliveira, pelo apoio incondicional, pelo encorajamento diário e pelo amor sincero, sem os quais eu não teria encontrado a direção para chegar aonde me encontro.

À Dra. Elisângela Gomes Fidelis, minha orientadora, pela compreensão, empatia, paciência e sobretudo pelas imensas colaborações para que a conclusão do trabalho fosse possível.

Ao pesquisador George Correa Amaro, pela expertise compartilhada.

Ao Professor Marcelo Picanço, pelo apoio, humanidade e incentivo.

À Dra. Paula Daiana de Paulo e ao Dr. Ricardo Siqueira da Silva, por terem se dedicado a avaliar este trabalho e contribuído para o seu ajuste e aprimoramento.

Ao meu irmão Eng. Agro. Oscar Yuji Ichida, pelo exemplo de integridade, de profissionalismo e pelo amor fraterno que nos une desde o início.

À família e aos amigos queridos, pelo companheirismo e pelos bons momentos que renovam minha energia para que eu alcance meus objetivos.

Aos colegas da Seagri/DF que colaboraram, de diversas formas, para o desenvolvimento deste trabalho.

À UFV, seu corpo docente e seus colaboradores, pela oportunidade ofertada para minha evolução acadêmica e pessoal.

Ao colega, gerente de sanidade vegetal do Instituto Mineiro de Agropecuária – IMA, Eng. Agro. Me. Leonardo do Carmo, pelas valiosas experiências sobre fiscalização vegetal compartilhadas.

Aos colegas da turma do Mestrado em Defesa Sanitária Vegetal 2022, pela alegria e amizade construídas durante nossa trajetória.

*Antes de tudo, fé. Depois de tudo, gratidão.
(Autor desconhecido)*

RESUMO

ICHIDA, Carina Miwako, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2024. **Priorização dos riscos fitossanitários de pragas quarentenárias que ameaçam cultivos de goiabeira do Distrito Federal.** Orientadora: Elisângela Gomes Fidelis. Coorientador: Marcelo Coutinho Picanço.

Com o progresso do comércio e a intensificação do trânsito de frutos, acentua-se a preocupação dos estados e dos países com a introdução e o estabelecimento de pragas quarentenárias visando a proteção da agricultura nacional, da saúde humana e ambiental. A entrada de uma nova praga no território pode implicar perdas econômicas diretas e indiretas ao produtor, ao consumidor e ao Estado. Para as instituições governamentais responsáveis pela Defesa Sanitária Vegetal é imprescindível adotar estratégias inteligentes que busquem prevenir a introdução e o estabelecimento de pragas quarentenárias, fazendo uso efetivo dos recursos disponíveis. Nesse aspecto, é fundamental desenvolver ferramentas que possibilitem identificar as pragas mais impactantes para a agricultura local. Este trabalho teve como objetivo avaliar o risco de *Bactrocera dorsalis* para a cultura da goiabeira no Distrito Federal, utilizando o MaxEnt, executado a partir da função ENMevaluate do pacote ENMeval, no ambiente R. A probabilidade de ocorrência de *B. dorsalis* nas diferentes regiões administrativas do Distrito Federal foi definida pela moda das probabilidades do polígono que define os limites regionais, utilizando-se o pacote exactextract e o pacote geobr, para obtenção de shapefiles relativos ao Distrito Federal e suas diferentes Regiões Administrativas. Como resultado, foi obtido o mapa de distribuição geográfica potencial da praga que revela Brazlândia e Planaltina como regiões com alto risco para a praga, sinalizando que tais áreas devem ser priorizadas no monitoramento de *B. dorsalis*.

Palavras-chave: *Psidium guajava*; goiaba; *Bactrocera dorsalis*; dependência econômica; potencial estabelecimento; risco; priorização; pragas quarentenárias; Maxent.

ABSTRACT

ICHIDA, Carina Miwako, M.Sc., Federal University of Viçosa, May 2024. **Prioritization of phytosanitary risks of quarantine pests threatening guava crops in the Federal District.**

Adviser: Elisângela Gomes Fidelis. Co-adviser: Marcelo Coutinho Picanço.

With the progress of trade and the intensification of fruit traffic, states and countries are getting increasingly concerned with the introduction and establishment of quarantine pests, aiming to protect national agriculture, human health, and the environment. The entry of a new pest into the territory can entail direct and indirect economic losses to the producer, consumer, and the state. For the governmental institutions responsible for Plant Health Defense, it is essential to adopt intelligent strategies to predict and prevent the entry and establishment of quarantine pests, making efficient and effective use of available resources. In this regard, it is fundamental to develop tools that enable the identification of the most impactful pests for local agriculture. This work aimed to evaluate the risk of *Bactrocera dorsalis* for the guava crop in the Federal District, using the MaxEnt, executed using the ENMevaluate function of the ENMeval package, in the R environment. The probability of occurrence of *B. dorsalis* in the different administrative regions of the Distrito Federal was defined by the mode (majority) of the probabilities of the polygon that defines the regional limits, using the exactextract package and the geobr package, to obtain shapefiles relating to the Distrito Federal and its different administrative regions. As a result, a map of the pest's potential geographic distribution was obtained, revealing Brazlândia and Planaltina as regions at high risk for the pest, signaling that such areas should be prioritized for monitoring *B. dorsalis*.

Keywords: *Psidium guajava*; guava; *Bactrocera dorsalis*; economic dependency; potential establishment; risk; prioritization; quarantine pests; Maxent.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Adulto de <i>Bactrocera dorsalis</i>	18
Figura 2 - Distribuição geográfica de <i>Bactrocera dorsalis</i> atualizada em 2024.....	19
Figura 3: Mapa com pontos de ocorrência de <i>B. dorsalis</i>	23
Figura 4: Matriz de risco de <i>Bactrocera dorsalis</i> para as diferentes Regiões Administrativas do Distrito Federal de acordo com os intervalos do Índice de Concentração Normalizado (ICn) da goiabeira e do potencial estabelecimento da praga de acordo com o modelo MaxEnt.	24
Figura 5: Mapa com Índice de Concentração Normalizado (ICn) da goiabeira nas diferentes Regiões Administrativas do Distrito Federal.....	25
Figura 6: Probabilidade de estabelecimento de <i>Bactrocera dorsalis</i> no Distrito Federal de acordo com modelo Maxent.	26
Figura 7: Probabilidade de estabelecimento de <i>Bactrocera dorsalis</i> nas diferentes Regiões Administrativas do Distrito Federal de acordo as medianas do modelo Maxent.	26
Figura 8: Risco de <i>Bactrocera dorsalis</i> para a cultura da goiabeira nas regiões administrativas do Distrito Federal.	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valor da produção e porcentagem (%) da produção municipal de goiaba, Quociente Locacional (QL), Índice de Herfindahl-Hirschman (IHH) e Participação Relativa (PR), Índice de Concentração Normalizado (ICn) nas diferentes regiões administrativas do Distrito Federal.	25
Tabela 2 - Valor da produção e porcentagem (%) da produção municipal de goiaba, Quociente Locacional (QL), Índice de Herfindahl-Hirschman (IHH) e Participação Relativa (PR), Índice de Concentração Normalizado (ICn), probabilidade de ocorrência de <i>Bactrocera dorsalis</i> e risco nas diferentes regiões administrativas do Distrito Federal.	27

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Defesa Sanitária Vegetal Brasileira.....	14
1.2 Cultura da Goiabeira no Distrito Federal	14
1.3 Pragas Quarentenárias	15
1.4 Análise de risco de praga - ARP	17
1.5 <i>Bactrocera dorsalis</i> (Handel, 1912) (Diptera: Tephritidae).....	18
2. OBJETIVOS	20
2.1 Objetivo geral.....	20
2.2 Objetivos específicos.....	20
3. MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1 Dependência econômica do Distrito Federal e de suas regiões administrativas ao cultivo de goiabeira.....	21
3.2 Potencial estabelecimento de <i>Bactrocera dorsalis</i> no Distrito Federal e nas suas regiões administrativas	22
3.3 Risco de <i>Bactrocera dorsalis</i> para a cultura da goiabeira para o Distrito Federal e suas Regiões Administrativas	23
4. RESULTADOS	24
4.1 Dependência econômica do Distrito Federal e de suas Regiões Administrativas ao cultivo de goiabeira.....	24
4.2 Potencial estabelecimento de <i>Bactrocera dorsalis</i> no Distrito Federal e nas suas Regiões Administrativas	25
4.3 Risco de <i>Bactrocera dorsalis</i> para a cultura da goiabeira para o Distrito Federal e suas Regiões Administrativas	27
6. DISCUSSÃO	28
7. CONCLUSÕES	29
REFERÊNCIAS	30

1. INTRODUÇÃO

A entrada de uma nova praga no território poderia implicar perdas econômicas diretas e indiretas ao produtor, ao consumidor e ao Estado (Sugayama; Stancioli; Vilela, 2015). *Bactrocera dorsalis* (Handel, 1912) (Diptera: Tephritidae), conhecida vulgarmente como mosca-oriental-das-frutas, é uma praga quarentenária ausente no território brasileiro, de acordo com a Instrução Normativa 39 de 2018 do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) e priorizada entre as vinte de maior risco para o Brasil (Silva *et al.*, 2018). Nativa da Ásia, onde é considerada uma das três pragas mais importantes da agricultura, *B. dorsalis* ocorre em pelo menos 77 países, distribuídos na América, Europa, Oceania e na maior parte da África continental (países subsaarianos) (CABI, 2024). As larvas se alimentam da polpa das frutas (CABI, 2024) e podem se hospedar em cerca de 300 espécies vegetais, sendo que as principais estão: a goiaba; as laranjas e limões; melão; manga e maracujá (Silva *et al.*, 2018).

Localizado na região central do Brasil, o Distrito Federal ocupa uma posição geográfica estratégica para a produção agrícola. Em uma área de transição entre o Cerrado e a Amazônia, o Distrito Federal possui condições climáticas favoráveis que contribuem para a produção de diferentes culturas, incluindo a fruticultura (Bolfé; Sano; Campos, 2020). A produção de frutos no Distrito Federal tem ganhado destaque nos últimos anos, impulsionada pela demanda crescente por alimentos frescos. Produtores locais têm se dedicado ao cultivo de diversas espécies vegetais, como: abacate, banana, goiaba, laranja, limão, tangerina, maracujá, morango, uva e outras (IBGE, 2021, p. 15). De acordo com dados do Relatório de Informações Agropecuárias elaborado pela Emater-DF (2022), a goiaba é o fruto mais produzido no território do Distrito Federal, com uma produção estimada em 7,6t que gerou, em 2021, uma renda de R\$26.183,00/t. A introdução de *B. dorsalis* nessas áreas de cultivo de goiaba, pode impactar a economia agrícola do Distrito Federal.

Para avaliar o risco potencial de *B. dorsalis* para os cultivos de goiaba no Distrito Federal, é necessário estimar os impactos econômicos que essa praga pode causar e seu potencial estabelecimento na região. A estimativa de impacto econômico pode ser feita com base na análise de dependência econômica de um determinado território à cultura hospedeira da praga (Amaro *et al.*, 2020). Os estudos sobre a distribuição potencial de pragas têm sido amplamente conduzidos para avaliar sua capacidade de estabelecimento e dispersão em novas áreas (Jeschke; Strayer, 2008). De acordo com Philips *et al.* (2017), o MaxEnt (*Maximum Entropy Modeling*) é um algoritmo de aprendizagem de máquina que busca encontrar a distribuição da probabilidade de ocorrência de uma espécie, de acordo com as condições

ambientais observadas nos locais onde a espécie já foi registrada. Com base nos resultados, é possível produzir mapas de distribuição de espécies, possibilitando a interpretação dos dados para entender e prever o potencial de ocorrência de uma praga em determinada região, concedendo assim, a oportunidade de planejar ações para mitigar a introdução, o estabelecimento e a dispersão de pragas.

1.1 Defesa Sanitária Vegetal Brasileira

A história da Defesa Sanitária Vegetal brasileira iniciou-se, oficialmente, nos primórdios do século XX com a instituição do Decreto nº 24.114/1934 (Brasil, 1934) que regulamenta a Defesa Sanitária Vegetal no território nacional. Ao longo das décadas seguintes, a Defesa Sanitária Vegetal passou por diversas evoluções. Novos desafios surgiram com a expansão da agricultura e a abertura econômica do mercado brasileiro, exigindo que medidas mais eficientes de prevenção e controle de pragas fossem adotadas para garantir a proteção da agricultura nacional, bem como a qualidade dos produtos agrícolas brasileiros para manutenção das exportações. Atualmente, as ações de Vigilância e Defesa Sanitária Vegetal são coordenadas em um sistema vertical proposto pelo SUASA – Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Brasil, 2006). Em âmbito nacional, o SUASA é representado pela instância central ou superior ocupada pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). A instância intermediária é representada, fundamentalmente, pelas instituições das Unidades Federativas, responsáveis pela implementação das políticas desenvolvidas pela instância superior e pela execução dos programas oficiais de controle de pragas, em conformidade com o disposto na Lei 9.712, de 20 de fevereiro de 1998, regulamentada pelo Decreto 5.741/2006. No Distrito Federal, compete à Secretaria de Agricultura, Abastecimento e Desenvolvimento Rural – SEAGRI/DF – zelar pelo cumprimento das normas e dos programas relacionados à Defesa Sanitária Vegetal.

1.2 Cultura da Goiabeira no Distrito Federal

A goiaba (*Psidium guajava* L.) é um fruto com origem na América Tropical, possivelmente entre o México e o Peru, onde ainda pode ser encontrada em estado silvestre. Sua alta capacidade de dispersão e adaptação a diferentes ambientes possibilitaram a presença dessa *Mirtaceae* em diversas regiões. (Menzel, 1985).

No Brasil, a goiaba começou a ser cultivada para fins comerciais na década de 1970

(Choudhury; Costa; Araújo, 2001) e seu potencial de exportação vem sendo explorado por diversos produtores. Em 2018, a produção de goiaba brasileira liderou o ranking mundial de goiaba vermelha e ocupou o quarto lugar do ranking mundial quando a produção da goiaba vermelha foi somada à da branca, ficando atrás da Índia, Paquistão e México. (Ribeiro, 2018) Já no ranking de produção nacional de fruticultura, a goiaba ocupou o décimo lugar em 2021 (IBGE, 2021), tendo gerado uma receita de US\$ 1.180.933 para o setor frutícola no ano de 2022, com uma exportação de 504.246kg. (ABRAFRUTAS, 2022)

No Distrito Federal, a goiaba é, de acordo com informações extraídas do Relatório de Informações Agropecuárias emitido pela Emater-DF (2022), o fruto mais cultivado pelos produtores. Em 2022, a região contou com 149 agricultores que, em uma área de 353,7ha, produziram 7,6T do fruto (Emater-DF, 2022). Segundo dados do IBGE, o setor foi responsável por gerar R\$26.183,00/T no ano de 2021, renda que possibilitou geração de empregos mesmo em período de pandemia da COVID-19, principalmente em Brazlândia, região administrativa que abriga mais de 95% da produção de goiaba no Distrito Federal (IBGE, 2021).

1.3 Pragas Quarentenárias

De acordo com o conceito estabelecido pela Organização das Nações para a Alimentação e Agricultura – FAO – adotado pela Convenção Internacional para a Proteção dos Vegetais (CIPV), praga quarentenária refere-se a “qualquer espécie, raça ou biotipo de planta, animal ou agente patogênico, nocivo a plantas ou produtos vegetais”.

No Brasil, a primeira listagem de pragas quarentenárias, estabelecida em 1999 pelo MAPA, classificava as pragas quarentenárias como A1 e A2, nomenclatura que foi alterada posteriormente para pragas quarentenárias ausentes e pragas quarentenárias presentes, respectivamente. Por definição, praga quarentenária ausente é aquela cuja presença ainda não foi relatada no país e que possui potencial para causar danos econômicos relevantes, em caso de sua introdução (Brasil, 2018).

A Instrução Normativa MAPA nº 39/2018 relaciona, atualmente, cerca de setecentas espécies ou gêneros oficialmente regulamentados como pragas quarentenárias ausentes (Brasil, 2018). Por sua vez, o anexo da Instrução Normativa MAPA nº 38/2018 relaciona quatorze pragas quarentenárias presentes: um ácaro, três insetos, quatro fungos, cinco procariontes e uma planta infestante (Brasil, 2018). Praga quarentenária presente, de acordo com o regramento supracitado, é aquela que apresenta importância econômica potencial para uma área em perigo,

já presente no país, mas cuja distribuição no território ainda se encontra restrita e sob controle oficial (Brasil, 2018).

As listas de pragas quarentenárias são elaboradas segundo critérios definidos por meio do processo denominado Análise de Risco de Pragas (ARP) e as espécies de pragas que constam da lista podem ser retiradas ou incluídas, com base nos dados científicos registrados na ARP. (Gonzaga *et al.*, 2015)

Segundo dados do Balanço 2023 publicado pela Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), o Brasil contou com a abertura de 73 novos mercados no cenário agropecuário mundial. Com o avanço do comércio internacional de produtos agropecuários e do trânsito de mercadorias e de pessoas, intensifica-se a preocupação dos estados e dos países com a introdução e o estabelecimento de pragas quarentenárias e com os impactos que tal questão pode acarretar à agricultura nacional, com consequências à saúde humana e ambiental.

Conforme Sugayama *et al.* (2015), com a maior abertura econômica do país na década de 90, foram relatadas no Brasil pelo menos nove espécies de insetos e ácaros de importância agrícola: *Cydia pomonella*, *Phyllocnistis citrella*, *Bactrocera carambolae*, *Zaprionus indianus*, *Aleurocanthus woglumi*, *Dactylopius opuntiae*, *Schizotetranychus hindustanicus*, *Raoiella indica* e *Maconellicoccus hirsutus*, além dos fungos fitopatogênicos (ferrugem-asiática da soja, ferrugem-alaranjada da cana-de-açúcar, sigatoka-negra) e procariontes (*greening* ou huanglongbing – HLB, cancro-cítrico). A entrada de uma nova praga no território pode implicar perdas econômicas diretas e indiretas ao produtor, ao consumidor e ao Estado. Exemplos de prejuízos envolvem: danos econômicos diretos pelo ataque em campo, restrição ao trânsito de plantas e seus produtos; estabelecimento de medidas fitossanitárias por importadores; necessidade de estabelecimento de medidas de mitigação; necessidade de estabelecimento de controle de trânsito; necessidade de implantação de programas de monitoramento e controle; necessidade de desenvolvimento de cultivares resistentes ou tolerantes; necessidade de desenvolvimento de programas de controle biológico; necessidade de desenvolvimento de métodos de controle químico, entre outros, enumera Sugayama *et al.* (2015).

Para as instituições responsáveis pela Defesa Sanitária Vegetal, a seleção adequada das medidas de proteção contra pragas consideradas ameaças fitossanitárias é um desafio. Com recursos humanos e financeiros limitados, é imprescindível adotar estratégias inteligentes que busquem, no primeiro esforço, a prevenção contra a entrada e o estabelecimento da praga, fazendo uso efetivo dos recursos disponíveis.

Em 2018, o MAPA realizou um importante trabalho juntamente com a Embrapa, priorizando as vinte pragas ausentes de maior potencial danoso para a agricultura nacional, por

meio da metodologia de hierarquização (Silva *et al.*, 2018).

Seguindo tal tendência, é fundamental continuar desenvolvendo ferramentas e lapidando informações que possibilitem identificar as pragas mais impactantes para a agricultura da região, permitindo a tomada de decisão mais acertada para o planejamento das políticas de defesa fitossanitária local.

1.4 Análise de risco de praga - ARP

Segundo o conceito elaborado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura – FAO – adotado pela Convenção Internacional para a Proteção dos Vegetais (CIPV) extraído da Norma Internacional para Medidas Fitossanitárias – NIMF – nº 5/2009, análise de risco de praga é “o processo de avaliação biológica ou outra evidência científica e econômica para determinar se um organismo é uma praga, se ela deve ser regulamentada, e a intensidade de quaisquer medidas fitossanitárias a serem adotadas contra ela”.

A ARP define qual é o risco da praga ou da via de ingresso e o que deve ser feito no caso de uma revisão da legislação fitossanitária (Gonzaga *et al.*, 2015), consistindo basicamente em três etapas: 1) iniciação; 2) avaliação de risco de praga; e 3) manejo do risco da praga (FAO, 2007).

Gonzaga *et al.* (2015) ensina que o estágio 1 pretende definir se o organismo é praga ou se um grupo de organismos associados a uma via de ingresso são pragas. Caso os organismos sejam considerados pragas pela fase 1, a ARP segue para a etapa 2, que envolve inúmeros passos. O produto da segunda fase da ARP é o resumo do risco global que é concebido com base na avaliação dos resultados acerca da introdução, dispersão, impacto potencial econômico para pragas quarentenárias e impactos não aceitáveis para pragas não quarentenárias regulamentadas.

Ainda seguindo os entendimentos de Gonzaga *et al.* (2015), caso a praga receba, na fase dois, a qualificação de quarentenária, o estágio três envolverá a determinação de medidas fitossanitárias que, isolada ou conjuntamente, deverão reduzir o risco da praga a um nível aceitável.

A Instrução Normativa MAPA nº 6/2005 determina que a ARP deve ser realizada, previamente à importação de produtos vegetais, quando:

- Estes nunca tiverem sido importados antes pelo Brasil;
- O uso proposto é diferente;

- A origem é diferente;
- Quando, mesmo havendo evento anterior de importação, ela tenha ocorrido antes de 12 de agosto de 1997.

Após o estabelecimento das medidas fitossanitárias na fase três, haverá um período de negociações entre o MAPA e a Organização Nacional de Proteção Fitossanitária - ONPF – do país exportador. Havendo consenso, o MAPA publicará uma Instrução Normativa estabelecendo as medidas fitossanitárias a serem seguidas pelo país interessado em exportar o produto vegetal ao mercado brasileiro.

1.5 *Bactrocera dorsalis* (Handel, 1912) (Diptera: Tephritidae)

Bactrocera dorsalis (Handel, 1912) pertence à família Tephritidae e à ordem Diptera e é conhecida vulgarmente como mosca-oriental-das-frutas. O adulto mede de cerca 8mm de comprimento, com tórax de coloração amarela e uma mancha escura em forma de T no abdômen (Figura 1). As larvas se alimentam da polpa das frutas (CABI, 2024).



Figura 1 - Adulto de *Bactrocera dorsalis*. Fonte: Cabi, 2024.

Bactrocera dorsalis tem cerca de 300 espécies hospedeiras, pertencentes a 60 famílias botânicas. Entre os principais estão: a goiaba, as laranjas e limões, melão, manga, maracujá (Silva *et al.*, 2018). Essa espécie é altamente invasiva e é considerada pela IN MAPA 39/2018 uma praga quarentenária ausente no território brasileiro e priorizada entre as vinte de maior risco para o Brasil (Silva *et al.*, 2018). Nativa da Ásia onde Waterhouse (1993) a identifica como uma das três pragas mais importantes da agricultura do Sudeste Asiático. *Bactrocera dorsalis* ocorre em pelo menos 77 países, distribuídos na América, Europa, Oceania e na maior

parte da África continental (países subsaarianos) (Figura 2).

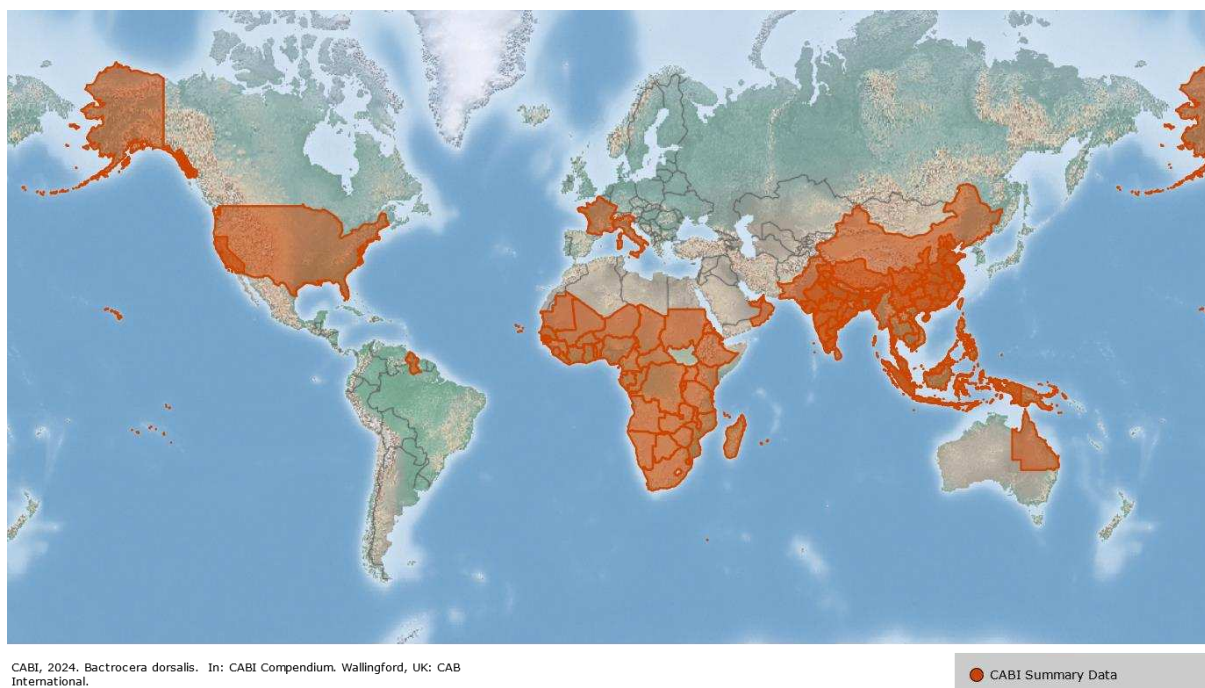


Figura 2 - Distribuição geográfica de *Bactrocera dorsalis* atualizada em 2024. Fonte: CABI, 2024.

O risco potencial da sua introdução em novas áreas tem sido facilitado pelo aumento do turismo e do comércio internacional, considerando que a forma de introdução mais importante é por meio de frutos contaminados por larvas da mosca (CABI, 2020). Após a introdução, a mosca pode dispersar-se de forma ativa, posto que a espécie é voadora (Silva *et al.*, 2018). No Japão, a dispersão de *B. dorsalis* via correntes de ar foi relatada nas ilhas de Okinawa (Otuka, 2018). O estabelecimento da praga pode ocorrer com facilidade na região brasileira, considerando que diversos fatores podem contribuir para o evento. O inseto possui alto potencial reprodutivo (a fêmea pode ovipositar até 3.000 ovos em condições ótimas), alto potencial biótico (ciclo de vida curto, até 10 gerações de descendentes por ano dependendo da temperatura), rápida capacidade de dispersão e cerca de trezentas espécies de plantas hospedeiras (CABI, 2020). Estudo feito em mangas, relatou que as fêmeas de *B. dorsalis* têm preferência em ovipositar em frutos maduros e totalmente maduros. Frutos verdes foram menos ovipositados. A sobrevivência das larvas até o estágio de pupa também foi mais alta em mangas maduras e totalmente maduras (Rattanapun *et al.*, 2009)

As melhores condições climáticas para o desenvolvimento de *B. dorsalis* são: temperatura entre 13 até 36°C, sendo a faixa ótima entre 25 e 30°C (Samayoa *et al.*, 2018 *apud*

Silva *et al.* 2018) e a umidade do solo entre 10 e 100% da capacidade de campo (Hou; Xie; Zhang, 2006 *apud* Silva *et al.* 2018). Com relação à pluviosidade, a espécie consegue sobreviver em locais com índices entre 250 e 2620mm (CABI, 2020).

Como resultado da sua ampla distribuição, capacidade invasiva, reprodutiva e de estabelecimento, além do alto potencial de impacto no acesso a mercados, *B. dorsalis* é considerada uma grande ameaça para muitos países, exigindo restrições de quarentena e medidas de erradicação dispendiosas (CABI, 2020). No Japão, a erradicação da mosca nas Ilhas Ryukyu custou mais de 200 milhões de euros (Kiritani, 1998). Na Califórnia, EUA, estima-se que o custo de não erradicar *B. dorsalis* variou entre 44 e 176 milhões de dólares em perdas de colheitas, utilização adicional de pesticidas e requisitos de quarentena (Cantrell; Chadwick; Cahill, 2002).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- ✓ Priorizar as regiões administrativas do Distrito Federal com maior risco de *Bactrocera dorsalis* à cultura da goiabeira, aplicando-se o modelo de distribuição geográfica da espécie por meio do software Maxent.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Definir o nível de dependência econômica do Distrito Federal e de suas regiões administrativas dos cultivos de goiabeira.
- ✓ Gerar modelo de potencial estabelecimento de *Bactrocera dorsalis* no Distrito Federal para a cultura da goiabeira, para identificar o risco de sua introdução na região.
- ✓ Definir o risco de *Bactrocera dorsalis* nas regiões administrativas do Distrito Federal aos cultivos de goiabeira.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Dependência econômica do Distrito Federal e de suas regiões administrativas ao cultivo de goiabeira

A análise de dependência econômica do Distrito Federal e de suas regiões administrativas à cultura da goiabeira foi feita conforme metodologias propostas por Amaro *et al.* (2020), Crocco *et al.* (2003, 2006), Santana (2004, 2005) e Brito *et al.* (2016). Foi calculado o Índice de Concentração Normalizado (ICn) para quantificar a concentração da cultura da goiabeira nas diferentes regiões administrativas do Distrito Federal, a partir da composição de três índices: Quociente Locacional (QL), Índice de Herfindahl-Hirschman (IHH) e Participação Relativa (PR) (Crocco *et al.*, 2006).

As fórmulas de cada índice são apresentadas abaixo:

$$QL_{ik} = (VP_{ik}/VP_k)/(VP_i/VP)$$

$$IHH_{ik} = (VP_{ik}/VP_i)/(PIB_k/PIB)$$

$$PR_{ik} = VP_{ik}/VB_i$$

Onde: VP_{ik} é o valor da produção da goiabeira i nas regiões administrativas do Distrito Federal; VP_k é o valor total da produção agrícola de lavoura permanente no Distrito Federal; VP_i é o valor da produção da goiabeira no Brasil; VP é o valor total da produção agrícola do grupo em que a cultura se enquadra (permanente) no Brasil; PIB_k é o Produto Interno Bruto do Distrito Federal; PIB é o Produto Interno Bruto do Brasil. Dados de valor da produção e do PIB foram obtidos no do Sistema IBGE de Recuperação Automática (Sidra) (IBGE, 2022). Dados do valor da produção de goiabeira nas diferentes regiões administrativas foram obtidos no Relatório da Emater-DF (Emater, 2023).

O Quociente Locacional é utilizado para determinar a especialização de um município/região administrativa na produção de uma determinada cultura. Se o QL é maior do que um, então o município/região administrativa é especializado na cultura i , comparativamente a outros. Contudo, esse índice tende a superestimar o peso de setores em locais onde a estrutura

de produção é pequena e pouco diversificada, por isso não deve ser utilizado isoladamente (Fingleton *et al.*, 2004).

O índice de Herfindahl-Hirschman mede a concentração, especialização e diversificação de um determinado município/região administrativa às culturas hospedeiras (Duranton; Puga, 2000; Goschin *et al.*, 2009; Lehocký; Rusnák, 2016). Foi utilizado o IHH modificado (Crocco *et al.*, 2006).

Esse indicador permite comparar o peso da produção da cultura hospedeira em um determinado município/região administrativa com o peso da estrutura produtiva das lavouras permanentes do município/região administrativa em relação ao PIB do município. O IHH varia de -1 a 1, e quanto mais próximo de 1, maior a importância da produção das culturas hospedeiras no município/região administrativa relativa ao PIB. O índice de Participação Relativa avalia a importância relativa da produção da cultura hospedeira de um município/região administrativa comparativamente ao PIB deste município. O índice de PR varia de 0 a 1 e quanto mais próximo de 1, maior a importância dessa atividade para a economia do município. A partir desses três índices, foi calculado o Índice de Concentração Normalizado (ICn), referente à concentração da produção da cultura hospedeira (goiabeira) da praga nas Regiões Administrativas do Distrito Federal, de acordo com a seguinte expressão:

$$ICn_{ik} = (QL_{ik} + IHH_{ik} + PR_{ik})/3$$

O Índice de Concentração Normalizado (ICn) indica quais regiões administrativas do Distrito Federal tem maior dependência econômica da cultura da goiabeira, portanto, são regiões com maior potencial de impactos econômicos e sociais com a eventual introdução da praga.

3.2 Potencial estabelecimento de *Bactrocera dorsalis* no Distrito Federal e nas suas regiões administrativas

O potencial estabelecimento de *B. dorsalis* nas diferentes regiões administrativas do Distrito Federal foi estimado utilizando o modelo MaxEnt. O MaxEnt é um método de aprendizado que prevê a distribuição de probabilidade baseada na máxima entropia (Phillips *et al.*, 2006). Este modelo requer dados de presença disponíveis para a praga. Dados de ocorrência de *B. dorsalis* foram obtidos do GBIF, CABI e literatura científica (Figura 3).

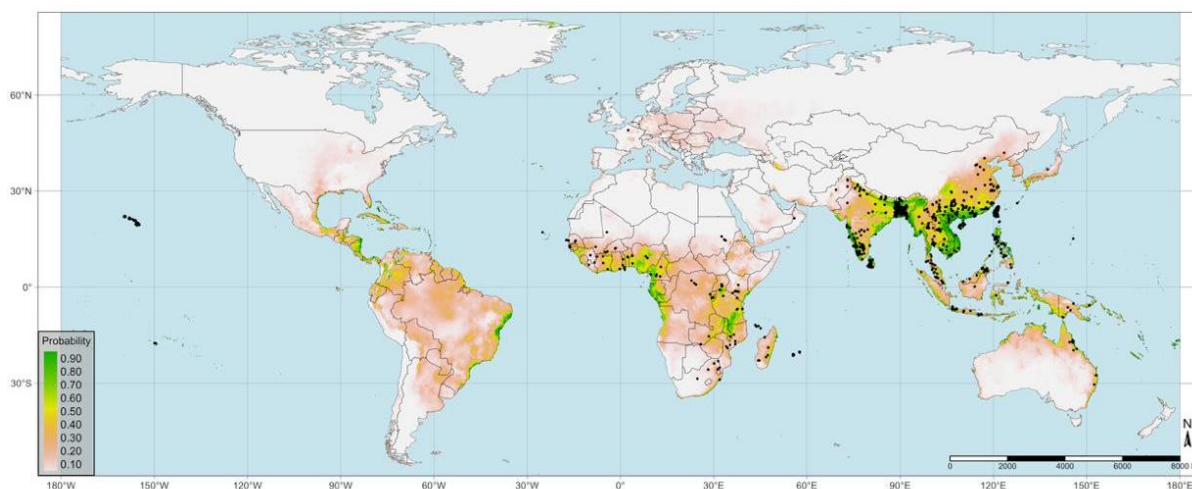


Figura 3: Mapa com pontos de ocorrência de *B. dorsalis*.

Foi utilizado o software MaxEnt (Máxima Entropia, versão 3.4.1), executado a partir da função ENMevaluate do pacote ENMeval (Muscarella *et al.*, 2014), no ambiente R (R Core Team, 2022). Posteriormente, a probabilidade de ocorrência de *B. dorsalis* nas diferentes regiões administrativas do Distrito Federal foi definida pela moda (majority) das probabilidades do polígono que define os limites regionais, utilizando-se o pacote exactextract (Baston, 2020) e o pacote geobr (Pereira; Gonçalves, 2020), para obtenção de *shapefiles* relativos ao Distrito Federal e suas diferentes Regiões Administrativas. Como resultado, foi obtido mapa da distribuição geográfica potencial de *B. dorsalis*, identificando a probabilidade de sua ocorrência nas Regiões Administrativas do Distrito Federal.

3.3 Risco de *Bactrocera dorsalis* para a cultura da goiabeira para o Distrito Federal e suas Regiões Administrativas

Assumindo o conceito de que risco é a combinação das consequências de um evento e a probabilidade associada de sua ocorrência (EC, 2010), o ICn e a probabilidade de estabelecimento de *B. dorsalis* (conforme modelos gerados no item anterior) das Regiões Administrativas do Distrito Federal foram utilizados para a construção de uma matriz de risco de cada região do Distrito Federal.

A classificação de “quebras naturais” (*natural breaks*) de Jenks (Jenks; Caspall, 1971; Jenks, 1977) foi utilizada, através do pacote *classInt* do R (Bivand, 2020), para classificar os

valores de ICn e da probabilidade de estabelecimento da praga nas regiões administrativas do Distrito Federal em cinco intervalos diferentes.

A matriz resultante, de dimensões 5 x 5, foi classificada em quatro classes de risco, definidas pela interação de seus eixos, conforme Figura 4. Essas classes foram utilizadas para definir se a praga apresenta risco baixo, médio, alto ou muito alto e com isso foi possível ranquear as Regiões Administrativas do Distrito Federal quanto ao nível de risco.

Icn da cultura hospedeira da praga	Probabilidade de estabelecimento da praga				
	1 (Muito baixa)	2 (Baixa)	3 (Média)	4 (Alta)	5 (Muito Alta)
5 (Muito alto)	Risco médio	Risco alto	Risco muito alto	Risco muito alto	Risco muito alto
4 (Alto)	Risco médio	Risco alto	Risco muito alto	Risco muito alto	Risco muito alto
3 (Médio)	Risco médio	Risco alto	Risco alto	Risco alto	Risco muito alto
2 (Baixo)	Risco baixo	Risco médio	Risco médio	Risco médio	Risco médio
1 (Muito baixo)	Risco baixo	Risco baixo	Risco baixo	Risco médio	Risco médio

Figura 4: Matriz de risco de *Bactrocera dorsalis* para as diferentes Regiões Administrativas do Distrito Federal de acordo com os intervalos do Índice de Concentração Normalizado (ICn) da goiabeira e do potencial estabelecimento da praga de acordo com o modelo MaxEnt.

4. RESULTADOS

4.1 Dependência econômica do Distrito Federal e de suas Regiões Administrativas ao cultivo de goiabeira

Com base no Índice de Concentração Normalizado (ICn), a Região Administrativa do Distrito Federal que apresenta maior dependência econômica em relação ao cultivo da goiabeira é Brazlândia, seguida por Planaltina, Ceilândia e Gama (Tabela 1 e Figura 5). Sobradinho, Paranoá, São Sebastião e Park Way ocupam, empatados, o quinto lugar. As demais regiões não apresentaram dados de produção de goiaba comercial em fontes oficiais (Figura 5), motivo pelo qual aparecem sem resultados no estudo. Brazlândia concentra 98% da produção de goiaba do Distrito Federal e, caso essa produção fosse perdida, haveria um prejuízo potencial de mais 22,8 bilhões de reais (Tabela 1).

Tabela 1 - Valor da produção e porcentagem (%) da produção municipal de goiaba, Quociente Locacional (QL), Índice de Herfindahl-Hirschman (IHH) e Participação Relativa (PR), Índice de Concentração Normalizado (ICn) nas diferentes regiões administrativas do Distrito Federal.

Região Administrativa	Valor da produção	Produção Municipal (%)	Prejuízo Potencial (R\$ 1.000)	QL	IHH	PR	ICn
Brazlândia	22.822.484	98,06	22.822.484,40	8,96179	20,89520	23,51963	2,47467
Ceilândia	81.459	0,35	61.094,25	0,03199	-2,54049	0,08395	-0,35216
Gama	46.548	0,20	23.274,00	0,01828	-2,57646	0,04797	-0,35650
Paranoá	23.274	0,10	5.818,50	0,00914	-2,60045	0,02398	-0,35939
Park Way	2.327	0,01	581,85	0,00091	-2,62203	0,00240	-0,36200
Planaltina	314.199	1,35	314.199,00	0,12338	-2,30064	0,32380	-0,32323
Sobradinho	13.964	0,06	3.491,10	0,00548	-2,61004	0,01439	-0,36055
São Sebastião	11.637	0,05	2.909,25	0,00457	-2,61244	0,01199	-0,36084
Total	23.315.893		23.233.852,35				

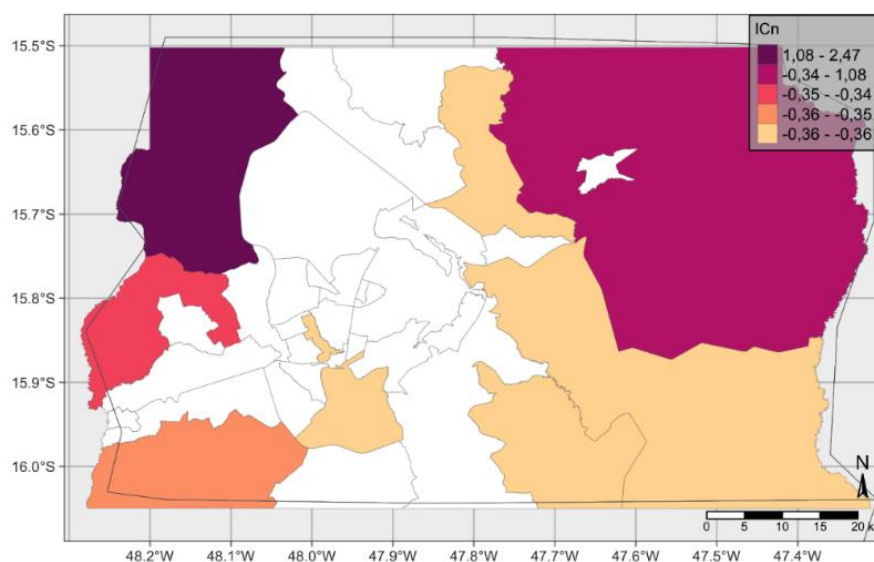


Figura 5: Mapa com Índice de Concentração Normalizado (ICn) da goiabeira nas diferentes Regiões Administrativas do Distrito Federal.

4.2 Potencial estabelecimento de *Bactrocera dorsalis* no Distrito Federal e nas suas Regiões Administrativas

De acordo com o modelo MaxEnt, as regiões com maior probabilidade de estabelecimento de *B. dorsalis* no Distrito Federal são: a região noroeste (Fercal, Sobradinho e região nordeste de Planaltina), a região oeste (Brazlândia, Ceilândia, Sol Nascente, Samambaia, Recanto das Emas e Gama) e a região Central, em volta do lago Paranoá (Figura 6).

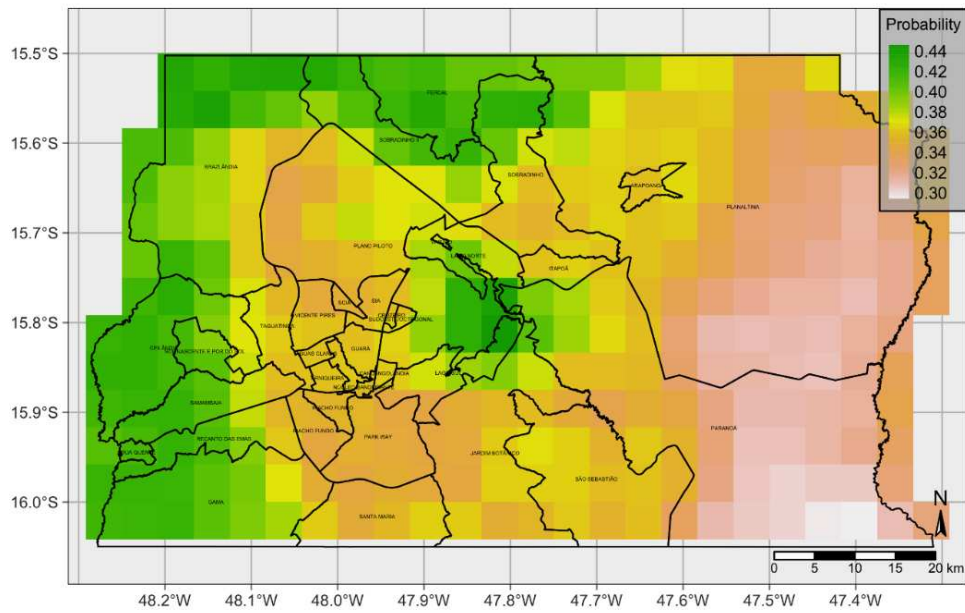


Figura 6: Probabilidade de estabelecimento de *Bactrocera dorsalis* no Distrito Federal de acordo com modelo Maxent.

A Figura 7 ilustra a probabilidade de estabelecimento de *B. dorsalis* nas Regiões Administrativas do Distrito Federal de acordo com a mediana das probabilidades. As regiões com maior probabilidade são: a região noroeste (Brazlândia e Fercal) e a região oeste (Sobradinho, Ceilândia, Samambaia, Recanto das Emas e Gama).

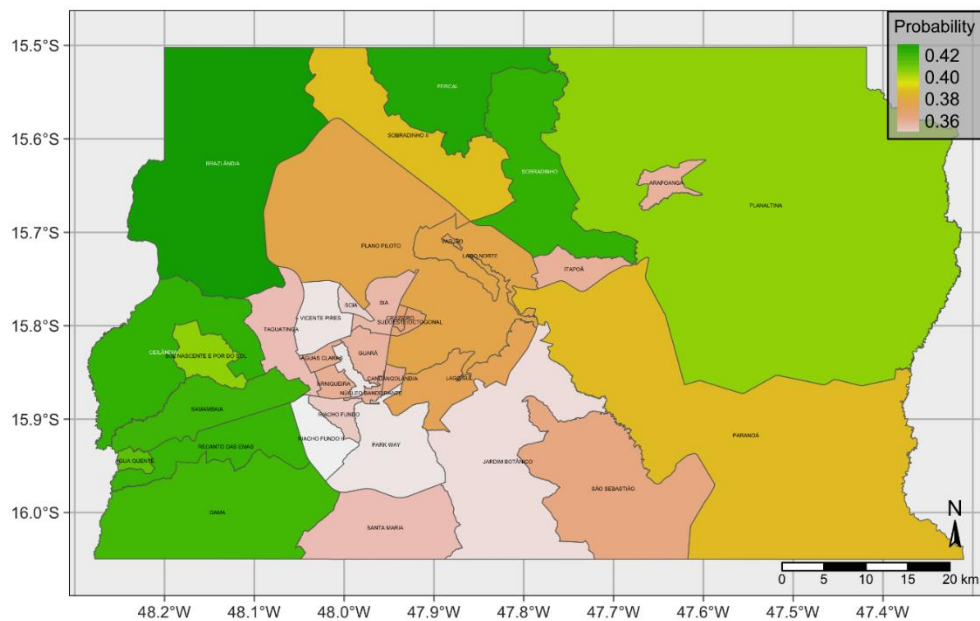


Figura 7: Probabilidade de estabelecimento de *Bactrocera dorsalis* nas diferentes regiões administrativas do Distrito Federal de acordo as medianas do modelo Maxent.

4.3 Risco de *Bactrocera dorsalis* para a cultura da goiabeira para o Distrito Federal e suas Regiões Administrativas

A matriz de risco, que relaciona o ICn e a probabilidade de estabelecimento, agrupa as Regiões Administrativas de acordo com o risco de ocorrência da praga: 1 (baixo), 2 (médio), 3 (alto) e 4 (Muito Alto). As regiões classificadas com risco muito alto de *B. dorsalis* para a cultura da goiabeira foram: Brazlândia e Planaltina. Ceilândia foi categorizada como área de risco alto e Gama, de risco médio. Paranoá, Park Way, Sobradinho e São Sebastião foram classificados com risco baixo para a praga (Tabela 2 e Figura 8).

Tabela 2 - Valor da produção e porcentagem (%) da produção municipal de goiaba, Quociente Locacional (QL), Índice de Herfindahl-Hirschman (IHH) e Participação Relativa (PR), Índice de Concentração Normalizado (ICn), probabilidade de ocorrência de *Bactrocera dorsalis* e risco nas diferentes regiões administrativas do Distrito Federal.

Região Administrativa do Distrito Federal	ICn	Classes de ICn	Probabilidade Ocorrência	Classes de Probabilidade	Risco
Brazlândia	2,47467	Muito Grande (5)	0,43545	Média(3)	4 (Muito Alto)
Ceilândia	-0,35216	Moderada (3)	0,42197	Média(3)	3 (Alto)
Gama	-0,35650	Pequena (2)	0,41846	Média(3)	2 (Médio)
Paranoá	-0,35939	Insignificante (1)	0,38489	Média(3)	1 (Baixo)
Park Way	-0,36200	Insignificante (1)	0,34573	Média(3)	1 (Baixo)
Planaltina	-0,32323	Grande (4)	0,40499	Média(3)	4 (Muito Alto)
Sobradinho	-0,36055	Insignificante (1)	0,42230	Média(3)	1 (Baixo)
São Sebastião	-0,36084	Insignificante (1)	0,36305	Média(3)	1 (Baixo)

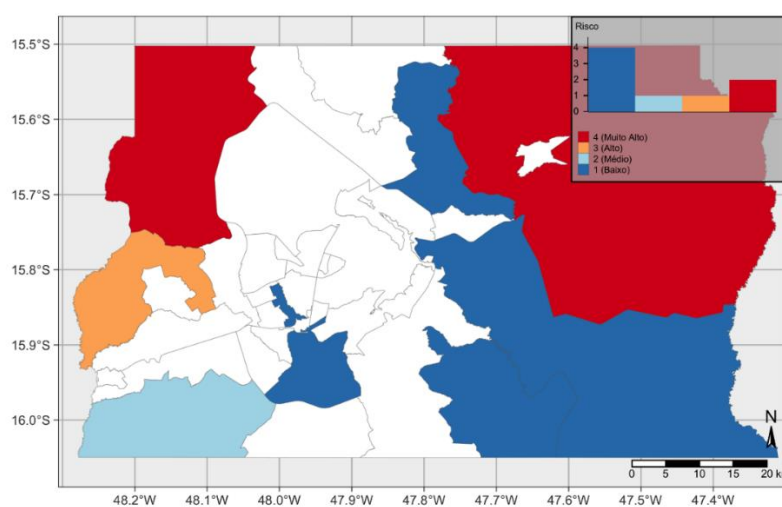


Figura 8: Risco de *Bactrocera dorsalis* para a cultura da goiabeira nas Regiões Administrativas do Distrito Federal.

6. DISCUSSÃO

Os resultados de Dong *et al.* (2022), que utilizaram MaxEnt para diferenciar as áreas com potencial de distribuição de *B. dorsalis* em áreas de “ocorrência sazonal” ou “durante o ano inteiro”, corroboram com os obtidos nesta pesquisa, indicando que o Distrito Federal é uma região com aptidão sazonal para o desenvolvimento da praga. No entanto, considerando que 98% do cultivo comercial de goiaba no Distrito Federal é manejado com irrigação, verifica-se nesta região existem condições edafoclimáticas que podem favorecer o estabelecimento da praga durante o ano inteiro.

As distribuições potenciais não podem ser previstas com base apenas em dados climáticos, sendo necessário considerar aspectos como: dispersão, interação entre espécies, quantidade de hospedeiros disponíveis e efeito de inimigos naturais (Baker *et al.*, 2000). Stephens, Kriticos e Leriche (2007), utilizando modelo Climex, que considera os aspectos biológicos da praga, constataram que *B. dorsalis* é uma séria ameaça para as regiões tropicais e subtropicais do mundo. Esses autores afirmam ainda que, a ameaça dessa praga pode tornar-se ainda maior com as alterações climáticas globais previstas. O estudo de Stephens *et al.* (2007) demonstrou que a maior parte do território brasileiro, incluindo o Distrito Federal, apresenta alta aptidão climática para *B. dorsalis*.

De Villiers *et al.* (2016) demonstraram com a modelagem Climex, que no território brasileiro existem regiões em que *B. dorsalis* pode sofrer com “estresse por seca”, porém o mesmo não ocorreria com o “estresse por frio”. No entanto, esse estresse pode ser minimizado em áreas onde se adota a irrigação, como demonstrado nos modelos gerados neste trabalho.

A introdução e o estabelecimento de *B. dorsalis* no Brasil pode implicar sérios prejuízos econômicos, sociais e ambientais. A fruticultura nacional é responsável pela terceira maior produção de frutos do mundo, movimentando um valor bruto anual próximo de US\$ 12 bilhões (Rodrigues, 2024). Atualmente, não há agrotóxico registrado para o controle da praga (AGROFIT, 2024) e, embora seja possível solicitar autorização para uso emergencial ao MAPA, o processo de autorização pode ser moroso e o custo de aplicação pode pesar no bolso do produtor. A introdução dessa praga pode ainda impactar as exportações de frutos, não só de goiaba, mas de outras culturas vegetais de importância econômica para o Distrito Federal que *B. dorsalis* pode atacar, tais como: uva, morango, laranja, limão, maracujá, abacate, manga e feijão-comum. O Distrito Federal é uma das 5 unidades federativas com maior produtividade de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) (Wander; Silva, 2023).

Diante do exposto, os resultados obtidos por esta pesquisa permitem direcionar as

atividades de Defesa Sanitária Vegetal da SEAGRI/DF, no sentido de monitorar a presença de *B. dorsalis* em seu território, priorizando as áreas com maior risco (Brazlândia e Planaltina), considerando-se que a goiaba é a frutífera de maior importância agrícola para a região. Além disso, a presença de um aeroporto internacional somada às diversas embaixadas estrangeiras sediadas em Brasília, podem acentuar o risco de ingresso da praga no território.

O instrumento para monitoramento de *B. dorsalis* é o mesmo já utilizado para controle da entrada de *Bactrocera carambolae*: armadilhas contendo methyl eugenol, um dos mais potentes atrativos de machos de *B. dorsalis* (Cunningham, 1989). Segundo dados cedidos pelo Serviço de Inspeção, Fiscalização e Sanidade Vegetal do Distrito Federal – SIFISV/MAPA – o território está classificado com risco médio para a *Bactrocera carambolae*, motivo pelo qual vinte armadilhas são instaladas em regiões diversas como: Gama, Aeroporto, Brazlândia (campo e feira), Ceilândia (feira do produtor), Ceasa, Guará (feira), Rodoviária Interestadual e BR 020. O monitoramento é feito quinzenalmente e poder-se-ia aproveitar a ação focada em *B. carambolae* para verificar também a ocorrência de *B. dorsalis*. (Brasil, 2024).

A integração dos estados para a fiscalização do intenso trânsito de produtos agropecuários entre as diversas unidades federativas do país pode ajudar, identificar precocemente a eventual introdução e impedir o estabelecimento de *B. dorsalis*.

7. CONCLUSÕES

As Regiões Administrativas do Distrito Federal “Brazlândia e Planaltina” apresentam risco muito alto para *B. dorsalis*. Ceilândia apresenta risco alto e Gama, risco médio. Portanto, tais áreas devem ser priorizadas quanto ao monitoramento da praga.

REFERÊNCIAS

AMARO, G. C.; FIDELIS, E. G.; MEDEIROS, C. M.; SILVA, R. S. Distribuição Geográfica Atual e Potencial do Ácaro-vermelho das palmeiras (*Raoiella indica*, Hirst) no Brasil.

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. 2021, ed. 1, p. 5-25, dez. 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1142397/1/Boletim-52-de-P-e-D-Acaro-vermelho-B1.pdf>. Acesso em 20 de jan de 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE FRUTAS E DERIVADOS. **Relatório de dados de exportação**. 2022. Disponível em:

<<https://abrafrutas.org/2023/02/dados-de-exportacao-de-2022>>. Acesso em 20 de jan 2024.

BAKER, R.H.A., SANSFORD, C.E., JARVIS, C.H., CANNON, R.J.C., MACLEOD, A. & WALTERS, K.F.A. The role of climate mapping in predicting the potential geographical distribution of non-indigenous pests under current and future climates. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 82, p. 57–71. Dec. 2000. DOI

[https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00216-4](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00216-4) Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167880900002164?via%3Dihub>. Acesso em 20 de jan 2024.

BASTON, D. **Exactextract**: Faster Extraction from Raster Datasets Using Polygons. R package version 0.4.0, 2020. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/exactextractr/exactextractr.pdf>. Acesso em 20 de jan 2024.

BIVAND, R. **ClassInt**: Choose Univariate Class Intervals. R package version 0.4-3, 2020.

Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/classInt/classInt.pdf>. Acesso em 20 de jan 2024.

BOLFE, E.L.; SANO E.E.; CAMPOS S.K. Dinâmica agrícola no cerrado: análises e projeções. **Dinâmica agrícola no cerrado**. 1 ed. Brasília-DF. Embrapa, 2020. ISBN 978-85-7035-951-3. 2020. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212381/1/LV-DINAMICA-AGRICOLA-CERRADO-2020.pdf>. Acesso em: 20 de jan de 2024.

BRASIL. **Decreto Federal nº 24.114**, de 12 de abril de 1934. Aprova o Regulamento de Defesa Sanitária Vegetal. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d24114.htm> Acesso em: 01 fev 2024.

BRASIL. **Decreto Federal nº 5.741**, de 30 de março de 2006. Regulamenta os arts. 27-A, 28-A e 29-A da Lei no 8.171, de 17 de janeiro de 1991, organiza o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5741.htm>. Acesso em: 01 fev 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Armadilhas para Bactrocera carambolae no Distrito Federal**. Destinatário: carinaichida@gmail.com. Brasília, 2 de maio de 2024. 1 mensagem eletrônica.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Instrução Normativa Nº 06**, de 16 de maio de 2005. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/sanidade-vegetal/analise-de-riscos-de-pragas-arquivos/INMAPAn25_2020_ARP_s.pdf. Acesso em: 01 fev 2024

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Instrução Normativa Nº 38**, de 1º de outubro de 2018. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/cefiti/leg/IN38-2018.pdf>. Acesso em: 01 fev 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Instrução Normativa Nº 39**, de 1º de outubro de 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/INN39de1deoutubrode2018PQA.pdf>. Acesso em: 01 fev 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Instrução Normativa Nº 45**, de 22 de agosto de 2018. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=367160>. Acesso em: 01 de fev 2024.

BRASIL. Ministério Da Agricultura e Pecuária. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários - AGROFIT**. Disponível em:

https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 10 fev 2024.

BRITO, S. R. *et al.* Concentration of access to information and communication technologies in the Municipalities of the Brazilian Legal Amazon. **PLoS One**, v. 11, n. 4, 2016. DOI 10.1371/journal.pone.0152655. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152655>. Acesso em: 20 de jan 2024.

CABI. *Bactrocera dorsalis* (Oriental fruit fly). **Invasive Pest Compendium**, 2020. Disponível em: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.17685#tabular-1> Acesso em: 01 de fev. 2024.

CANTRELL B. K., CHADWICK B., CAHILL A. **Fruit fly fighters**: Eradication of the papaya fruit fly. 81. ed. Csiro Publishing. 2002.

Choudhury, M. M.; Costa, T. S. Da; Araújo, J. L. P. Agronegócio Da Goiaba. In: Choudhury, M. M. *Goiaba: pós-colheita*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, cap. 1, p. 9-15. (Frutas do Brasil; 19). 2001.

CIPV, FAO. Glossário de termos fitossanitários. NIMF 05 - 2009. Disponível em: https://www.ippc.int/largefiles/NIMF_05_2009_PT_FINAL_0.pdf. Acesso em: 01 de fev. 2024.

Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. *Balanço 2023 - Perspectivas 2024*. Brasília: Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. 2023. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/storage/arquivos/pdf/Balanco-2023-Perspectivas-2024.pdf>. Acesso em: 10 de fev. de 2024.

CROCCO, M. A.; GALINARI, R.; SANTOS, F.; LEMOS, M. B.; SIMÕES, R. Metodologia de identificação de aglomerações produtivas locais. **Nova Economia**, v. 16, n. 2, p. 211-241, 2006.

CROCCO, M. A.; GALINARI, R.; SANTOS, F.; LEMOS, M. B.; SIMÕES, R. Metodologia de Identificação de arranjos produtivos potenciais. **Texto para discussão**. 191. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar. 2003.

CUNNINGHAM, R. T. Parapheromones. In: Robinson, A. S.; Hooper, G. (Ed.). **Fruit flies, their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, p. 221–229, v. 3. 1989.

DE VILLIERS, M. *et al.* The potential distribution of *Bactrocera dorsalis*: considering phenology and irrigation patterns. **Bulletin of Entomological Research**. v. 106, 19–33. Cambridge University Press. 2015. DOI 10.1017/S0007485315000693. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/bulletin-of-entomological-research/article/abs/potential-distribution-of-bactrocera-dorsalis-considering-phenology-and-irrigation-patterns/04E61F18EF20A299212FE0A462E2611A>. Acesso em: 10 de fev. 2024.

DONG, Z.; HE, Y.; REN, Y.; WANG, G.; CHU, D. Seasonal and Year-Round Distributions of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) and Its Risk to Temperate Fruits under Climate Change. **Insects**, 13, 550. DOI 10.3390/insects13060550. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35735887/>. Acesso em: 10 de fev. 2024.

DURANTON, G.; PUGA, D. Diversity and Specialisation in Cities: Why, Where and When Does it Matter? **Urban Studies**, v. 37, n. 3, p. 533–555, 2000.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO DF. **Relatório de Atividades Agropecuárias (2022)**. Disponível em: https://emater.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/Relatorio_Atividades_Agropecuarias__RIA__2022__DF.pdf. Acesso em: 20 de jan. 2024.

EC - EUROPEAN COMMISSION. Risk assessment and mapping guidelines for disaster management. **European Commission Staff Working Paper**, 2010. Disponível em: https://ec.europa.eu/echo/files/about/COMM_PDF_SEC_2010_1626_F_staff_working_document_en.pdf. Acesso em 15 fev. 2024.

FIDELIS, E. G.; LOHMANN, T. R.; SILVA, M. L. DA; PARIZZI, P.; BARBOSA, F. F. L.

Priorização de Pragas Quarentenárias ausentes no Brasil. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1108710/priorizacao-de-pragas-quarentenarias-ausentes-no-brasil>. Acesso em: 20 de jan. 2024.

FINGLETON, B.; IGLIORI, D. C.; MOORE, B. Employment growth of small high-technology firms and the role of horizontal clustering: evidence from computing services and R&D in Great Britain, 1991- 2000. **Urban Studies** (Edinburgh, Scotland), v. 41, n. 4, p. 773-799, 2004. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=582981>. Acesso em: 10 de fev. 2024.

FAO - Food And Agriculture Organization. Normas Internacionais para Medidas Fitossanitárias. (2009). **NIMF nº 5 - Glossário De Termos Fitossanitários.** Roma: FAO, 1995. Disponível em: https://www.ippc.int/largefiles/NIMF_05_2009_PT_FINAL_0.pdf Acesso em 10 de fev. 2024.

FAO - Food and Agriculture Organization. **Pest risk analysis training: Participant Manual.** IPPC, 2007. 142p. Disponível em: https://assets.ippc.int/static/media/files/publications/1229703410292_PRA_training_course_Participant_manual.pdf. Acesso em 10 de fev. 2024.

GONZAGA, V.; BENITO, N. P., DA SILVA, M. L., ROCHA, H. M. C., NAVIA, D. Quarentena Vegetal no Brasil. In: Vilela, E. F. e Zucchi, R. A. **Pragas introduzidas no Brasil – Insetos e Ácaros** (67-75pp.). Piracicaba, SP. FEALQ. 2015.

GOSCHIN, Z.; CONSTANTIN, D.; ROMAN, M.; ILEANU, B. Regional specialization and geographic concentration of industries in Romania. **South-Eastern Europe Journal of Economics.** v. 1, n. 1, p. 99–113. 2009. Disponível em: <https://ojs.lib.uom.gr/index.php/seeje/article/view/5536>. Acesso em: 15 de fev. 2024.

HERFINDAHL, O. C. Concentration in the U.S. Steel Industry. **Columbia University Press,** (1950).

HIRSCHMAN, A. O. National Power and the Structure of Foreign Trade. **Publications of the Bureau of Business and Economic Research.** University of California Press (1945).

HOOVER, E. M. (1936). The Measurement of Industrial Localization. **The Review of Economics and Statistics**, n. 18, v. 4, p. 162–171.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Lavoura Permanente**. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/df/pesquisa/15/11954>. Acesso em: 10 fev 2024.

JENKS, G. F. Optimal data classification for choropleth maps. **Department of Geography Occasional Paper**. v. 2. Lawrence: University of Kansas, 1977.

JENKS, G. F.; CASPALL, F. C. Error on choropleth maps: Definition, measurement, and reduction. **Annals of the Association of American Geographers**, n. 61, v. 2, p. 217-244, 1971.

KIRITANI, K. Exotic insects in Japan. **Entomological Science**, p. 291-298, 1998.

LEHOCKÝ, Filip.; RUSNÁK, Jaroslav. **Regional specialization and geographic concentration: experiences from Slovak industry**. *Miscellanea Geographica – Regional Studies on Development*, v. 20, n. 3, p. 5–13. 2016. Disponível em: <https://www.degruyter.com/downloadpdf/j/mgrsd.2016.20.issue-3/mgrsd-2016-0011/mgrsd-2016-0011.pdf>. Acesso em: 1 de fev. de 2024.

MENZEL, Christopher. Guava: an exotic fruit with potencial in Queensland. **Queensland Agricultural Journal**, Brisbane, v. 3, p. 93-98, 1985.

MUSCARELLA, Robert. ENMeval: An R package for conducting spatially independent evaluations and estimating optimal model complexity for Maxent ecological niche models. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 5, n. 11, p. 1198–1205, 2014.

OLIVEIRA, Guilherme.; KÜHN, Daniela; PEREIRA, André. (2009). O papel da especialização agrícola no desenvolvimento humano e no crescimento econômico regional. **Texto para discussão nº4**. Universidade de Passo Fundo. 2009. Disponível em: <http://cepeac.upf.br/download/texto%204.pdf>. Acesso em: 1 de fev. de 2024.

OLIVEIRA, Guilherme.; PEREIRA, André. O Diferencial de desempenho socioeconômico dos municípios gaúchos 1970-2000: evidências através da utilização de regressões quantílicas. In: **Encontro Regional de Economia** - ANPEC, 13., 2010, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: [s.n.], 2010.

OTUKA, A., MATSUMURA, M., NAKAMURA, H., YAMAGUCHI, T., Wind-borne immigration analysis of the 2015 re-invasion of *Bactrocera dorsalis* complex (Diptera: Tephritidae) on Amamioshima Island in Kagoshima Prefecture. **Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.** v. 62, p. 79–86. 2018.

PAIVA, C. A. Como identificar e mobilizar o potencial de desenvolvimento endógeno de uma região. **Documentos FEE**, v.59, p.140. Porto Alegre: Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser, 2004.

PEREIRA, R. H. M., GONÇALVES, C. N. **Geobr: Loads Shapefiles of Official Spatial Data Sets of Brazil.** *R package version 1.4*, 2020.

PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; DUDIK, M.; SCHAPIRE, R. E.; ROBERT, E.; BLAIR, M. E. (2017), Opening the black box: an open-source release of Maxent. **Ecography**, 40: 887-893. DOI: 10.1111/ecog.03049. Acesso em 25 de abril 2024.

PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; SCHAPIRE, R. E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecol Model**, v. 190, p. 231-259, 2006.

RATTANAPUN, W., AMORNSAK, W., CLARKE, A. *Bactrocera dorsalis*: Preference for and performance on two mango varieties at three stages of ripeness. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 131. pp. 243-253. 2009.

RIBEIRO, C. **A goiabada vence a crise: gigante brasileira espera crescer 20%**. Matão: Globo Rural, 2018. Disponível em: <https://globorural.globo.com/Noticias/Empresas-e-Negocios/noticia/2018/07/goiabada-vence-crise-gigante-brasileira-espera-crescer-20porcento.html>. Acesso em 1 de fev. de 2024.

RODRIGUES, R. **Estratégia para frutas**. São Paulo: Estadão, 2024. Disponível em: <https://www.estadao.com.br/economia/roberto-rodrigues/estrategia-para-frutas/>. Acesso em: 10 de mar. 2024.

SANTANA, A. C. Arranjos produtivos locais na Amazônia: metodologia para identificação e mapeamento. Belém: **Agência de Desenvolvimento da Amazônia**. 108 p. 2004.

SANTANA, A. C. Elementos de economia, agronegócio e desenvolvimento local. **GTZ**, p. 115-142. Belém: UFRA. 2005.

STEPHENS, A.E.A., KRITICOS, D.J., LERICHE, A. The current and future potential geographical distribution of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae). **New Zealand Bulletin of Entomological Research**. v. 97, p. 369–378. 2007.

SUGAYAMA, R.L.; STANCIOLI, A.R.; VILELA E.F. (2015). Ameaças fitossanitárias para o Brasil: entender o passado para prever o futuro. In: VILELA, E.F. E ZUCCHI, R.A., **Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros**. 3. ed. Piracicaba, SP. FEALQ. 2015, p. 54.

TENNEKES, M. (2018). Tmap: Thematic Maps in R. **Journal of Statistical Software**, v. 84, n. 6, p.1-39. doi: 10.18637/jss. V084. i06. Acesso em 20 de jan. 2024.

VILELA, E.F. E ZUCCHI, R.A., **Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros**. 3. ed. Piracicaba, SP. FEALQ. 2015.

WANDER, A. E.; SILVA, O. F. DA. Estatística da produção. **Agência de informação tecnológica**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/pre-producao/socioeconomia/estatistica-da-producao>. Acesso em: 10 de fev. 2024.

WATERHOUSE, D. F. The major arthropod pests and weeds of agriculture in Southeast Asia. **Australian Centre for International Agricultural Research**. Monograph n° 21. 1993. Disponível em: <https://www.aciar.gov.au/publication/books-and-manuals/major-arthropod-pests-and-weeds-agriculture-southeast-asia>. Acesso em: 1 de fev. 2024.