



Zoneamento de áreas brasileiras favoráveis ao parasitoide

Tetrastichus giffardianus e a *Bactrocera dorsalis*

Julia Beringuello **Garcia**¹; Rafael **Mingoti**²; Jeanne Scardini **Marinho-Prado**³; Beatriz de Aguiar
Giordano **Paranhos**⁴; Maria Conceição Peres Young **Pessoa**³

Nº 22504

RESUMO – *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912) (Diptera: Tephritidae) é um inseto exótico, altamente polífago e considerado praga quarentenária ausente (PQA) no Brasil. Dentre os registros sobre controle biológico de *B. dorsalis* no exterior está a ação do parasitoide *Tetrastichus giffardianus* Silvestri (Hymenoptera: Eulophidae) sobre larvas dessa praga. Apesar de sua introdução no Brasil em 1937, para o controle biológico clássico da mosca-das-frutas-do-mediterrâneo, a presença desse parasitoide foi registrada a partir de 1999. Assim, ele está disponível como alternativa para o controle de *B. dorsalis* caso essa PQA entre no País. Esta pesquisa apresenta o zoneamento territorial de áreas brasileiras favoráveis à ocorrência do parasitoide *T. giffardianus* em áreas aptas ao maior desenvolvimento de *B. dorsalis* no Brasil. Áreas nacionais citadas na literatura técnico-científica com presença de *T. giffardianus* e dados climáticos recuperados de WorldClim e BDMEP/INMET foram considerados em um modelo de nicho ecológico usando o algoritmo Genetic Algorithm for Rule-set Production (GARP) na plataforma OpenModeller, para identificar áreas nacionais favoráveis ao bioagente. Essas informações foram disponibilizadas em planos de informações, o que viabilizou seu cruzamento com o zoneamento territorial de áreas brasileiras favoráveis ao desenvolvimento de *B. dorsalis* apresentado em literatura nacional, que considera 18 cultivos hospedeiros no Brasil. O resultado viabilizou o zoneamento territorial de áreas nacionais aptas para *T. giffardianus* e *B. dorsalis* e indicou favorabilidade ao uso do parasitoide em todas as regiões do Brasil, exceto na região Sul. Os resultados subsidiam estratégias preventivas de defesa fitossanitária com foco nesta PQA.

Palavras-chave: controle biológico, defesa vegetal, mosca das frutas, praga quarentenária, Tephritidae.

1 Autora, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Geografia, PUCC, Campinas-SP; br.julia.b.garcia6@gmail.com.

2 Orientador, Analista da Embrapa Territorial, Campinas-SP; rafael.mingoti@embrapa.br.

3 Colaboradora, Pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP.

4 Colaboradora, Pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina-PE.

5 Colaboradora,



ABSTRACT – *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912) (Diptera: Tephritidae) is an exotic, highly polyphagous insect considered an absent quarantine pest (PQA) in Brazil. Among the biological control agents registered for of *B. dorsalis* abroad is the larval parasitoid *Tetrastichus giffardianus* Silvestri (Hymenoptera: Eulophidae). Although it had been introduced in Brazil in 1937, for classical biological control of the Mediterranean-fruit-fly, this parasitoid's presence has only been recorded in national areas since 1999. Thus, it is available as an alternative to control *B. dorsalis* in case this PQA enters the country. This work presents a zoning of areas favorable to the *T. giffardianus* parasitoid in areas suitable for greater development of *B. dorsalis* in the Brazilian territory. National areas with the presence of *T. giffardianus* registered in technical-scientific literature, as well as climate data retrieved from WorldClim and BDMEP/INMET were considered in an ecological niche model using the Genetic Algorithm for Rule-set Production (GARP) on the OpenModeller platform to identify national areas favorable to the bioagent. These information were made available as ArcGIS information plans, which enabled crossing them with the territorial zoning of Brazilian areas favorable for the development of *B. dorsalis* presented in national literature, which considers 18 host crops in Brazil. The result rendered the territorial zoning of national areas suitable for both *T. giffardianus* and *B. dorsalis*, and indicated a favorability for the use of this parasitoid in all Brazilian regions, except the Southern region. The results support preventive phytosanitary defense strategies focusing this PQA.

Keywords: biologic control, phytosanitary defense, fruit fly, quarantine pest, Tephritidae.

1. INTRODUÇÃO

Bactrocera dorsalis (Hendel, 1912) (Diptera: Tephritidae) é um inseto exótico originário da Ásia (Vargas et al., 2007; Silva et al., 2018). No Brasil, esse inseto é considerado uma praga quarentenária ausente (PQA), conforme a Instrução Normativa SDA/Mapa nº 39, de 01 de outubro de 2018 (Portaria nº 131, de 27 de junho de 2019) (Brasil, 2019). Essa espécie é uma das mais polífagas da família Tephritidae, e apresenta alta fecundidade e capacidade de dispersão (Clarke et al., 2005; Ekesi et al., 2007; Froerer et al., 2010; Vargas et al., 2015).

Aproximadamente 300 espécies vegetais foram identificadas como hospedeiras de *B. dorsalis* (Samayoa et al., 2018; Silva et al., 2018; Cabi, 2018) e, quando acrescidas à sua alta capacidade reprodutiva, alta adaptabilidade, resistência a inseticidas e seu habitat de alimentação larval dentro dos cultivos hospedeiros (Wei et al., 2017), favorecem o potencial invasivo e de estabelecimento da praga. *Bactrocera dorsalis* causa danos diretos às frutas, principalmente



durante sua fase larval, e prejuízos por restrições fitossanitárias locais e internacionais, que impõem limitações comerciais às áreas com a sua presença (Rwomushana et al., 2008).

Dentre os registros sobre o controle biológico de *B. dorsalis* no exterior está a ação do parasitoide *Tetrastichus giffardianus* Silvestri (Hymenoptera: Eulophidae) sobre as larvas da praga (Purcell et al., 1996). Apesar de esse parasitoide ter sido introduzido no Brasil em 1937 para o controle da mosca-das-frutas-do-mediterrâneo, *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae), sua presença foi registrada em áreas nacionais somente a partir de 1999, com relatos de ocorrências em pontos distantes dos locais da liberação original (Costa et al., 2005). Assim, o parasitoide está atualmente disponível em território brasileiro e apresenta-se como alternativa para o controle de *B. dorsalis*, caso ocorra a entrada dessa PQA no País. Desse modo, a elaboração de um zoneamento de nicho ecológico de *T. giffardianus* em território brasileiro forneceria informações preventivas sobre as áreas mais adequadas para futuras liberações inundativas desse parasitoide como potencial bioagente de controle de *B. dorsalis*.

Zoneamentos de áreas aptas a insetos-praga, produzidos a partir do uso integrado de conhecimento biológico sobre esses insetos, sobre fatores climáticos e sobre a localização de áreas com cultivos hospedeiros, foram gerados por meio de técnicas de geoprocessamento (Mingoti et al., 2019, 2017; Pessoa et al., 2019, 2016). Técnicas de modelagem de nicho ecológico usando os algoritmos OpenModeller (*Maximum Entropy Species Modelling*, MaxEnt) e *Genetic Algorithm for Rule-set Production* (GARP) (Scachetti-Pereira, 2002; Santana, 2009; Souza Muñoz et al., 2011; Centro de Referência de Informação Ambiental, 2021) foram utilizadas para identificar áreas brasileiras aptas para *B. dorsalis*, tais como as já empregadas para *Anastrepha curvicauda* (syn. *Toxotrypana curvicauda*) (Gerstaecker, 1860) (Diptera: Tephritidae) (Jacomino et al., 2021; Mingoti et al., 2022b) e para *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) (Denis & Schiff.) e *B. dorsalis* (Diptera: Tephritidae) (Jacomino et al., 2020).

O zoneamento territorial de áreas brasileiras favoráveis ao melhor desenvolvimento de *B. dorsalis* já foi disponibilizado (Mingoti et al., 2022a) e considerou áreas nacionais com presença de 18 cultivos hospedeiros (abacate, banana, cacau, café, caju, caqui, laranja, limão, tangerina, feijão, goiaba, maçã, mamão, manga, maracujá, melão, melancia e tomate) em condições climáticas mais propícias ao desenvolvimento ótimo do inseto-praga – temperaturas médias de 20-30 °C e umidade relativa (UR) média de 50% ± 8% (Rwomushana et al., 2008; Samayoa et al., 2018) –.



Esta pesquisa objetiva produzir o zoneamento territorial de áreas brasileiras favoráveis à ocorrência do parasitoide *T. giffardianus* em áreas aptas ao melhor desenvolvimento da PQA *B. dorsalis* no País.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O zoneamento de áreas aptas ao parasitoide *T. giffardianus* no Brasil foi elaborado fazendo uso de modelagem de nicho ecológico usando o algoritmo GARP na plataforma OpenModeller (Santana, 2009; Souza Muñoz et al., 2011; Centro de Referência de Informação Ambiental, 2021).

Os pontos com relatos de presença do parasitoide foram obtidos em literatura técnico-científica. Nesses locais, quando não apresentada a coordenada geográfica, foi adotada a coordenada referente ao centro geométrico do município. Em seguida, todos os pontos obtidos foram tabulados no padrão exigido pelo GARP/OpenModeller.

Para representar os fatores abióticos demandados pelo algoritmo foram utilizados os planos de informação de pressão do vapor de água, radiação solar e velocidade do vento disponibilizados no WorldClim2 (Fick; Hijmans, 2017). Também foram utilizados dados de precipitação, temperatura máxima, temperatura média e temperatura mínima, obtidos a partir dos originais disponibilizados no WorldClim2 (Fick; Hijmans, 2017). Porém, para o território nacional, esses parâmetros foram substituídos por dados médios do período de 1961 a 2018, cujos dados-base foram obtidos no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) (INMET, 2020) e, em seguida, interpolados pelo método de cokrigagem simples, considerando como variável auxiliar os dados de temperatura média mensal obtidos para os anos de 1950 a 1990 por Alvares et al. (2013) em grade de pontos com 100 km de equidistância. O processamento foi feito usando o software ArcGIS v.10.8.1 e adotando o sistema de referência WGS 84, em coordenadas geográficas com pixel igual a 10 min ou 0,1667°.

A área favorável ao bioagente *T. giffardianus* em território nacional foi apresentada adotando o sistema de referência SIRGAS 2000 e o sistema de projeção equidistante de Albers (IBGE, 2020), o que possibilitou o seu cruzamento com o zoneamento de áreas favoráveis para *B. dorsalis* já disponibilizado (Mingoti et al., 2022a). A partir desse cruzamento foi possível obter o zoneamento de áreas favoráveis ao bioagente *T. giffardianus* para fins de controle biológico da PQA *B. dorsalis*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os locais com presença de *T. giffardianus* no território nacional foram obtidos em literatura técnico-científica para: Vera Cruz/BA, Baraúna/RN, Fortaleza/CE, Limoeiro do Norte/CE, Mossoró/RN, Petrolina/PE, Presidente Prudente/SP, Teresina/PI e Quixeré/CE (Costa et al., 2005, Montes et al., 2011; Araújo et al., 2016; Carvalho et al., 2018; Fernandes et al., 2020). A partir desse resultado foram determinados os pontos nacionais com registros de presença do parasitoide (Figura 1).

O zoneamento de áreas nacionais favoráveis à ocorrência de *T. giffardianus* foi elaborado por modelagem de nicho ecológico usando o algoritmo GARP e considerando esses pontos nacionais (Figura 2).

Posteriormente foi produzido o zoneamento de áreas do território nacional favoráveis para *T. giffardianus* e também favoráveis ao melhor desenvolvimento de *B. dorsalis*, em ao menos um mês do ano e na presença de pelo menos um dos 18 cultivos hospedeiros (abacate, banana, cacau, café, caju, caqui, laranja, limão, tangerina, feijão, goiaba, maçã, mamão, manga, maracujá, melão, melancia e tomate) (Figura 3).

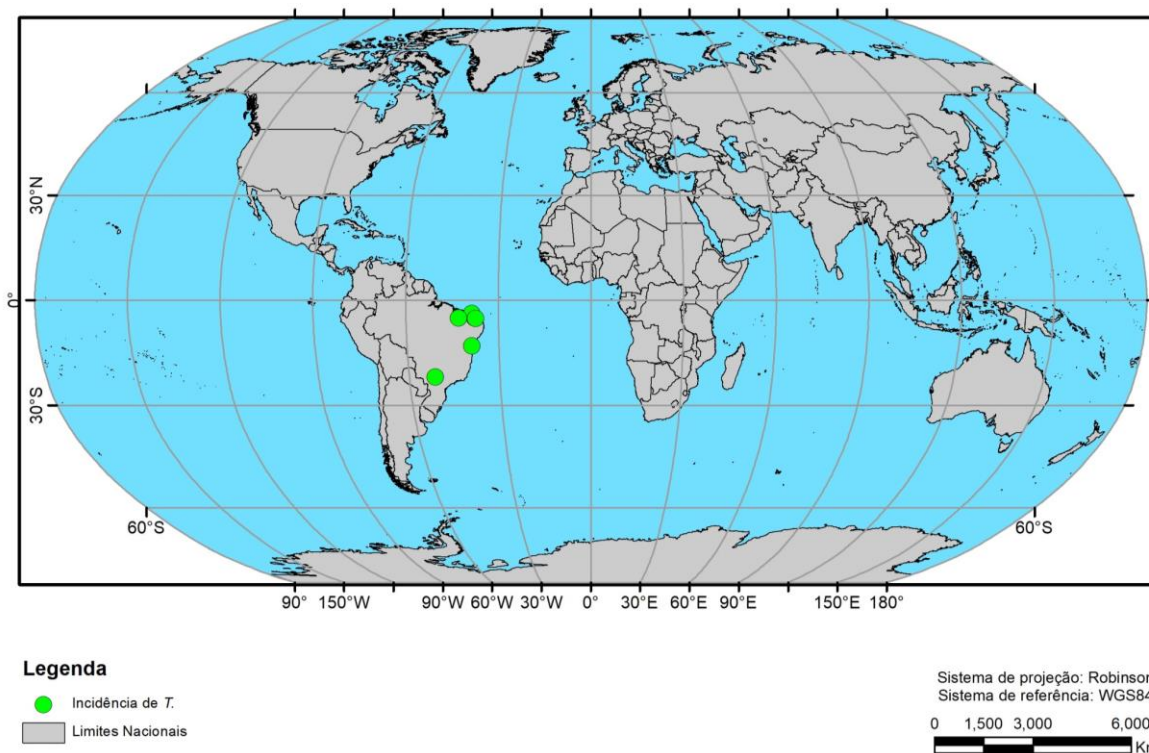


Figura 1. Pontos de locais nacionais com presença de *T. giffardianus* conforme a literatura técnico-científica.

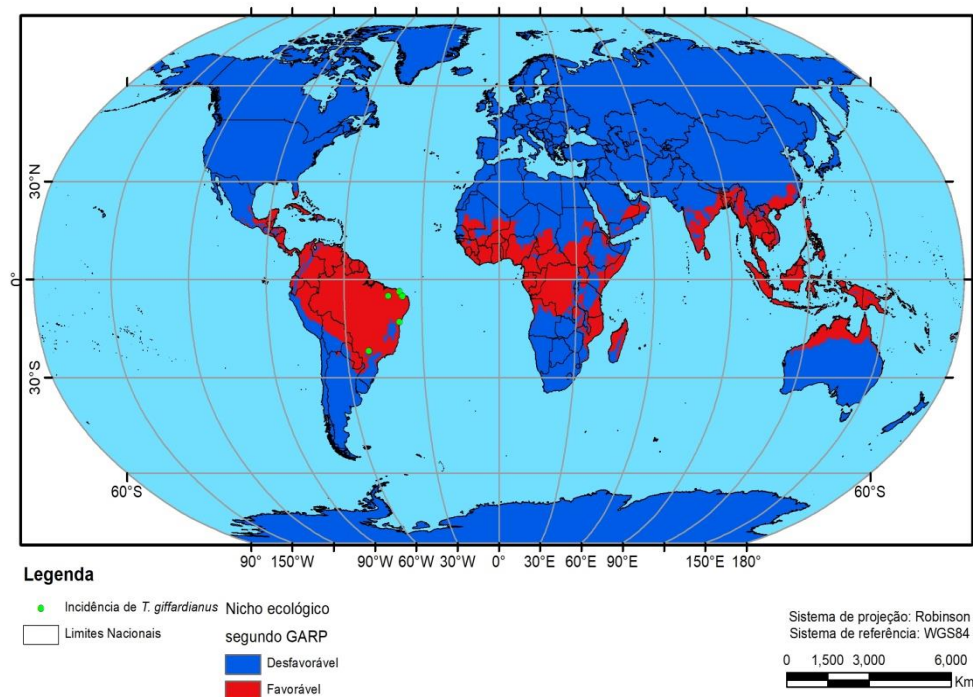


Figura 2. Zoneamento de áreas favoráveis a *T. giffardianus*, elaborado por modelagem de nicho ecológico usando o algoritmo GARP/OpenModeller e considerando municípios brasileiros com relatos de ocorrências do parasitoide.

O resultado de áreas aptas ao parasitoide *T. giffardianus*, obtido usando GARP/OpenModeller, indicou a presença de áreas favoráveis ao parasitoide em todos os países da América do Sul, exceto Chile (Figura 2). No Brasil, a favorabilidade à ocorrência desse parasitoide foi observada em todas as regiões do País (Figura 2).

O zoneamento de áreas favoráveis ao parasitoide *T. giffardianus* em áreas de maior ocorrência de *B. dorsalis*, em pelo menos um mês do ano e em pelo menos um dos 18 cultivos assinalados (Figura 3), indicou aptidão ao parasitoide em quase todas as regiões do Brasil (exceto na região Sul) (Tabelas 1 e 2). As maiores aptidões foram detectadas nas regiões Nordeste e Sudeste e nas unidades da Federação de Minas Gerais, São Paulo e Piauí (Tabelas 1 e 2).

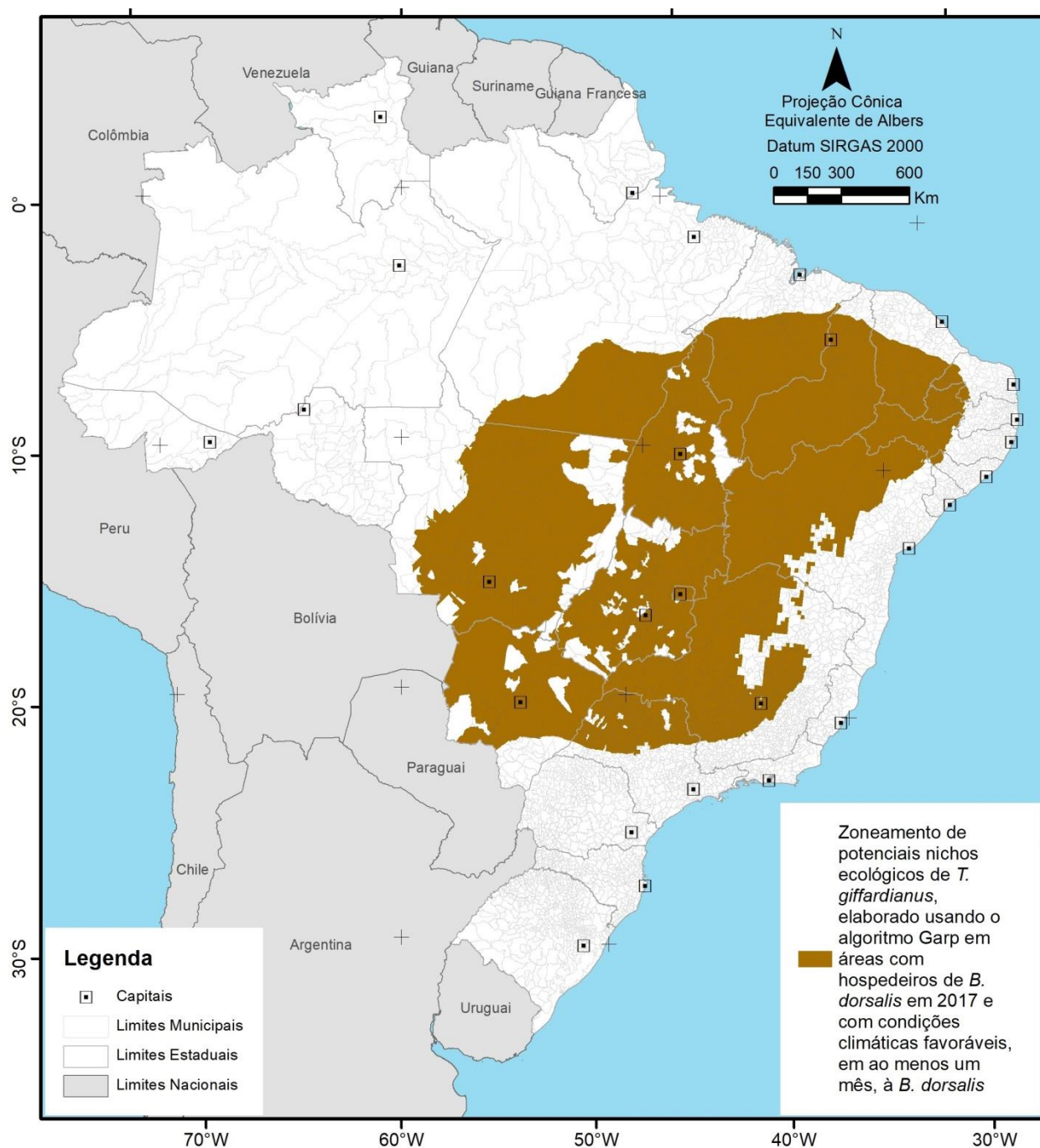


Figura 3. Zoneamento territorial brasileiro de áreas aptas para *T. giffardianus*, conforme GARP/OpenModeller, localizadas em áreas favoráveis ao melhor desenvolvimento de *B. dorsalis*, em ao menos um mês do ano e com a presença de pelo menos um dos 18 cultivos hospedeiros (abacate, banana, cacau, café, caju, caqui, laranja, limão, tangerina, feijão, goiaba, maçã, mamão, manga, maracujá, melão, melancia e tomate).



Tabela 1. Quantidades de municípios e de microrregiões, por unidades da Federação, aptas ao bioagente *T. giffardianus* e a *B. dorsalis* nos cultivos hospedeiros avaliados.

Unidade da Federação	Quantidade de municípios	Quantidade de microrregiões
Alagoas	8	2
Bahia	159	20
Ceará	82	18
Maranhão	112	13
Paraíba	90	9
Pernambuco	55	6
Piauí	204	15
Rio Grande do Norte	54	8
Sergipe	1	1
Distrito Federal	1	1
Goiás	182	18
Mato Grosso	106	21
Mato Grosso do Sul	49	11
Minas Gerais	437	46
São Paulo	315	31
Pará	27	6
Tocantins	118	8

Tabela 2. Quantidade de municípios e de microrregiões, por regiões geográficas, aptas para o bioagente *T. giffardianus* e *B. dorsalis* nos cultivos hospedeiros avaliados.

Região geográfica	Quantidade de municípios	Quantidade de microrregiões
Norte	145	14
Nordeste	765	92
Centro-Oeste	338	51
Sul	0	0
Sudeste	752	77
TOTAL	2.000	234

Os resultados obtidos neste zoneamento são importantes para a mitigação da PQA *B. dorsalis* em caso de ocorrência no Brasil, e viabiliza ações mais direcionadas para a utilização do parasitoide *T. giffardianus* como agente de controle biológico. As áreas sinalizando os municípios e microrregiões com favorabilidades para esta PQA e para seu parasitoide concomitantemente são elementos a serem considerados por manejos que fazem uso da estratégia de controle biológico da praga, pois são dados que indicam onde o controle da PQA pode ser utilizado com maior chance de sucesso.



As áreas favoráveis aqui indicadas são inéditas para o Brasil, onde a praga-alvo é uma PQA, mas não permitem comparações com trabalhos similares dessa espécie no exterior. Contudo, existem relatos de sucessos na literatura sobre resultados de pesquisas prospectivas aplicadas à determinação de locais favoráveis a entrada, sobrevivência e estabelecimento de várias espécies exóticas com potencial invasivo e que fazem uso dos mesmos métodos utilizados neste trabalho (Barbosa et al., 2012; Padalia et al., 2014; Pessoa et al., 2016).

4. CONCLUSÃO

O zoneamento territorial de áreas nacionais aptas a *T. giffardianus* e *B. dorsalis* em pelo menos um mês do ano e em ao menos um dos 18 cultivos hospedeiros considerados (abacate, banana, cacau, café, caju, caqui, laranja, limão, tangerina, feijão, goiaba, maçã, mamão, manga, maracujá, melão, melancia e tomate) foi produzido e disponibilizado, e indica favorabilidade ao uso do parasitoide no controle da PQA em quase todas as regiões do Brasil, exceto na região Sul.

Os resultados apoiam políticas públicas de defesa fitossanitária com foco no controle da PQA *B. dorsalis* por meio de controle biológico através parasitoide *T. giffardianus*.

5. AGRADECIMENTOS

À Embrapa e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq/MCTI) pela bolsa PIBIC concedida.

6. REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507.

ARAÚJO, A. A. R.; SILVA, P. R. R.; SILVA, R. B. Q.; SOUSA, E. P. da S. *Tetrastichus giffardianus* on pupae of *Anastrepha* in Brazil. **Ciência Rural**, v. 46, n. 7, p. 1134-1135, jul. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/cr/a/GkftvyyQXXH6SjCMxXrbRGs/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 29 jun. 2022.

BARBOSA, F. G.; SCHNECK, F.; MELO, A. S. Use of ecological niche models to predict the distribution of invasive species: a scientometric analysis, **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 4, p. 821-829, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/bjb/a/TRHPZ5zZQJqx4YkjbzxdDf/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 29 jun. 2022.

BRASIL. Portaria nº 131, de 27 de junho de 2019. Institui o Programa Nacional de Prevenção e Vigilância de Pragas Quarentenárias Ausentes - PNPV-PQA. 2019. **Diário Oficial [da] União**, 03 set. 2019, Seção 1.



Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-131-de-27-de-junho-de-2019-187158759>. Acesso em: 27 nov. 2020.

CABI. *Bactrocera dorsalis* (Oriental fruit fly). In: **Invasive Species Compendium**. Wallingford, UK: CAB International, 2018. Disponível em: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/17685>. Acesso em: 25 nov. 2020.

CARVALHO, J.; SANTOS, J. D. O.; COELHO, R. D. S.; Paranhos, B. A. J. Levantamento de parasitoides de moscas-das-frutas em frutíferas nativas e cultivadas no Submédio do Vale do Rio São Francisco. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 13., 2018, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2018. p. 25-29.

CLARKE, A. R.; ARMSTRONG, K. F.; CARMICHAEL, A. E.; MILNE, J. R.; RAGHU, S.; RODERICK, G. K.; YEATES, D. K. Invasive phytophagous pests arising through a recent tropical evolutionary radiation: the *Bactrocera dorsalis* complex of fruit flies. **Annual Review of Entomology**, v. 50, p. 293–319, 2005.

COSTA, V. A.; ARAÚJO, E. L.; GUIMARÃES, J. A.; NASCIMENTO, A. S. DO; LASALLE, J. Redescoberta de *Tetrastichus giffardianus* (Hymenoptera: Eulophidae) após 60 anos da sua introdução no Brasil. **Arquivo Instituto Biológico**, São Paulo, v. 72, n. 4, p. 539-541, out./dez., 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/jZBNXB73rBn4RHb4BMtXkrQ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 ago. 2020

CENTRO DE REFERÊNCIA DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL (CRIA). **OpenModeller**. Disponível em: <http://openmodeller.cria.org.br/modelagem>. Acesso em: 30 jun. 2021.

EKESI, S.; DIMBI, S.; MANIANIA, N. K. The role of entomopathogenic fungi in the integrated management of tephritid fruit flies (Diptera: Tephritidae) with emphasis on species occurring in Africa. In: EKESI, S.; MANIANIA, N. K. (Ed.). **Use of Entomopathogenic Fungi in Biological Pest Management**. Kerala, India: Research SignPost, 2007. p. 239–274.

FERNANDES, E. C.; SOUZA, M. M.; NAVA, D. E.; SILVA, J. G.; ARAUJO, E. L. Fertility life table and biology of *Tetrastichus giffardianus* (Hymenoptera: Eulophidae) in the larvae of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge University Press, 2020. p. 1-8. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0007485320000498>. Acesso em: 25 ago. 2020.

FICK, S. E.; HIJMANS, R. J. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 37, n. 12, p. 4302- 4315, 2017.

FROERER, K. M.; PECK, S. L.; MCQUATE, G. T.; VARGAS, R. I.; JANG, E. B.; MCINNIS, D. O. Long distance movement of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) in Puna, Hawaii: How far can they go? **American Entomologist**, v. 56, p. 88-94, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Áreas Territoriais**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estruturateritorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=sobre>. Acesso em: 23 out. 2020.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos do INMET**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 17 ago. 2020.

JACOMO, B. DE O.; MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S. Estimativa de nicho ecológico de *Anastrepha curvicauda* em território brasileiro por algoritmos de modelagem. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15., 2021, Campinas. **Anais...** Campinas: Instituto de Zootecnia, 2021. 12 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/225838/1/5955.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2022.

JACOMO, B. de O.; MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S. Avaliação do efeito do threshold do MaxEnt em estimativas de áreas climáticas aptas a dois insetos-pragas exóticos. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14., 2020, Campinas. **Anais...**



Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2020. 2 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/217401/1/5335.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2022.

LARSON, S. R.; DEGROOT, J. P.; BARTHOLOMAY, L. C.; SUGUMARAN, R. Ecological niche modeling of potential West Nile virus vector mosquito species in Iowa. **Journal of Insect Science**, v. 10, n. 1, 2010. 110 p. DOI: <https://doi.org/10.1673/031.010.11001>.

MINGOTI, R.; HOLLER, W. A.; LOVISI FILHO, E.; BRASCO, M. A.; PESSOA, M. C. P. Y.; SA, L. A. N. de; SPADOTTO, C. A.; FARIAS, A. R.; MARINHO-PRADO, J. S. **Identificação dos locais mais vulneráveis à entrada de *Prodioplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) no Brasil**. Campinas: Embrapa Gestão Territorial, 2017. 29 p. (Embrapa Gestão Territorial. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 6).

MINGOTI, R.; MARINHO-PRADO, J. S.; PESSOA, M. C. P. Y.; SIQUEIRA, C. DE. A.; PARANHOS, B. A. G.; JESUS, C. R. de. **Zoneamentos territoriais mensais de áreas brasileiras favoráveis a um maior desenvolvimento de *Bactrocera dorsalis***. Campinas: Embrapa Territorial, 2022a. 53 p. (Embrapa Territorial. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 38).

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, 2022b. 10 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1143045/1/6037.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2022.

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; SÁ, L. A. N. de; PRADO, J. S. M.; SIQUEIRA, C. de A.; MUNHOZ, V. C.; BERALDO, G. N.; FARIAS, A. R. Acompanhamento georreferenciado de áreas brasileiras de Cerrado sujeitas aos ataques de *Helicoverpa armigera*. In: PRANDEL, J. A. (Org.). **Processamento, análise e disponibilização de informação geográfica**. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019, v. 1, p. 117-130.

MONTES, S. M. N. M.; RAGA, A.; BOLIANI, A. C.; SANTOS, P. C. dos. Dinâmica populacional e incidência de mosca-das-frutas e parasitoides em cultivares de pessegueiros (*Prunus persica* L. Batsch) no município de Presidente Prudente, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 402-411, jun. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/5b9NMk58JVdJhjLQKJrJ4MK/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 maio 2022.

PADALIA, H.; SRIVASTAVA, V.; KUSHWAHA, S. P. S. Modeling potential invasion range of alien invasive species, *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. in India: Comparison of MaxEnt and GARP. **Ecological Informatics**, v. 22, p. 36-43, jul. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2014.04.002>.

PESSOA, M. C. P. Y.; MINGOTI, R.; MARINHO-PRADO, J. S.; SÁ, L. A. N. de; VALLE, L. B. do; LOVISI FILHO, E.; BERALDO, G. N.; FARIAS, A. R. Áreas brasileiras aptas à ocorrência mensal de *Thaumastocoris peregrinus* em *Eucalyptus* spp. In: JASPE, M. (Org.). **Coletânea Nacional sobre Entomologia**. Ponta Grossa, PR: Atena editora, 2019. v. 1, p. 74-89.

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

PURCELL, M. F.; VAN NIEUWENHOVEN, A.; BATCHELOR, M. A. Bionomics of *Tetrastichus giffardianus* Hymenoptera Eulophidae an endoparasitoid of tephritid flies. **Environmental Entomology**, v. 25, n. 1, p. 198-206, 1996.

RWOMUSHANA, I.; EKESI, S.; OGOL, C. K. P. O.; GORDON, I. Effect of temperature on development and survival of immature stages of *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 132. p. 832-839, 2008.

SAMAYOA, A. C.; CHOI, K. S.; WANG, Y. S.; HWANG, S. Y.; HUANG, Y.B.; AHN, J. J. Thermal effects on the development of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) and model validation in Taiwan. **Phytoparasitica**, v. 46, p. 365–376, 2018.



SANTANA, F. S. **Uma infraestrutura orientada a serviços para a modelagem de nicho ecológico**. 2009. 141 f. Tese (Doutorado em Sistemas Digitais) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3141/tde-13072009-165044/publico/Tese_FabianaSoaresSantana.pdf. Acesso em: 21 jun. 2021.

SCACHETTI-PEREIRA, R. **DesktopGarp**: a software package for biodiversity and ecologic research. United States: The University of Kansas Biodiversity Research Center, 2002. Disponível em: <http://www.nhm.ku.edu/desktopgarp/>. Acesso em: 30 jun. 2021.

SILVA, M. L. da; FIDELIS, E. G.; NEGRINI, M.; COLMENARE, Y. C. *Bactrocera dorsalis* (Handel 1912) (Diptera: Tephritidae). In: FIDELIS, E. G.; LOHEMAN, T. R.; SILVA, M. L. da; PARIZZI, P.; LARANJEIRA, F. F. **Priorização de pragas quarentenárias ausentes no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. cap. 10, p. 135-154. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1110053/1/LivroPragasPriorizadas1ed2018Ainfoverfinal1129148.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2020.

SOUZA MUÑOZ, M. E.; DE GIOVANNI, R.; DE SIQUEIRA, M. F.; SUTTON, T.; BREWER, P.; PEREIRA, R. S.; CANHOS, D. A. L.; CANHOS, V. P. OpenModeller: a generic approach to species' potential distribution modelling. **Geoinformatica**, v. 15, n. 1, p. 111-135, 2011.

VARGAS, R. I.; LEBLANC, L.; PUTOA, R.; EITAM, A. Impact of introduction of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) and classical biological control releases of *Fopius arisanus* (Hymenoptera: Braconidae) on economically important fruit flies in French Polynesia. **Journal of Economic Entomology**, v. 100, n. 3, 2007.

VARGAS, R. I.; PIÑERO, J. C.; LEBLANC, L. 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**, v. 6, n. 2, p. 297-318, 2015.

WEI, D.; DOU, W.; JIANG, M.; WANG, J. Oriental Fruit Fly *Bactrocera dorsalis* (Hendel) In: WAN, F.; JIANG, M.; ZHAN, A. (Ed.). **Biological Invasions and Its Management in China**. Springer, 2017. cap. 15, p. 267-283. (Invading Nature. Series in Invasion Ecology, 11).