

Potencial de Distribuição
Geográfica de Pragas

República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Conselho de Administração

José Amauri Dimázio
Presidente

Clayton Campanhola
Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires
Dietrich Gerhard Quast
Sérgio Fausto
Urbano Campos Ribeiral
Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Clayton Campanhola
Diretor-Presidente

Gustavo Kauark Chianca
Herbert Cavalcante de Lima
Mariza Marilena T. Luz Barbosa
Diretores-Executivos

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

José Manuel Cabral de Souza Dias
Chefe -Geral

Maurício Antonio Lopes
Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Maria Isabel de Oliveira Penteado
Chefe-adjunto de Comunicação e Negócios

Maria do Rosário de Moraes
Chefe-Adjunto de Administração

**Boletim de Pesquisa
e Desenvolvimento 67**

**Potencial de Distribuição
Geográfica de Pragas**

Renato Macedo Maximino

Luiz Alberto Palhares

Silvana Vieira de Paula

Maria Regina Vilarinho de Oliveira

Brasília, DF

2004

SUMÁRIO

	Resumo	5
	Abstract	6
1.	Introdução	7
2.	Materiais & Métodos	14
3.	Resultados e Discussão	15
3.1	Descrição da ficha quarentenária de <i>B. tryoni</i>	15
3.2	Estudo de caso 1: mapa de ocorrência favorável de <i>B. tryoni</i> no Brasil	23
3.3	Estudo de caso 2: avaliação preliminar do impacto de <i>B. tryoni</i> no estado de Minas Gerais	36
4.	Conclusão	45
5.	Considerações Finais	46
6.	Referências Bibliográficas	47

Potencial de Distribuição Geográfica de Pragas

Maria Regina Vilarinho de Oliveira¹
Luis Alberto Martins Palhares de Melo²
Renato Macedo Maximino³
Silvana Vieira de Paula-Moraes⁴

RESUMO

O aumento do mercado internacional, turismo e meios de transporte para atender as demandas de uma população crescente, em termos mundiais, têm como uma de suas conseqüências o aumento do risco associado de dispersão de espécies invasoras. A globalização de pragas de expressão econômica, resultando na introdução e estabelecimento desses organismos, pode levar a injúrias e perdas em culturas agrônômicas importantes ou em reservas naturais. No Brasil, o aumento do comércio de produtos vegetais é de preocupação da Organização Nacional de Proteção Fitossanitária (ONPF), a qual por sua vez está sob o Departamento de Sanidade Vegetal, da Secretaria de Defesa Agropecuária, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Uma outra preocupação da ONPF é com o agronegócio brasileiro, o qual vem crescendo tremendamente nas duas últimas décadas. De modo a proteger estes interesses econômicos do país, a pesquisa na área de sanidade vegetal pode contribuir no desenvolvimento e adequação de métodos para a prevenção de introdução - entrada e estabelecimento - e dispersão de pragas potenciais para o Brasil. Sistemas de informação geográfica são uma das ferramentas que podem ser empregadas para avaliar a probabilidade de danos futuros e de avaliação de risco no estabelecimento de pragas exóticas em áreas de produção agrícola. As espécies de moscas-das-frutas exóticas pertencentes ao gênero *Bactrocera* spp., entre elas, *B. tryoni*, são pragas não presentes no Brasil e regulamentadas como quarentenárias. *B. tryoni* tem como característica principal o fato de ser uma espécie de mosca-das-frutas polífaga, com mais de 60 plantas hospedeiras, com ataque que pode causar até 100% de injúria na produção de frutas. Essa espécie foi utilizada como modelo para prever a probabilidade geográfica de estabelecimento no país. Nesse trabalho, dois estudos foram desenvolvidos por meio do uso de sistemas computacionais específicos e de informações disponíveis na *internet* para a determinação do potencial geográfico e econômico de *B. tryoni* sobre áreas de produção de frutas. Os resultados preliminares obtidos para as regiões brasileiras analisadas indicaram que essa espécie quarentenária tem potencial de entrada e estabelecimento, em caso de sua introdução e dispersão no país.

Palavras-chave: *Bactrocera tryoni*, espécie invasora, agronegócio, avaliação de risco, sistema de informação geográfica, monitoramento.

¹ Bióloga, Pesquisadora Dra., Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Cx. Postal 02372, CEP 70.849-970, Brasília, DF. E-mail: vilarin@cenargen.embrapa.br.

² Ciência da Computação M.Sc., Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Cx. Postal 02372, CEP 70.849-970, Brasília, DF. E-mail: palhares@cenargen.embrapa.br.

³ Eng. Agr. Estagiário Rede de Pesquisa em Sanidade Vegetal, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

⁴ Eng^a. Agr. M.Sc., Embrapa Cerrados, BR 020 Km 18, Planaltina, DF - Brasil - CEP 73310-970. E-mail: silvana@cpac.embrapa.br.

Potential geographic distribution of pests

ABSTRACT

The increasing international market, tourism and transportation, to attend the high demands of a growing population, worldwide, have as a consequence the associated high risk of spreading alien species. The globalization of important pests, resulting in introduction and establishment of these organisms, can lead to injuries and losses of important agronomic cultures or natives plants in natural reserves. In Brazil, the increasing trade of plants products is of concern of the National Plant Protection Organization (NPPO), represented by the Phytosanitary Department, which in turn is under protection of the Secretary of Agriculture and Livestock Defense, of the Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply. Another concern of the NPPO is with the Brazilian agribusiness which is increasing tremendously over the last two decades. In order to protect the countries economic interests the development of phytosanitary research methodologies can contribute to the development and harmonization of methods to help with the prevention of introduction – entry and establishment - and dispersion of potential pests to Brazil. Geographic information systems are important tools that can be applied to assess the likelihood of future damage and of risk assessments that can be caused by the establishment of exotic pests in agricultural production areas. Exotic fruit flies species belonging to the genus *Bactrocera* ssp., among them *B. tryoni*, are pests not present in Brazil and regulated as quarantine pests. *B. tryoni* has a main characteristic the fact of being a polyphagous fruit fly, feeding over 60 species of host plants and provoking damages of approximatedely of 100% in the production of fruits. This species was used as a model to predict the geographical likelihood of establishment in the country. In this work two studies have been developed using computer-software and available internet informations for predicting the geographical and economic potential of *B. tryoni* over fruit productions areas. The preliminary results obtained to the Brazilian regions analyzed indicated that if this quarantine species has the potential to entry and established in the event of its introduction and dispersion in the country.

Index terms: *Bactrocera tryoni*, alien species, agribusiness, risk assessments, computer-software, geographical prediction.

1. Introdução

O processo de globalização interligando os mercados vem exigindo cada vez mais competitividade, redução dos custos e, principalmente, aumento de qualidade dos produtos e serviços do agronegócio. Para que o mercado de produtos agrícolas brasileiros possa se expandir e atuar em condições favoráveis nas novas condições mundiais, é necessário o acompanhamento dessas tendências nos mais diferentes setores do agronegócio. Ressalta-se que as barreiras sanitárias e fitossanitárias vêm cada vez sendo utilizadas como argumento para a imposição de obstáculos para a expansão do agronegócio. A aftosa e a gripe aviária do frango são exemplos de impacto nacional e internacional para estas trocas comerciais.

De modo a melhorar essas e outras questões, no âmbito comercial, a reestruturação do Acordo Geral de Tarifas e Comércio – GATT em Organização Mundial do Comércio – OMC, durante o Acordo da Rodada do Uruguai (1986-1994) e o estabelecimento do Acordo de Aplicação de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias - Acordo SPS, estabeleceu que as normas e diretrizes fossem elaboradas promovendo os princípios de harmonia, liberdade e equivalência para disciplinar esse comércio (WTO, 1994).

A OMC tem as funções principais de: a) facilitar a aplicação, a administração e o funcionamento dos instrumentos jurídicos acordados na Rodada Uruguai e aqueles que venham a ser adotados em qualquer negociação multilateral futura; b) atuar como foro para as negociações comerciais multilaterais entre os países membros; c) atuar como órgão de solução de controvérsias e de conflitos comerciais entre os países membros; d) examinar periodicamente as políticas comerciais dos países membros (Colsera, 1998; Oliveira et al., 2004). Entre os Conselhos e Comitês que constituem a OMC e estabelecem regras e compromissos sobre o comércio de produtos agropecuários e as políticas comerciais agrícolas, o Acordo SPS focaliza o problema de pragas que podem transitar juntamente com os produtos agropecuários.

O Acordo SPS visa proteger os países de inúmeras espécies de pragas buscando a segurança biológica por meio do uso de medidas que (1) estabelecem normas internacionais de medidas sanitárias e fitossanitárias, (2) realizem avaliações de risco baseadas em evidências e princípios científicos, (3) apresentem consistência na aplicação de medidas apropriadas de proteção, (4)

tenham impacto mínimo, (5) apresentem equivalência de medidas, (6) mantenham transparência nas notificações das medidas aplicadas ao comércio (Oliveira & Paula, 2002; Oliveira et al., 2004).

O Brasil ratificou a OMC por meio do Decreto N° 30, de 16 de dezembro de 1994 e Decreto N° 1.355, de 30 de dezembro de 1994. No âmbito da OMC, a Convenção Internacional de Proteção Vegetal – CIPV, inserida na Organização para Alimentos e Agricultura das Nações Unidas – FAO, é a convenção designada para elaborar as normas de proteção vegetal de modo a viabilizar as trocas comerciais no âmbito do Acordo SPS. O país ratificou a CIPV por meio do Decreto N° 318, de 1991.

Como forma de, também, apoiar e contribuir para as novas tendências mundiais a CIPV, publicou recentemente, seu Novo Texto Revisado e aprovado de 1997. Esse texto reflete os conceitos fitossanitários contemporâneos e embora tenha seu principal foco voltado para o comércio internacional, a cooperação internacional para a proteção de plantas é também um dos seus objetivos. Atualmente, a abrangência da CIPV se estende desde a proteção de plantas cultivadas como também a flora natural e produtos vegetais, estando ainda associados os danos diretos e indiretos causados por pragas, incluindo as espécies invasoras exóticas. O Novo Texto Revisado da CIPV, de 1997, enfatiza a cooperação e troca de informações como forma de harmonização global (FAO, 1999; Lopian, 2005).

As Normas Internacionais de Medidas Fitossanitárias – NIMFs, são elaboradas pelo Secretariado da CIPV como parte do programa mundial de política e assistência técnica em matéria de proteção de sanidade vegetal, da FAO. Este programa está disponível tanto aos Membros da FAO assim como a outras partes interessadas nas normas, diretrizes e recomendações para harmonizar as medidas fitossanitárias em nível internacional com o propósito de facilitar o comércio e evitar o uso de medidas injustificadas como barreiras ao comércio e são consideradas como a base do sistema multilateral de comércio estabelecida pela OMC (WTO, 1994; Lopian, 2005).

Até o momento, vinte e quatro NIMFs já foram publicadas, entre os assuntos alvos da CIPV, estão: princípios de quarentena vegetal (NIMF 1), diretrizes para a análise de risco de pragas (NIMF 2 e 11), importação e liberação de agentes de controle biológico (NIMF 3), estabelecimento de áreas livres de pragas (NIMF 4), glossário de termos fitossanitários (NIMF 5), vigilância

(amostragem, monitoramento, inspeção) (NIMF 6), certificação para exportação (NIMF 7), posição de uma praga em uma área (NIMF 8), programas de erradicação de praga (NIMF 9), estabelecimento de locais e de lugares de produção livres de praga (NIMF 10), certificados fitossanitários (NIMF 12), notificação de não-cumprimento e ação de emergência (NIMF 13), sistema *approach* (NIMF 14), regulamentação de materiais de embalagens de madeira (NIMF 15), pragas não-quarentenárias regulamentadas: conceito e aplicação (NIMF 16), Relato de praga (NIMF 16), irradiação como medida fitossanitária (NIMF 18), diretrizes para a regulamentação da lista de pragas (NIMF 19), regulamentação do sistema fitossanitário de importação (NIMF 20), análise de risco de pragas não-quarentenárias regulamentadas (NIMF 21), estabelecimento de áreas de baixa prevalência de pragas (NIMF 22), inspeção (NIMF 20), determinação e reconhecimento das medidas fitossanitárias (NIMF 24). Outras NIMFs a serem editadas estão sob consulta pública (FAO, 2005).

No escopo dessas medidas está a prevenção da entrada e estabelecimento de pragas agrícolas em áreas de produção nas quais essas pragas ainda não ocorrem. Os Órgãos Nacionais de Proteção Fitossanitária – ONPF - têm a responsabilidade de buscar informações resultantes de levantamentos, de amostragens ou de monitoramentos realizados e averiguar a confiabilidade dos dados coletados bem como a elaboração de planos de contingência e de métodos de diagnóstico para pragas potenciais e de perigos imediatos. Em seguida disponibilizar essas informações para o Portal Internacional Fitossanitário da FAO.

De acordo com a FAO (2002), praga é qualquer espécie, raça ou biótipo de vegetais, animais ou agentes patogênicos, nocivos aos vegetais ou produtos vegetais (FAO, 1990; revisado FAO, 1995 *apud* FAO, 2002). Praga quarentenária é um organismo de expressão econômica potencial para a área posta em perigo e onde ainda não está presente, ou se está não se encontra amplamente distribuída e é oficialmente controlada (FAO 1990; revisado FAO, 1995 *apud* FAO, 2002). Entende-se também por pragas quarentenárias, as espécies invasoras exóticas – EIE - ou organismos que são levados de uma região para outra causando impacto socioeconômico e ambiental. Essas espécies são, atualmente, reconhecidas como um dos grandes perigos biológicos para o meio ambiente do nosso planeta e para o equilíbrio socioeconômico do país (Oliveira et al., 2001; Oliveira & Paula, 2002a).

Como reafirmado pela CIPV em seu Novo Texto, a determinação das ações de prevenção da entrada ocorrência de pragas no território do país membro, é relevante para os processos do agronegócio em geral. Os custos governamentais para erradicação e/ou controle de espécies invasoras exóticas, em países como os Estados Unidos da América, alcançam a cifra de US\$ 138 bilhões ao ano. Apenas com insetos e doenças, em áreas agrícolas, urbanas e florestais a soma atinge a cifra de US\$ 32 bilhões ao ano. No Brasil não há tradição em estudos de impacto ambiental e econômico para pragas em áreas de produção ou quanto à presença de espécies invasoras em áreas ambientais, mas, em um trabalho simplificado de levantamento de insetos-pragas exóticas e com potencial quarentenário para o Brasil, observou-se que cerca de 1.000 espécies de insetos podem comprometer o agronegócio brasileiro (Oliveira & Paula, 2002a).

No Brasil, semelhantemente ao que vem ocorrendo em outras regiões do mundo, um exemplo recente, foi à introdução acidental no sul da Bahia, do fungo *Crinipellis perniciososa*, causador da doença denominada de vassoura-de-bruxa em cacauero. Com a presença desse patógeno devastador originário da Amazônia naquela região, a produção de cacau foi reduzida para cerca de 20-25 %, com negativo impacto social, econômico e ambiental. Não obstante esse problema, a cacauicultura brasileira, ainda está ameaçada caso haja introdução da monília, doença causada pelo fungo *Moniliophthora roreri*, mal muito mais devastador do que a vassoura-de-bruxa; a monília já se encontra no Peru, em região fronteira ao Estado do Acre, representando uma ameaça urgente e real para o país (Valois & Oliveira, 2005).

Ainda dentro do contexto de migração de uma espécie de planta, animal ou microrganismo de uma região para outra, considerando a Amazônia, pode se citar a introdução e estabelecimento da doença sigatoka negra da bananeira, da mosca-da-carambola, atualmente praga A2 para o Brasil, que foi introduzida pela Guiana Francesa, da mosca-negra dos citros, que provavelmente foi introduzida a partir de países vizinhos nos quais há relatos da presença da praga, além de outros exemplos já ocorridos no Brasil, como o do bicudo do algodoeiro e do nematóide do cisto da soja (Valois & Oliveira, 2005).

Das diversas pragas capazes de causar impactos econômicos, podemos citar as moscas-das-frutas, insetos que ocorre virtualmente em todas as regiões do mundo, com exceção das áreas árticas e desérticas, onde a vida vegetal é

praticamente ausente (Zucchi, 2001). A família Tephretidae (=Trypetidae), as verdadeiras moscas-das-frutas, incluem 4.000 espécies distribuídas em 500 gêneros, na Ordem Diptera, constituindo o maior e o mais expressivo grupo, sob o ponto de vista econômico. Durante o desenvolvimento dos indivíduos dessa família, a fase imatura ataca, principalmente, a epiderme das frutas das plantas hospedeiras. Entretanto, algumas das espécies de moscas-das-frutas podem ocorrer em flores de Asteraceae (=Compositae) e outras em caules, raízes e como minadoras de folhas de diversas plantas hospedeiras (White & Elson-Harris, 1992).

As moscas-das-frutas destacam-se como as mais importantes pragas ocorrendo em frutíferas, em função de danos diretos e indiretos causados à produção (Bateman, 1972; Nascimento et al., 1982; Malvasi, 2001). Os danos diretos referem-se à queda prematura de frutos infestados, maior custo de produção (pela adoção de medidas de controle) e depreciação comercial do produto. Os danos indiretos estão associados a questões de mercado, pois frutas produzidas em áreas infestadas não podem ser exportadas para países com barreiras quarentenárias (Malvasi, 2001). Por exemplo, Estados Unidos e Japão, que estão entre os principais mercados consumidores de frutas, impõem barreiras quarentenárias visando impedir a introdução de espécies exóticas de moscas-das-frutas em seus territórios (Carvalho et al., 2000).

Estimativas monetárias quanto aos danos causados pelas moscas-das-frutas mostram cifras muito altas. (Dowell & Wange, 1986 citado em White & Elson-Harris, 1992) consideraram oito espécies de moscas-das-frutas como prováveis pragas de frutas para o estado da Califórnia, Estados Unidos estimaram que se essas espécies se estabelecessem nas áreas de produção, as perdas seriam de US\$ 910 milhões e os custos com controle de US\$ 290 milhões. O custo de erradicação de *Bactrocera dorsalis* (Hendel) na região sudoeste do Japão foi de US\$ 32 milhões e 200.000 homens/dia, usando o método de liberação do macho estéril (Anon., 1986 citado em White & Elson-Harris, 1992).

O gênero *Ceratitidis* é constituído de 65 espécies nativas da África tropical, contudo podem ser encontradas no sudeste e áreas tropicais da África. *Ceratitidis* spp. ataca uma ampla variedade de plantas hospedeiras. Dentro desse gênero a espécie de maior impacto, *Ceratitidis capitata* (Wiedmann) se estabeleceu em praticamente todas as regiões do mundo exceto a Ásia, com diversos surtos populacionais seguidos de erradicação, na América do Norte. *Ceratitidis malgassa*

Munro estabeleceu-se recentemente nas Índias Ocidentais (White & Elson-Harris, 1992).

Ceratis e *Bactrocera* estão sempre sujeitas a monitoramentos massivos e procedimentos de erradicação em qualquer região onde forem detectadas. Procedimentos de quarentena devem ser rigorosamente estabelecidos para essas espécies quando da introdução de qualquer espécie nociva em áreas isentas (Foote et al., 1993; Oliveira et al., 2002b).

Bactrocera spp., anteriormente, incluídas no gênero *Dacus* são nativas da Ásia tropical, Austrália e Região do Pacífico Sul, com algumas poucas espécies na África e áreas temperadas da Europa e Ásia. Uma seção do subgênero *B.* (*Zeugodacus*), é encontrado exclusivamente associado a flores e frutas de Cucurbitaceae, e o restante do gênero, a uma grande variedade de frutas predominantemente de florestas tropicais úmidas. Esse subgênero é constituído de 260 espécies de moscas-das-frutas (White & Elson-Harris, 1992). Alguns grupos formam complexos de espécies por estarem muito próximas na escala evolutiva, como na espécie, *B. dorsalis*. O complexo de espécies *B. dorsalis* compreende, aproximadamente 60 espécies-irmãs (Drew, 1989, Drew & Hancock, 1994). Algumas dessas espécies possuem distribuição geográfica limitada e outras parecem ter poucos hospedeiros, dificultando sobremaneira as medidas quarentenárias a serem tomadas pelos países (Oliveira et al., 2002b), enquanto que outras são mais difíceis de serem identificadas morfológicamente.

Entre as espécies do complexo *B. dorsalis*, *B. dorsalis* é encontrada na Índia, sul da China até Taiwan, norte da Tailândia e Havaí, *B. caryeae* (Kapoor) presente no sudeste da Índia, *B. occipitalis* (Bezzi) presente nas Filipinas, *B. carambolae* Drew & Hancock presente no sul da Tailândia, Malásia, oeste da Indonésia, Brunei, Suriname, Guiana Francesa e Brasil (estado do Amapá), *B. papayae* Drew & Hancock ao sul da Tailândia, Malásia, oeste da Indonésia e Brunei, *B. philippinensis* Drew & Hancock nas Filipinas e *B. kandiensis* Drew & Hancock presente no Sri Lanka (Oliveira et al., 2002b).

Ainda no gênero *Bactrocera*, a espécie *B. tryoni* Froggatt, apesar de não fazer parte do complexo de espécies de *B. dorsalis*, representa uma ameaça para muitos países onde a produção de frutas é um elemento essencial na balança comercial do agronegócio. Ela ataca diversas plantas de frutas cultivadas comercialmente, como por exemplo, manga, caju, citros, café, caqui, maracujá, goiaba, entre outras. Essa espécie é considerada praga quarentenária para o

Brasil e está incluída na lista de pragas regulamentadas na citação do gênero *Bactrocera* spp. (Brasil, 1999).

Uma das maneiras da pesquisa científica subsidiar as políticas públicas de defesa agropecuária e ou sanidade vegetal para minimizar o risco de que pragas exóticas não sejam introduzidas nos sistemas produtivos agrícolas é por meio do estabelecimento do potencial geográfico das pragas quarentenárias ou de espécies invasoras exóticas. Para tanto, é possível lançar mão de recursos computacionais de baixo custo, tais como *softwares* do tipo sistema de informação geográfica (SIG) e acesso a dados e bases de dados disponíveis na *internet* sobre características diversas da espécie invasora de interesse.

O objetivo do presente trabalho foi realizar um estudo em caráter preliminar de investigação do potencial de distribuição geográfica da praga quarentenária *B. tryoni*, em caso de ocorrência de sua introdução e dispersão. O critério utilizado para a escolha desta espécie como modelo para prever a probabilidade geográfica de introdução – entrada e estabelecimento – e dispersão no país, foi baseado, conforme será apresentado posteriormente, no fato de *B. tryoni* não estar presente no Brasil e ser regulamentada como praga quarentenária. Ela ainda, é uma espécie de mosca-das-frutas polífaga, alimentando-se em mais de 60 espécies de plantas hospedeiras, dentre estas, espécies de plantas frutíferas amplamente cultivadas no Brasil, e seu ataque pode causar até 100% de injúria na produção de frutas e ser argumento para barreiras a frutas exportadas de regiões onde esta presente.

O intuito foi de apontar áreas geográficas que podem ser colocadas em risco dentro de um cenário prospectivo de presença da praga no Brasil e emitir alerta de risco, caso haja a introdução da praga em áreas com condições bioecológicas favoráveis à sua presença.

Ressalta-se, que o estudo realizado para a espécie pode ser considerado como um ensaio de monitoramento potencial de pragas e que poderá ser aplicado como um modelo prospectivo do risco de introdução e dispersão de outras pragas quarentenárias regulamentadas para o país.

2. Materiais & Métodos

A descrição da ficha quarentenária da espécie foi elaborada a partir de revisão de literatura em base de dados e contatos com especialistas.

De posse das informações de bioecologia obtidas para a praga foi possível iniciar um processo de determinação preliminar do potencial geográfico de introdução – entrada e estabelecimento - e dispersão para a espécie utilizando recursos computacionais de baixo custo e dados diversos disponíveis na *Internet*, relacionando-os com as áreas de produção de frutas no Brasil e no estado de Minas Gerais. Para tanto dois estudos de caso foram realizados. As culturas selecionadas nesse trabalho foram às frutas que podem ser afetadas por *B. tryoni*, em caso de sua introdução e dispersão no Brasil: abacate, banana, cacau, caqui, figo, goiaba, laranja, limão, maçã, mamão, manga, maracujá, marmelo, pêra, pêssego, tangerina, uva, melancia e melão.

Os dados referentes a produção de frutas no Brasil foram obtidos junto ao IBGE acessando-se o *site* www.ibge.gov.br e efetuando-se consultas ao sistema SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática – que é uma ferramenta eletrônica de consulta de dados do banco de dados do IBGE sobre diversos temas: agricultura, pecuária, censo demográfico, comércio, indústria, emprego, etc. Ao acessar o sistema SIDRA é possível realizar consultas referentes à Produção Agrícola Municipal (PAM).

No estudo de caso 1, foi elaborado o mapa de ocorrência favorável de *B. tryoni* no Brasil e no estudo de caso 2, foi feita a avaliação preliminar do impacto de *B. tryoni* no estado de Minas Gerais. A escolha do estado de Minas Gerais para ocorreu por duas razões: primeiro, Minas Gerais, no estudo de caso 1, não apresentou porção significativa de seu território como área favorável à instalação de *B. tryoni* e segundo, foi pelo fato de que há uma melhor distribuição de estações meteorológicas ao longo do território mineiro e adjacências. Desta forma, foi possível avaliar melhor a distribuição de valores do índice ecolimático (EI) sobre o território mineiro.

Para avaliar o potencial de distribuição geográfica de *B. tryoni*, de acordo com características climáticas, foi utilizado o software Climex (Sutherst & Maywald, 1985; Sutherst et al., 1995). Climex é um software que pode ser enquadrado como um tipo de sistema de informação geográfica (SIG) cujo objetivo é permitir a predição do potencial de distribuição geográfica de espécies

animais ou vegetais com base em parâmetros climáticos inferidos de distribuições previamente observadas. E para cruzamento dos mapas, foi utilizado o software ArcView 3.0 (em ambiente Unix), do Laboratório de Geoprocessamento da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

3. Resultados e Discussões

3.1. Descrição da ficha quarentenária de *B. tryoni*

***Bactrocera tryoni* Froggatt**

Classe: Insecta

Ordem: Diptera

Família: Tephritidae

Sinonímia:

Bactrocera (Bactrocera) tryoni (Froggatt) (White & Elson-Harris, 1992)

Dacus tryoni Froggatt (White & Elson-Harris, 1992)

Chaetodacus tryoni (Froggatt) (White & Elson-Harris, 1992)

Chaetodacus sarcocephali Tryon (White & Elson-Harris, 1992)

Strumeta melas Perkins & May (White & Elson-Harris, 1992)

Strumeta tryoni (Froggatt) (White & Elson-Harris, 1992)

Dacus ferrugineus tryoni (Froggatt) (White & Elson-Harris, 1992)

Tephritis tryoni Froggatt (White & Elson-Harris, 1992)

Nomes vulgares:

Queensland fruit fly (White & Elson-Harris, 1992)

Mosca de la fruta de Queenslandia (White & Elson-Harris, 1992)

Mouche des fruits de Queenslande (White & Elson-Harris, 1992)

Queensland Fruchtliege (White & Elson-Harris, 1992)

Plantas hospedeiras:

Anacardium occidentale, Anacardiaceae (CAB International, 1997)
Annona reticulata, Annonaceae (CAB International, 1997)
Annona squamosa, Annonaceae (CAB International, 1997)
Averrhoa carambola, Oxalidaceae (CAB International, 1997)
Cananga odorata, Annonaceae (CAB International, 1997)
Capsicum frutescens, Solanaceae (CAB International, 1997)
Carica papaya, Caricaceae (CAB International, 1997)
Casimiroa edulis, Rutaceae (CAB International, 1997)
Citrus grandis, Rutaceae (CAB International, 1997)
Citrus limon, Rutaceae (CAB International, 1997)
Citrus medica, Rutaceae (CAB International, 1997)
Citrus reticulata, Rutaceae (CAB International, 1997)
Citrus sinensis, Rutaceae (CAB International, 1997)
Citrus x paradisi, Rutaceae (CAB International, 1997)
Coffea arabica, Rubiaceae (CAB International, 1997)
Cydonia oblonga, Rosaceae (CAB International, 1997)
Diospyros spp., Ebenaceae (HASSAN, 1998)
Dovyalis caffra, Flacourtiaceae (CAB International, 1997)
Eremocitrus glauca, Rutaceae (CAB International, 1997)
Eriobotrya japonica, Rosaceae (CAB International, 1997)
Eugenia uniflora, Myrtaceae (CAB International, 1997)
Ficus benjamina, Moraceae (CAB International, 1997)
Ficus sp., Moraceae (CAB International, 1997)
Flacourtia jangomas, Flacourtiaceae (CAB International, 1997)
Fortunella japonica, Rutaceae (CAB International, 1997)
Juglans regia, Juglandaceae (CAB International, 1997)
Litchi chinensis, Sapindaceae (JACOBI et al., 1993)
Lycopersicon esculentum, Solanaceae (CAB International, 1997)
Malus domestica, Rosaceae (CAB International, 1997)
Mangifera indica, Anacardiaceae (CAB International, 1997)
Mimusops elengi, Sapotaceae (CAB International, 1997)
Morus Alba, Moraceae (CAB International, 1997)
Morus nigra, Moraceae (CAB International, 1997)

Musa acuminata, Musaceae (CAB International, 1997)
Olea europaea, Oleaceae (CAB International, 1997)
Opuntia ficus-indica, Cactaceae (CAB International, 1997)
Passiflora edulis, Passifloraceae (CAB International, 1997)
Passiflora quadrangularis, Passifloraceae (CAB International, 1997)
Persea americana, Lauraceae (CAB International, 1997)
Phoenix dactylifera, Arecaceae (CAB International, 1997)
Physalis peruviana, Solanaceae (CAB International, 1997)
Prunus armeniaca, Rosaceae (CAB International, 1997)
Prunus avium, Rosaceae (CAB International, 1997)
Prunus cerasifera, Rosaceae (CAB International, 1997)
Prunus domestica, Rosaceae (CAB International, 1997)
Prunus pérsica, Rosaceae (CAB International, 1997)
Psidium guajava, Myrtaceae (CAB International, 1997)
Psidium littorale, Myrtaceae (CAB International, 1997)
Punica granatum, Punicaceae (CAB International, 1997)
Pyrus communis, Rosaceae (CAB International, 1997)
Rubus fruticosus, Rosaceae (CAB International, 1997)
Rubus ursinus, Rosaceae (CAB International, 1997)
Solanum laciniatum, Solanaceae (CAB International, 1997)
Solanum seaforthianum, Solanaceae (CAB International, 1997)
Spondias cytherea, Anacardiaceae (CAB International, 1997)
Syzygium aqueum, Myrtaceae (CAB International, 1997)
Syzygium jambos, Myrtaceae (CAB International, 1997)
Terminalia catappa, Combretaceae (CAB International, 1997)
Vitis labrusca, Vitaceae (CAB International, 1997)
Vitis vinifera, Vitaceae (CAB International, 1997)
Ziziphus mauritiana, Rhamnaceae (CAB International, 1997)

Distribuição geográfica:

Oceania:

Austrália (New South Wales; Queensland; South Austrália; Tasmania; Victoria; Western Australia) (CAB International, 1997)

Ilhas do Pacífico (CAB International, 1997)
Ilhas Mariana (CAB International, 1997)
Ilhas Cook (Amice & Sales, 1997)
Ilhas Pitcairn (Amice & Sales, 1997)
Ilha Madagascar (CAB International, 1997)
Nova Caledônia (CAB International, 1997)
Nova Guiné (CAB International, 1997)
Polinésia Francesa (CAB International, 1997)

Bioecologia:

Os ovos são colocados abaixo da epiderme do fruto e eclodem em torno de 2 a 3 dias. A larva se alimenta do interior do fruto e vive, aproximadamente, 10 a 31 dias, sendo que podem ser encontrados mais de 70 indivíduos em um mesmo fruto infestado. Após esse período, a larva migra para o solo, onde empupa por aproximadamente 7 dias ou mais em função da temperatura. Os adultos são encontrados no campo o ano todo e podem ter de 4 a 5 gerações (CAB International, 1997). Em condições de laboratório, a 25°C, as fêmeas de *B. tryoni* apresentaram pico de postura entre a terceira a quinta semana após a emergência dos adultos produzindo 414,6 fêmeas (Fitt, 1989).

Essa espécie não se alimenta continuamente e passa o inverno no estágio adulto. O ciclo de vida dura de duas a três semanas no verão e dois meses no inverno. As fêmeas geralmente utilizam a perfuração de outras moscas-das-frutas para a oviposição (Christenson & Foote, 1960).

A resistência dos diferentes estádios e instares de *B. tryoni* a tratamentos térmicos varia. Heather (1989), testando a resistência de ovos novos (95% de desenvolvimento), ovos maduros (80% de desenvolvimento), larvas de primeiro, larvas de segundo e larvas de terceiro instar a 44, 45, 46 e 47°C de temperatura, observou que o estágio mais tolerante a baixas temperaturas é o de ovo maduro e a altas temperaturas é o terceiro instar larval. Ovos novos é o estágio mais vulnerável ao tratamento térmico e as larvas de segundo e terceiro instar apresentam resistência intermediária. Os autores recomendam que as temperaturas para tratamento contra esta praga sejam definidas a partir da eficiência de controle do terceiro instar ou de ovos maduros, dependendo da menor ou maior temperatura a ser utilizada nos tratamentos com água quente ou

vapor quente. Resultados estes confirmados em testes de frutos de manga da variedade Kensington com temperaturas que variaram de 39 a 45°C (Heather 1989) e ainda de acordo com os obtidos por Corcoran et al. (2002), que testou a exposição de ovos de diferentes idades de *B. tryoni* às mesmas temperaturas do trabalho anterior e demonstrou que existem significantes variações na tolerância ao calor quando estes foram submetidos por 5 minutos a temperaturas de 44, 45, 46 e 47°C. Entretanto, o estágio de larva de primeiro instar é considerado o mais resistente a tratamentos quarentenários térmicos (Chervin et al., 1998).

Sintomas:

Os adultos colocam ovos na fruta e a larva se alimenta da polpa da fruta. No local onde ocorre a oviposição é formado uma pontuação necrótica que é seguida de apodrecimento da polpa da fruta (CAB International, 1997). As frutas são mais afetadas do meio para o fim do verão (Hely et al., 1982).

Morfologia:

Os estágios imaturos são semelhantes a outros do gênero *Bactrocera*. A fêmea adulta mede aproximadamente 6 mm de comprimento, com asas expandidas de 10 a 12 mm. As asas são transparentes com manchas marrons. O abdômen do adulto apresenta coloração marrom com manchas amarelas. No tórax, uma faixa creme-pálida percorre o escutelo dorsal e uma faixa amarela bem definida é vista em cada lateral. O úmero é amarelo-pálido. O abdômen é constricto na base, um pouco alargado no meio e arredondado na ponta, desconsiderando o ovipositor (Christenson & Foote, 1960).

Formas de dispersão:

O vôo dos adultos e o transporte de frutos atacados são os maiores meios de movimento e dispersão da praga para áreas livres (CAB International, 1997).

Detecção:

Na Austrália foi proposto pelo governo o uso de armadilhas “Lynfield”, por serem de baixo custo, apresentarem material não pegajoso e mais eficiente do que a do modelo “Jackson”. Quando usadas em programas de quarentena apresentam maior sensibilidade na detecção de um maior número de capturas de adultos de *B. tryoni* (Cowley et al., 1990)

Inspeções cuidadosas devem ser feitas em *commodities* e na bagagem de passageiros de países onde ocorre a praga. Na Nova Zelândia 7 a 33 intercepções de mosca das frutas são feitas por ano em cargas e 10 a 28 intercepções em bagagens de turistas (CAB International, 1997).

Recomenda-se o uso de armadilhas com iscas sintéticas combinadas com inseticida fumigante (diclorvós). Um número de 1 armadilha por ha deve ser usado no meio de um talhão de 0,5 ha. As armadilhas devem ser inspecionadas semanalmente, no final do florescimento até a colheita e se dois indivíduos forem coletados, por armadilha e por dia, medidas de controle mais rigorosas devem ser adotadas (Hely et al., 1982).

Expressão econômica:

B. tryoni é a mais importante praga de frutas e vegetais em cultivos na Austrália. Seu ataque pode causar até 100% de injúria e os prejuízos estimados anualmente neste país, em função do ataque de mosca das frutas estão estimados em AU\$100 milhões, sendo que a maior parte deste valor em função do ataque da espécie *B. tryoni* (CAB International, 1997). Está sempre presente quando há nos pomares frutas maduras, principalmente, em temperaturas mais quentes e umidade relativa do ar (UR) mais alta (Hely et al., 1982).

Intercepção/introdução:

Duas introduções já foram feitas na Ilha de Pascoa, contudo, com erradicações bem sucedidas (White & Elson-Harris, 1992). Mais recentemente foi introduzida nas Ilhas Cook⁵.

⁵ Consulta eletrônica http://www.spc.org.nc/pacifly/Country_profiles/Cook_Is.htm, realizada em 16 de fevereiro de 2004.

Métodos de controle:

Químico:

Na Ásia e Austrália, a pulverização de cobertura das plantas com agrotóxicos para o controle de *B. tryoni* consiste em cobrir toda a árvore com um inseticida, geralmente dimetoate ou fention. Isso deve ser feito, até aproximadamente dez dias antes de colheita dos frutos (Drew, 1989).

Físico:

Ensacamento dos frutos. Esse processo é mais barato e de fácil aplicação, garantindo proteção quase completa dos frutos ao ataque das moscas-das-frutas. É ideal para pequenos produtores que não usam inseticidas (Drew, 1989)

Cultural:

Colher as frutas antes do amadurecimento completo e destruição das frutas maduras que caírem do pé (Drew, 1989).

Biológico:

Parasitóides:

Na literatura são citados os seguintes parasitóides de *B. tryoni*.

Fopius schlinger (Hymenoptera: Opiinae) (Austrália) (Wharton, 1999).

Fopius arisanus (Hymenoptera: Opiinae) (Austrália) (CAB International, 1997).

Fopius deerlensis (Hymenoptera: Opiinae) (Austrália) (CAB International, 1997).

Diachasmimorpha tryoni (Hymenoptera: Braconidae) (Austrália) (Jessup & Walsh, 1998).

Biosteres arisanus (Hymenoptera: Braconidae) (CAB International, 1997).

Biosteres longicaudatus (Hymenoptera: Braconidae) (CAB International, 1997).

Opius perkinsi (Hymenoptera: Braconidae) (CAB International, 1997).

Medidas quarentenárias:

A exportação de frutas de países onde a praga existe para áreas livres da praga deve ocorrer mediante adoção de medidas de manejo integrado para controle em campo por parte do país exportador, como: práticas culturais; controle químico; armadilhamento; separação geográfica de áreas livres; além de tratamento pós-colheita dos frutos.

Deve-se ainda observar a importação de plantas hospedeiras, procedendo-se a desinfestação do solo para eliminar pupas, sendo que estas plantas não devem ser transportadas com flores e frutos (Smith et al., 1992).

Além dessas medidas tratamentos quarentenários são recomendados:

Tugwell & Chvyl (1996), recomenda que frutos de laranja da variedade “Washington Navel” e de limão da variedade “Lisbon” recebam tratamento a frio à partir de armazenamento por 16 dias à temperatura de 1°C acondicionados e transportados à temperatura de 10°C e comercializados no período máximo de 6 semanas.

Frutos de *Citrus* sp. (tangerina), cultivares “Imperial”, “Ellendale”, “Murcott tangors” e “Minneola tangelos” quando armazenados em temperatura de 1°C por 16 dias apresentam eficiência no controle da praga (dos 3.885 frutos tratados, independentemente da cultivar, com estimativa de 176.715 larvas de primeiro instar não houve sobreviventes) (Heather et al., 2002).

Tratamento com imersão em água quente: frutos de laranja da variedade “Valência” quando imersos em água quente por 42 minutos, atingiram a temperatura de 25°C no seu interior e apresentaram eficiência no controle da praga. Estes frutos foram armazenados por 5 semanas a uma temperatura de 0°C e 84% de UR e depois por mais uma semana à temperatura de 20°C (Williams et al., 2000).

Tratamento com ar quente: frutos de manga, variedade “Kensington” tem sido tratados na Austrália através de um sistema de circulação de ar quente que atinge umidade relativa de 95% e a temperatura interna do fruto chega a 47°C. Os frutos são expostos a este tratamento por 15 min e apresenta eficiência no tratamento de *B. tryoni* e *C. capitata* que excede o Probit 9 (dos 132.677 ovos de *B. tryoni* analisados não houve sobreviventes), sendo este tratamento aceito pelo Japão e utilizado nas *commodities* de frutos de manga para exportação (Heather et al., 2002).

Irradiação: frutos de manga da variedade “Kensington” infestado com ovos de 24 horas e larvas de 5 dias foram submetidos à radiação gama na dosagem de 74-101 Gy. Dos mais de 100.000 indivíduos da praga tratados, não ocorreu nenhuma eclosão de adultos, apresentando uma eficiência de *probit* 9 (99,9968% de mortalidade) com 95% de nível de confiança. Entretanto, sugere-se ainda um manejo na pré-colheita dos frutos para reduzir a infestação inicial dos frutos a serem tratados e manejo pós-tratamento para impedir a reinfestação dos frutos (Heather et al., 2002).

3.2. Estudo de caso 1 - mapa de ocorrência favorável de *B. tryoni* no Brasil

Uma das formas iniciais de buscar as áreas potenciais prováveis para o monitoramento de prevenção da introdução – entrada e estabelecimento - e dispersão de *B. tryoni* foi por meio da verificação do mapa de distribuição espacial da produção de frutas no Brasil. Para o presente estudo, foi consultada a PAM para o ano de 2003 e as seguintes culturas disponíveis no sistema SIDRA: abacate, banana, cacau, caqui, figo, goiaba, laranja, limão, maçã, mamão, manga, maracujá, marmelo, pêra, pêssego, tangerina, uva, melancia e melão. Para efeito de exemplo apenas a Tabela 1613 será mostrada no presente estudo (Fig. 1).

Tabela 1613 - Quantidade produzida, Valor da produção, Área plantada e Área colhida da lavoura permanente				
Ano = 2003				
Microrregião Geográfica	Variável X Lavoura permanente			
	Quantidade produzida (Tonelada)		Valor da produção (Mil Reais)	
	Laranja	Tangerina	Laranja	Tangerina
Porto Velho - RO	400	47	107	11
Guajará-Mirim - RO	372	33	97	8
Ariquemes - RO	313	121	84	29
Ji-Paraná - RO	732	122	196	29
Alvorada D'Oeste - RO	283	75	73	18
Cacoal - RO	1.925	326	519	78
Vilhena - RO	298	100	80	24
Colorado do Oeste - RO	293	61	79	15
Cruzeiro do Sul - AC	770	732	61	66
Tarauacá - AC	444	240	333	179
Sena Madureira - AC	372	308	160	130
Rio Branco - AC	3.787	850	1.180	317
Brasiléia - AC	444	163	216	102
Rio Negro - AM	158	-	19	-
Japurá - AM	56	-	10	-
Alto Solimões - AM	1.078	35	129	3
Juruá - AM	50	26	11	3
Tefé - AM	29	-	2	-
Coari - AM	975	9	101	0
Manaus - AM	2.244	213	436	28
Rio Preto da Eva - AM	1.380	15	194	3
Itacoatiara - AM	5.455	100	729	11
Parintins - AM	2.445	245	353	37
Boca do Acre - AM	668	12	82	2
Purus - AM	59	3	4	0
Madeira - AM	437	25	60	2
Boa Vista - RR	995	-	348	-
Nordeste de Roraima - RR	375	-	131	-

Figura 1. Trecho do resultado da consulta ao sistema SIDRA-IBGE sobre produção de laranja e tangerina nas microrregiões geográficas brasileiras.

Para as culturas selecionadas nesse estudo, ou seja frutas que podem ser afetadas por *B. tryoni* (abacate, banana, cacau, caqui, figo, goiaba, laranja, limão, maçã, mamão, manga, maracujá, marmelo, pêra, pêssego, tangerina, uva, melancia e melão), foram levantadas a quantidade produzida em toneladas e o valor da produção em reais, tendo como unidade de observação as 558 microrregiões geográficas do Brasil.

De posse das informações da quantidade produzida (em toneladas) e valor da produção (em reais) das culturas citadas para as 558 microrregiões, foi feito o somatório da quantidade total em toneladas produzidas e o valor total em reais gerados pela produção de todas as culturas consideradas para cada microrregião, obtendo-se então dois mapas de distribuição espacial da produção de frutas no Brasil, um com relação à quantidade total (em toneladas) de frutas e outro com relação ao valor monetário total de tal produção. Assim pode-se verificar, por exemplo, que em 2003 a microrregião de Porto Velho em Rondônia produziu 15.173 toneladas das frutas consideradas na consulta, e estas 15.173 toneladas representaram o valor de R\$ 12.574.000. Já a microrregião da Campanha Ocidental no Rio Grande do Sul produziu 10.879 toneladas das frutas

consideradas na consulta, e estas 10.879 toneladas representaram o valor de R\$ 3.118.000. Ressalta-se que tais valores referem-se ao montante de frutas disponível no sistema SIDRA e consideradas neste trabalho conforme anteriormente citadas. Outras frutas não foram consideradas, por falta de informações no banco de dados do IBGE.

Os mapas de distribuição espacial da produção de frutas foram estruturados de forma qualitativa de modo a permitir a indicação de áreas com menor e maior importância sob o ponto de vista de fruticultura em 2003. Para construção dos mapas, fizeram-se inicialmente cálculos de estatística descritiva básica para as variáveis, *quantidade total* (em toneladas) e *valor total* (em reais), para construção de classes qualitativas de quantidade e valor da produção.

Com base no *box plot* obtido por meio de estatística exploratória (Fig. 2) foram definidas as seguintes categorias para a variável *quantidade total*: *baixa* (0 a 4.500 toneladas), *modesta* (4.500 a 12.000 toneladas), *considerável* (12.000 a 35.000 toneladas), *expressiva* (35.000 a 80.000 toneladas) e *muito alta* (80.000 toneladas ou mais). Para a variável *valor total*, expressa em mil reais, com base no *box plot* obtido por meio de estatística exploratória (Fig. 3) foram definidas as seguintes categorias: *muito baixo* (0 a 2.000), *baixo* (2.000 a 6.000), *moderado* (6.000 a 15.000), *alto* (15.000 a 35.000) e *muito alto* (acima de 35.000).

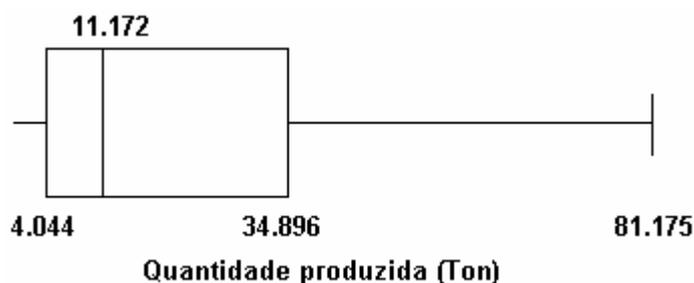


Figura 2. Gráfico de caixa (*box plot*) para a variável *quantidade total*. (Obs.: os *outliers* não estão apresentados).



Figura 3. Gráfico de caixa (*box plot*) para a variável *valor da produção*. (Obs.: os *outliers* não estão apresentados)

Em seguida, foram construídos os mapas de distribuição espacial da produção de frutas estruturados de forma qualitativa (Fig. 4 e 5). Pode-se notar, por meio dos mesmos, que tanto a quantidade produzida como o valor da produção, são bastante significativos numa faixa transversa da área central, de norte a sul no País. Inicialmente, pode-se então, apontar tal faixa de área como sendo propícia à ocorrência de pragas regulamentadas de fruteiras tais como *B. tryoni*. *A priori*, caso a praga seja introduzida nesta faixa de área, pode-se afirmar que os prejuízos serão significativos sob o ponto de vista econômico.

Distribuição da quantidade produzida de algumas frutas no Brasil em 2003 por microrregiões (Fonte: IBGE - Sistema SIDRA)

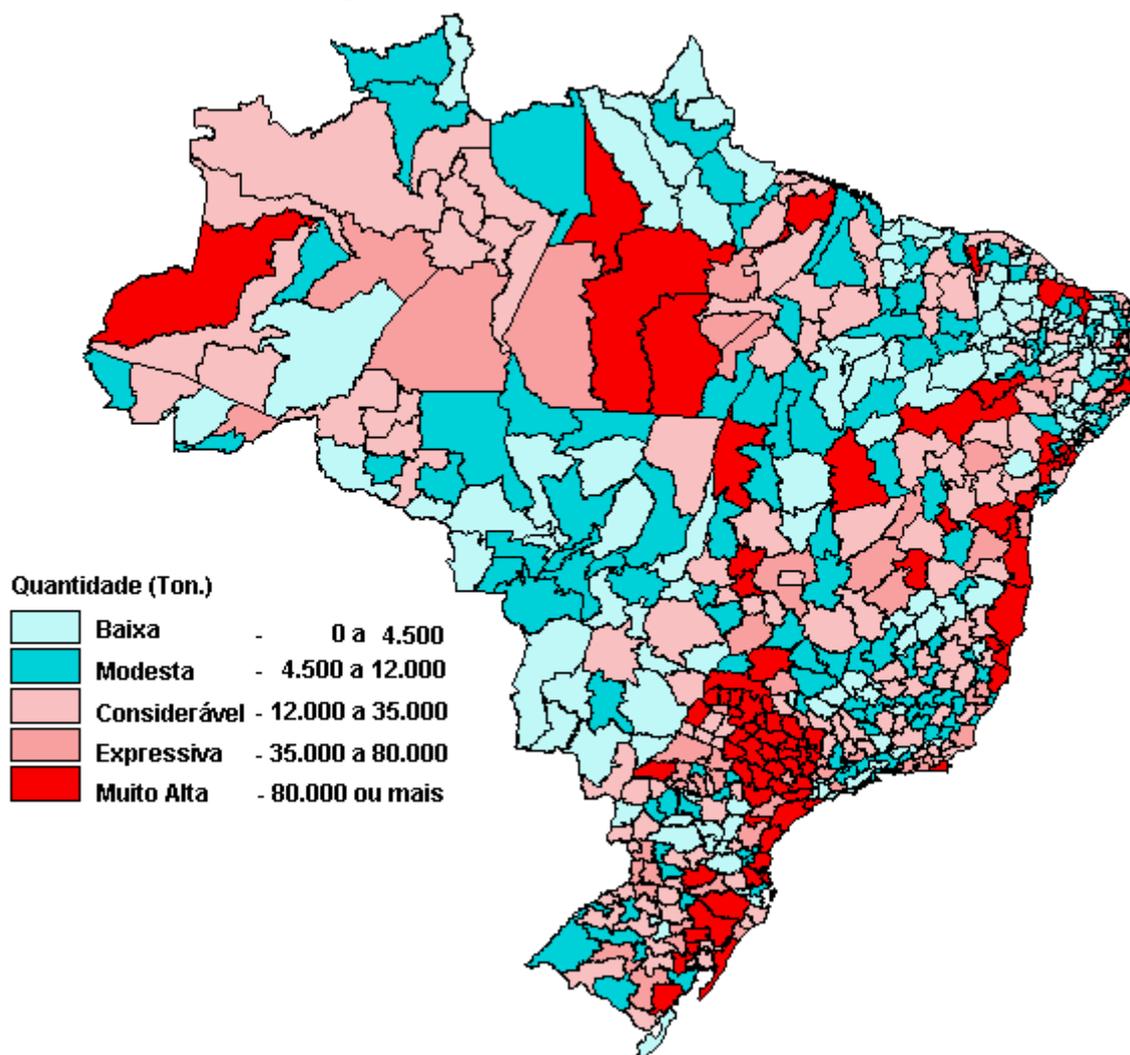


Figura 4. Mapa da distribuição espacial da quantidade de produção total (em toneladas) em 2003 pelas microrregiões das seguintes frutas: abacate, banana, cacau, caqui, figo, goiaba, laranja, limão, maçã, mamão, manga, maracujá, marmelo, pêra, pêssego, tangerina, uva, melancia e melão. Fonte: Sistema SIDRA-IBGE.

Distribuição do valor (R\$) produzido de algumas frutas no Brasil em 2003
por microrregiões (Fonte: IBGE - Sistema SIDRA)

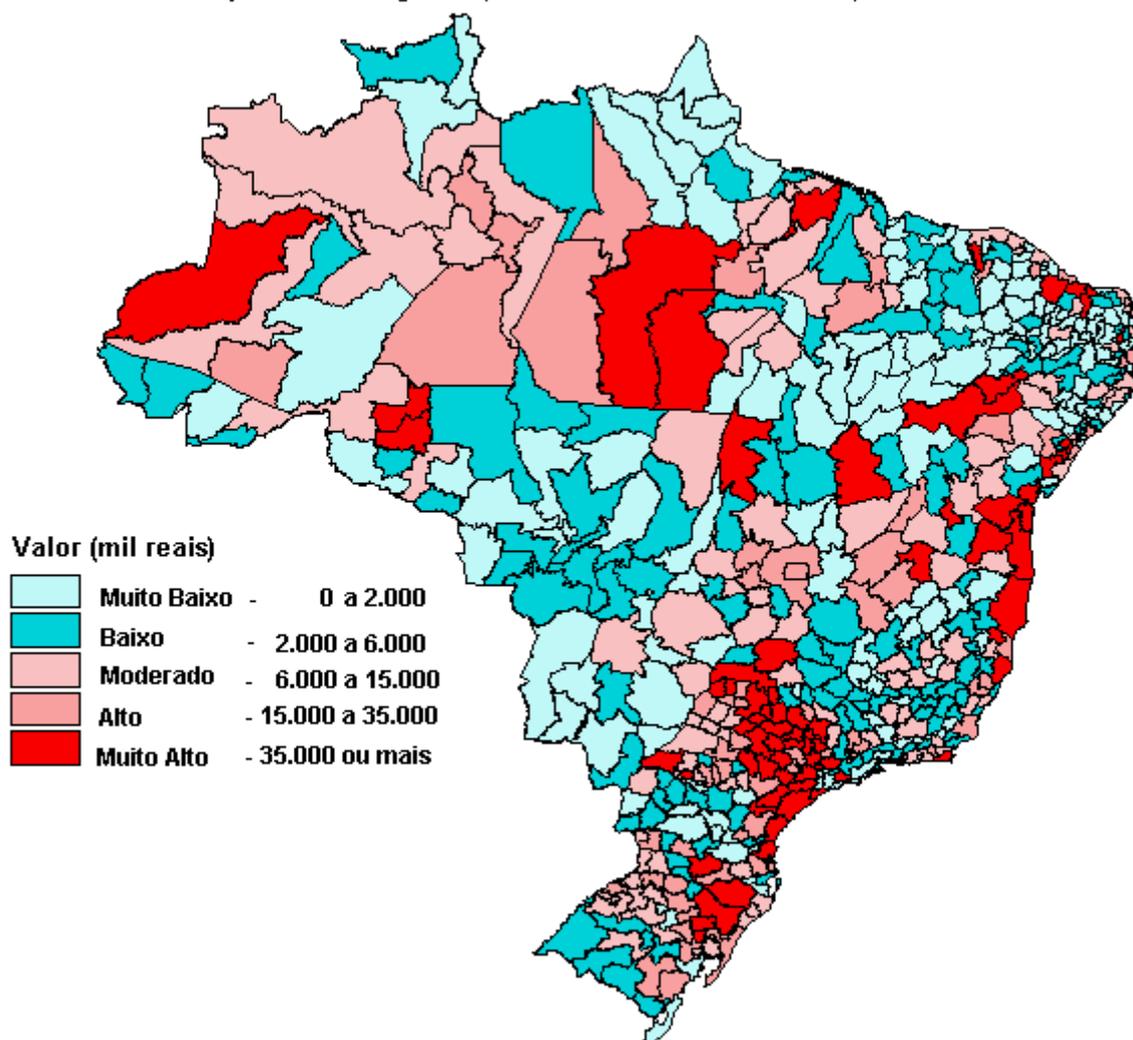


Figura 5. Mapa da distribuição espacial do valor total de produção (em mil reais) em 2003 pelas microrregiões das seguintes frutas: abacate, banana, cacau, caqui, figo, goiaba, laranja, limão, maçã, mamão, manga, maracujá, marmelo, pêra, pêssego, tangerina, uva, melancia e melão. Fonte: Sistema SIDRA-IBGE.

Continuando o processo de mapeamento de áreas potenciais para o monitoramento de prevenção de introdução, entrada, estabelecimento e dispersão de *B. tryoni*, é plausível executar um processo de mapeamento de áreas com perfil climático propício à instalação da praga pois, conforme anteriormente salientado, os aspectos físicos do clima (temperatura, umidade relativa do ar, etc) influenciam de forma significativa à introdução e estabelecimento de algumas pragas exóticas.

Para avaliar o potencial de distribuição geográfica de *B. tryoni*, de acordo com características climáticas, foi utilizado o software Climex (Sutherst & Maywald, 1985; Sutherst et al., 1995; Sutherst et al., 2000).

Em linhas gerais, o Climex registra, a resposta de organismos biológicos às condições de temperatura, umidade e luminosidade do ambiente em questão. Diversos índices são estipulados e servem para estimar o potencial de crescimento e sobrevivência da população. Existem os índices de crescimento que são os seguintes: índice de crescimento anual (GI_A), índice de crescimento semanal (GI_W), índice de temperatura (TI), índice de umidade do solo (MI), índice de diapausa (DI) e índice de luminosidade (LI). Existem também os índices de estresse: estresse de frio (CS), estresse de calor (HS), estresse de seca (DS) e estresse de umidade (WS).

Ao combinar os índices de crescimento com os índices de estresse, obtém-se o chamado índice ecoclimático (EI) que varia numa escala de 0 a 100 e representa uma medida resumo para caracterizar o potencial favorável de estabelecimento climático do organismo na área em questão. Quanto mais próximo de 100 for o valor do EI de determinada área, maior o potencial favorável de estabelecimento climático para o organismo aí se instalar. Segundo o manual do usuário do software Climex, $EI \geq 30$ representa uma situação “muito favorável” para a introdução e estabelecimento dos organismos.

Para avaliar as condições climáticas, o Climex apresenta tabelas contendo a localização geográfica de várias estações meteorológicas nos cinco continentes do mundo, bem como valores de mensurações mensais referentes à temperatura média mensal máxima e mínima, índice mensal de pluviosidade e umidade média relativa diária às 9 horas e 15 horas. É possível alterar os valores destas tabelas bem como inserir novos pontos (estações meteorológicas) de registro desses dados.

Além dos dados de estações meteorológicas, o Climex oferece tabelas com registros de parâmetros padrão (*templates*) de temperatura umidade e luminosidade para diversos organismos: *Acacia nilotica*, *Aedes albopictus*, *Bufo marinus*, *Cydia pomonella*, *Vespula germanica*, etc. Entre estes, o Climex oferece o perfil climático para *B. tryoni* (Fig. 6). É possível alterar os parâmetros se for o caso, porém, no estudo de caso em questão, optou-se por manter o padrão disponibilizado pelo Climex para *B. tryoni*.

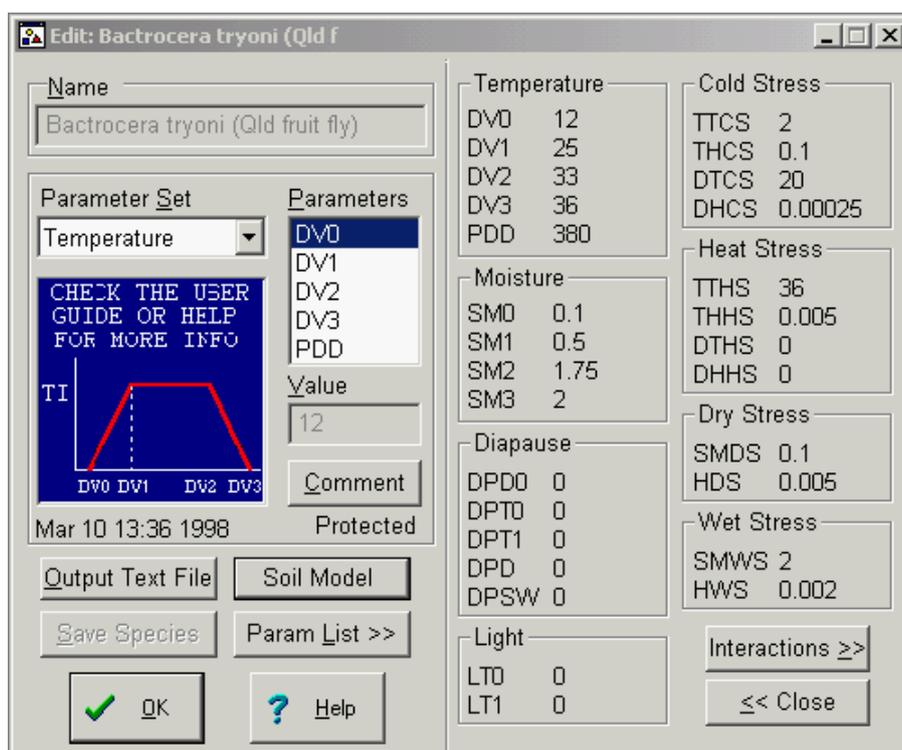


Figura 6. Parâmetros de condições climáticas para *Bactrocera tryoni* configurados no Climex.

Para executar a avaliação do potencial de distribuição geográfica de pragas no Climex utiliza-se a função “Compare Locations”. Esta função basicamente compara as características climáticas das áreas das estações meteorológicas disponíveis no Climex com o perfil climático do organismo de interesse, gerando mapas que indicam o potencial favorável de introdução, entrada, estabelecimento e dispersão de um organismo na área. Normalmente, o potencial favorável de estabelecimento é representado pelo índice ecoclimático (EI), embora possam ser usados os demais índices do Climex tais como índice de temperatura (TI), índice de diapausa (DI), etc.

Neste estudo foi realizado, por meio do índice ecoclimático (EI), a avaliação do perfil climático de *B. tryoni* na América do Sul, isto é, foram processadas áreas da América do Sul que apresentavam registros meteorológicos de estações disponíveis no Climex e tais registros foram confrontados com o perfil climatológico de *B. tryoni* e, por meio do índice ecoclimático (EI), foram delineadas o potencial de ocorrência nessas áreas (Fig. 7).

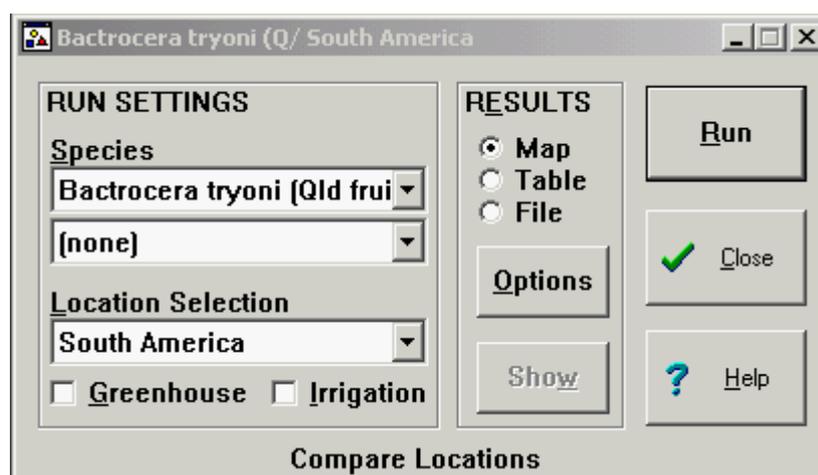


Figura 7. Tela do programa Climex para executar a função “Compare Locations”, onde foi escolhida a avaliação de *B. tryoni* em áreas da América do Sul.

O resultado da execução da função “Compare Locations” pode ser visto na Figura 8. De início, uma inspeção visual nesses mapas permitiram dizer que no Brasil, as condições climáticas são favoráveis à instalação de *B. tryoni*, pois os “pontos” demarcadores das estações meteorológicas apresentam raios “significativos”, que indicam índice ecoclimático (EI) substanciais. Pode-se ver, por exemplo, na janela *Result Details* na parte direita da Figura 8, que na localidade da estação de Santarém o valor do EI foi de 88 numa escala de 0 a 100, o que indica um potencial favorável alto de estabelecimento da praga (sob o ponto de vista climático) nas áreas obtidas.

Calculando-se estatísticas descritivas básicas para a variável índice ecoclimático (EI) das estações meteorológicas no Brasil obtemos os resultados apresentados no Quadro 1. Considerando-se o valor do percentil 10 para EI de 46,59 pode-se dizer que o Brasil, apresenta condições climáticas bastante favoráveis ao estabelecimento de *B. tryoni*, pois apenas 10% das 102 localidades (estações meteorológicas) brasileiras consideradas apresenta EI abaixo de 46,59. As 90% localidades restantes apresentam EI superior a 46,59.

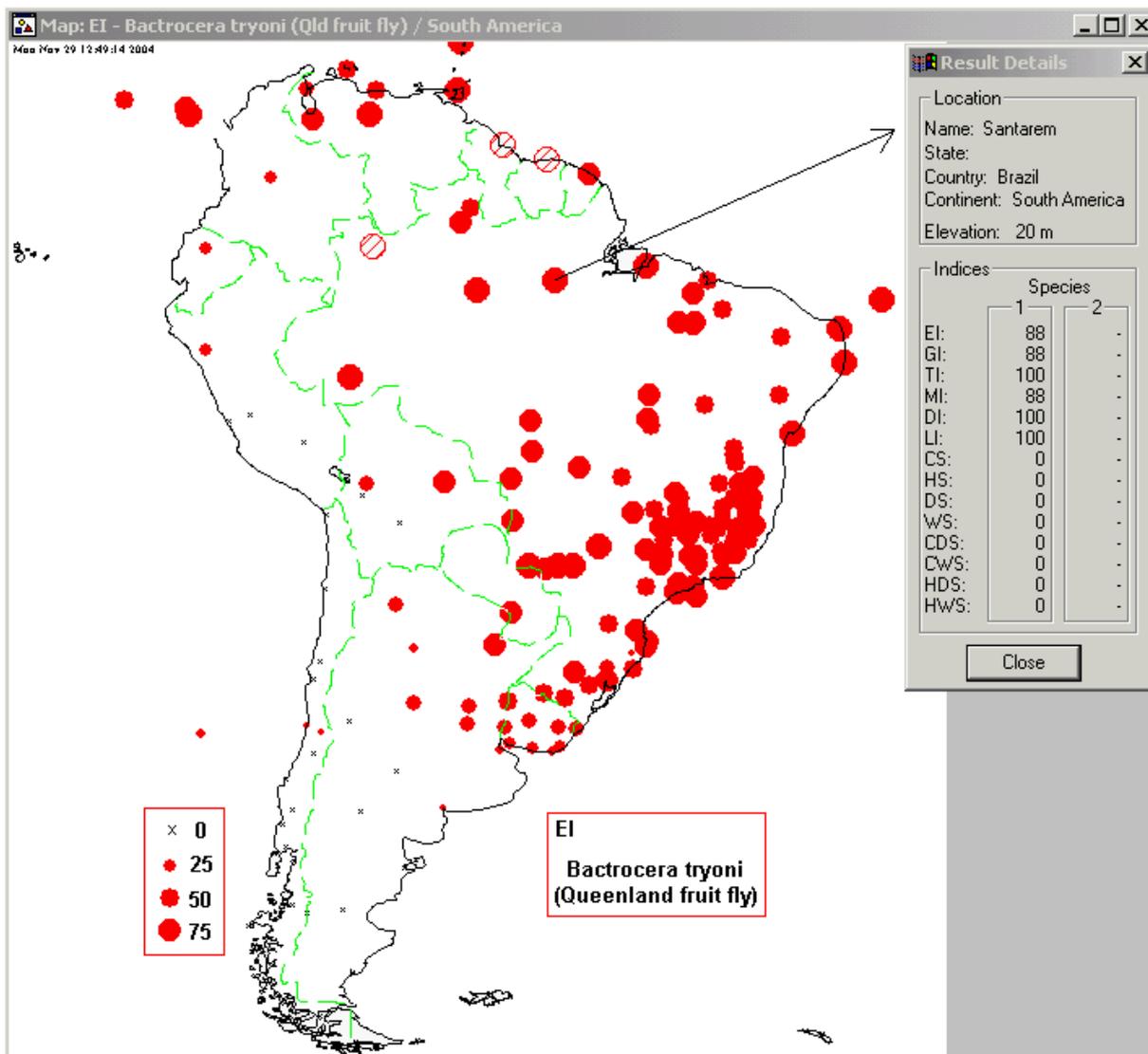


Figura 8. Índice ecoclimático (EI) resultante da função “Compare Locations” para a avaliação de *B. tryoni* em áreas da América do Sul.

De fato, 50% das 102 estações meteorológicas apresentaram valor EI entre 54,98 e 72,00 (o intervalo entre o primeiro e terceiro quartil). O valor mediano de EI indica que 50% das localidades apresentam EI maior ou igual a 61,9 representando, portanto, um bom potencial favorável de estabelecimento, em metade das 102 localidades avaliadas por meio do Climex. Finalmente, observando-se no Quadro 1 a média e o coeficiente de variação da variável EI, pode-se dizer que ocorreu uma variabilidade não muito acentuada (26,01%) em torno da média de 63,15, o que permite dizer que há um certo padrão de homogeneidade em torno desse valor médio (Fig. 9). Em conclusão, pode-se reafirmar que o Brasil apresentou condições climáticas bastante favoráveis ao estabelecimento e dispersão de *B. tryoni* em uma extensa área de seu território, caso haja a sua introdução.

Quadro 1. Estatística descritiva para a variável *Índice ecoclimático* (EI) calculada para as estações meteorológicas do Brasil.

Estatística	Valor observado
N	= 102 estações meteorológicas
EI – Média	= 63,15
EI – Desvio padrão	= 16,43
EI – Coeficiente de variação	= 26,01 %
EI – Mediana	= 61,90
EI – Primeiro quartil	= 54,98
EI – Terceiro quartil	= 72,00
EI – Percentil 10	= 46,59

Fonte: dados oriundos da execução da função “Compare Locations” da aplicação Climex.

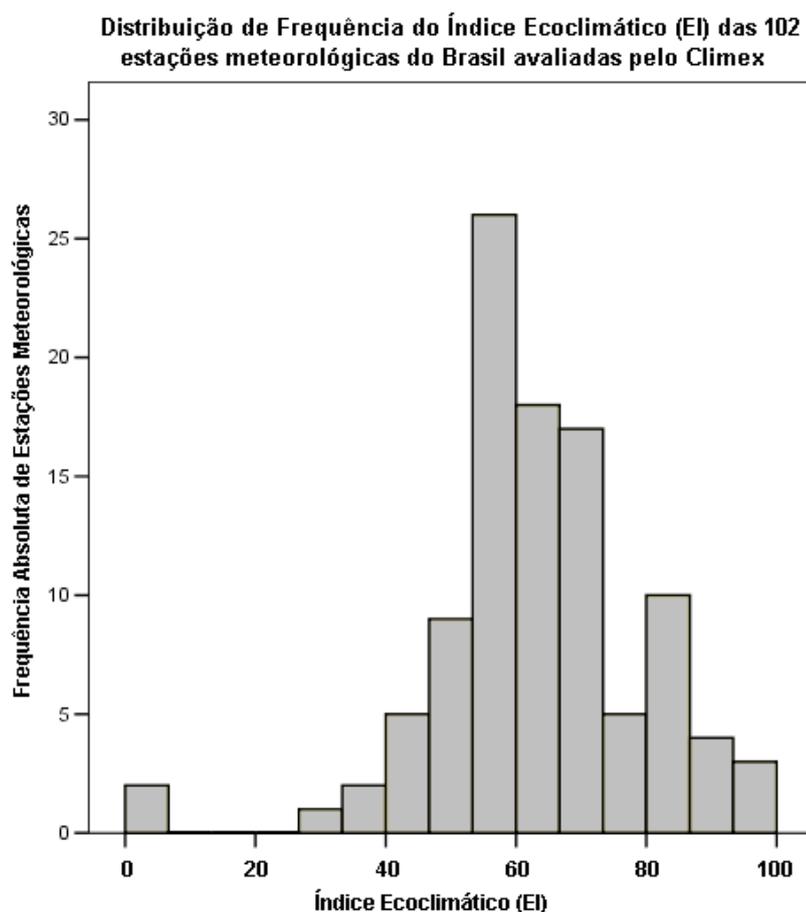


Figura 9. Distribuição de freqüência da variável Índice Ecoclimático (EI) para as 102 estações meteorológicas do Brasil.

Uma vez obtido o mapa de distribuição de algumas frutas (potenciais hospedeiras de *B. tryoni*) e o mapa do índice ecoclimático (EI) calculado pelo Climex, foi possível efetuar novos e diversos cruzamentos entre estes mapas gerando outras informações quanto ao estabelecimento e dispersão da praga no país. Um novo mapa foi gerado onde se avaliou as áreas (microrregiões) com produção *expressiva* ou *muito alta* de frutas e com índice ecoclimático (EI) igual ou superior a 65.

Para cruzamento dos mapas, foi utilizado o software ArcView 3.0 (em ambiente Unix). Inicialmente, marcou-se no mapa de microrregiões brasileiras os 102 pontos referentes às estações meteorológicas e em seguida selecionaram-se apenas os pontos que apresentavam valores EI maiores ou iguais a 65 (Fig. 10).

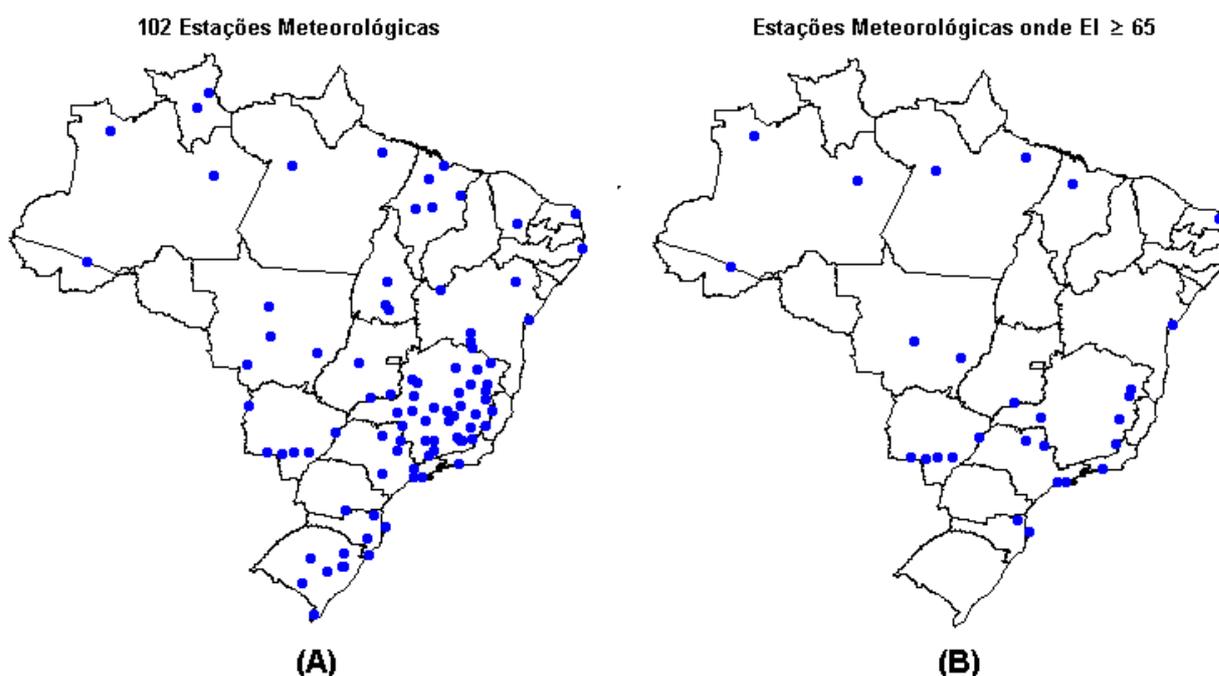


Figura 10. Mapeamento no ArcView (A) das 102 estações meteorológicas processadas no Climex e (B) as estações meteorológicas que apresentam EI igual ou superior a 65.

Em seguida, para cada ponto (estação meteorológica) onde se calculou EI, arbitrou-se uma área de influência em formato circular de raio 1 grau com centro no ponto. Desta forma supôs-se que cada ponto “irradia” o valor de seu EI numa

área circular de raio 1 grau. No ambiente do ArcView esta operação denomina-se “bufe rização”. O resultado pode ser visto na Figura 11.

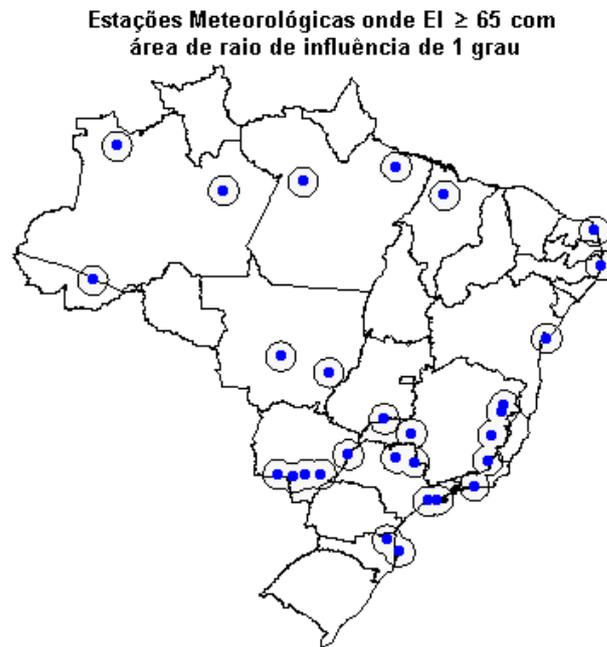


Figura 11. “Bufe rização” via ArcView das estações meteorológicas que apresentam $EI \geq 65$ e bufe rizadas com área circular de raio 1 grau.

Em seguida, cruzou-se o mapa das estações meteorológicas com $EI \geq 65$ e bufe rizadas com área circular de raio 1 grau, com o mapa de distribuição espacial de quantidade produzida *expressiva* ou *muito alta* de frutas (Fig. 12).

Microrregiões com quantidade de produção expressiva ou muito alta de algumas frutas em 2003 e áreas com índice ecoclimático $EI \geq 65$

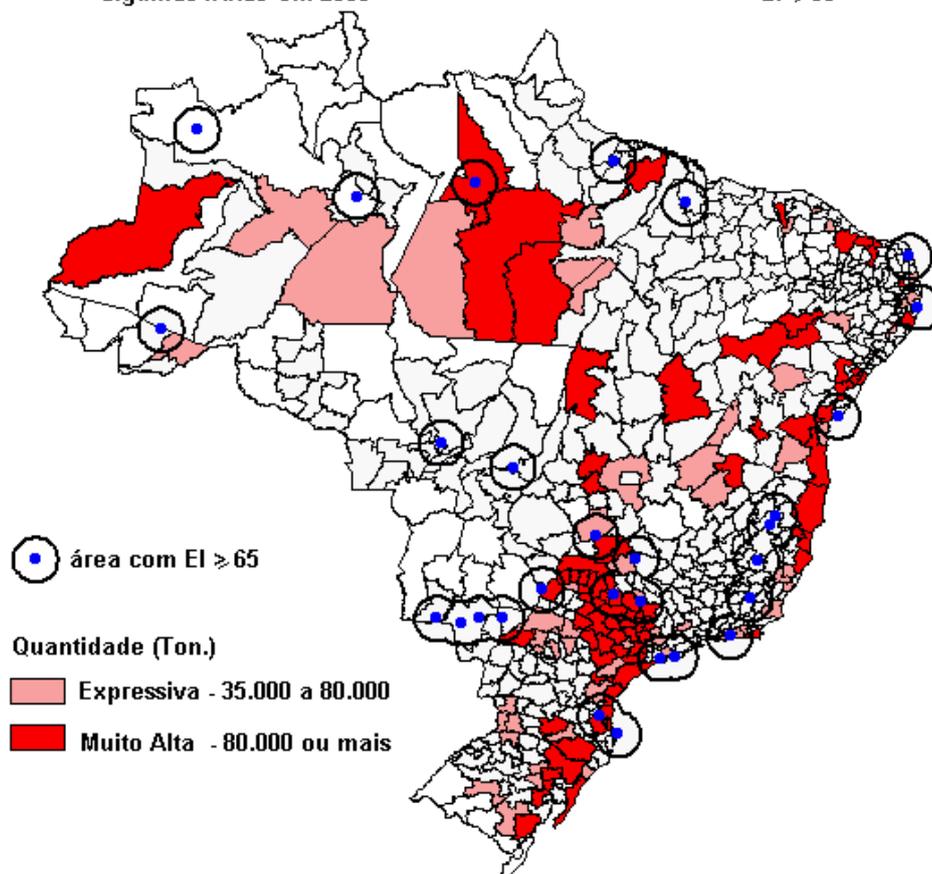


Figura 12. Cruzamento de mapas: quantidade produzida expressiva ou muito alta versus áreas com $EI \geq 65$.

Finalmente gerou-se o mapa apontando as microrregiões que apresentaram interseções com áreas com $EI \geq 65$. Algumas microrregiões que não apresentaram tais interseções mas as que estão “próximas” de áreas com $EI \geq 65$ foram selecionadas mediante simples inspeção de sua localização geográfica, como as microrregiões de Alto Solimões, Coari e Madeira, no estado do Amazonas. O resultado final pode ser visto na Figura 13. Foram selecionadas 85 microrregiões que em 2003 produziram 22.248.205 toneladas das frutas, no valor total de produção de R\$ 6.383.195.000. Assim, encerraram-se esses estudos apontando, em nível preliminar, as áreas cujo impacto sob o ponto de vista econômico para o Brasil, caso haja a introdução, entrada, estabelecimento e dispersão de *B. tryoni* pode vir a ser significativo.

Figura 13. Áreas (microrregiões) com quantidade expressiva e muito alta de algumas frutas e com condições climáticas favoráveis ao estabelecimento de *B. tryoni*.

O outro motivo para se escolher Minas Gerais para o segundo estudo de caso deveu-se ao fato de haverem estações meteorológicas melhor distribuídas ao longo do território mineiro e em algumas adjacências (Fig. 14). Desta forma é possível avaliar melhor a distribuição de valores do índice ecolimático (EI) sobre o território mineiro.

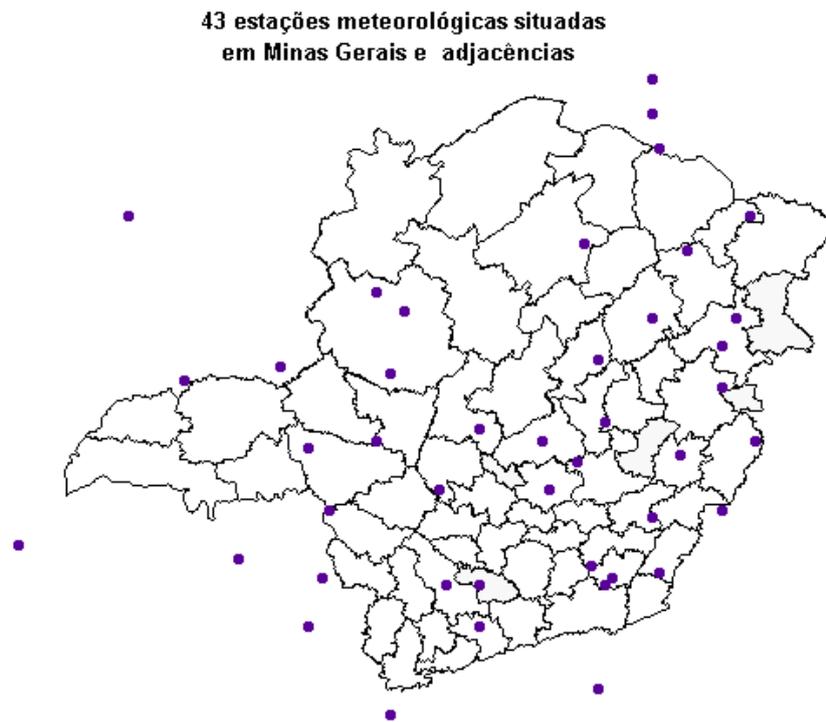


Figura 14. Localização de 43 estações meteorológicas em Minas Gerais e adjacências onde foram calculados no software Climex os índices ecoclimáticos (EI) para *B. tryoni*.

Este estudo de caso iniciou-se com a estatística descritiva básica da variável índice ecoclimático (EI) para a amostra de 43 estações meteorológicas mostradas na Figura 14. O Quadro 2 apresenta estes resultados. Observando-se esse Quadro, pode-se notar que o valor mínimo para EI é 43,9 e o valor médio, 60,31. Considerando-se a informação contida no manual do Climex que diz que índice ecoclimático EI igual ou superior a 30 é um indicativo de um bom potencial favorável de estabelecimento do organismo, então visualmente pode-se inferir do mapa da Figura 14, que o estado de Minas Gerais, em toda sua extensão apresenta boas condições climáticas para instalação de *B. tryoni*, considerando-

se que a amostra de 43 estações meteorológicas seja de fato representativa das condições climáticas de Minas Gerais.

Quadro 2. Estatística descritiva para a variável *índice ecoclimático* (EI) calculada para 43 estações meteorológicas de Minas Gerais e adjacências.

Estatística	Valor observado
n	= 43 estações meteorológicas
EI – Mínimo	= 43,90
EI – Máximo	= 86,40
EI – Média	= 60,31
EI – Desvio padrão	= 9,23
EI – Coeficiente de variação	= 15,30 %
EI – Mediana	= 58,90
EI – Primeiro quartil	= 55,40
EI – Terceiro quartil	= 63,70
EI – Percentil 10	= 47,68

Fonte: dados oriundos da execução da função "Compare Locations" da aplicação Climex

Assim, supondo-se então o potencial favorável de estabelecimento da praga em todas as microrregiões do estado de Minas Gerais, avaliou-se, superficialmente, o impacto sócio-econômico caso ocorresse o risco de uma possível dispersão de *B. tryoni* nesse estado. Para esta avaliação, foram utilizados os dados disponíveis do sistema SIDRA do IBGE, referentes ao Censo Agropecuário de 1996 e Contagem da População, também de 1996. Vale ressaltar que melhor avaliação poderia ser feita caso outros dados mais recentes e até mesmo de outras fontes estivessem disponíveis. Contudo, a melhor disponibilidade oferecida para uma avaliação preliminar desta natureza vem sem dúvida do IBGE, que oferece informações gratuitas sobre todas as microrregiões de Minas Gerais.

O Censo Agropecuário de 1996 disponibiliza a quantidade total de produção bem como o valor total em reais da produção para diversas culturas entre elas: abacate, abacaxi, banana, cacau, café, cajá, caju, caqui, carambola, figo, goiaba, graviola, laranja, limão, maçã, manga, maracujá, marmelo, melancia, melão, morango, nêspera, pêra, pêssego, tangerina, tomate e uva. Todas estas culturas são hospedeiras de *B. tryoni*, uma praga tipicamente polífaga. Neste estudo de caso optou-se por mapear a distribuição do valor total da produção em

reais destas culturas ao invés de mapear e avaliar a distribuição da quantidade total como foi feito no Estudo de caso 1.

Para as sessenta e seis microrregiões de Minas Gerais foi construída a Curva de Lorenz para avaliar graficamente a situação de distribuição espacial da produção das culturas acima citadas no estado, em 1996. A Curva de Lorenz pode ser vista na Figura 15. Pode-se observar que em 1996, aproximadamente 80% das microrregiões de Minas Gerais, foram responsáveis por, aproximadamente, 28% do valor total em reais da produção frutícola. Desta forma, os 20% restantes das demais microrregiões de Minas Gerais foram responsáveis pela geração de, aproximadamente, 72% do valor total em reais da produção frutícola. Em outras palavras, significa dizer que, em 1996, a produção das culturas analisadas encontrava-se concentrada em apenas 13 microrregiões.

Curva de Lorenz - Curva de concentração do valor em R\$ da produção de algumas culturas nas microrregiões de Minas Gerais em 1996

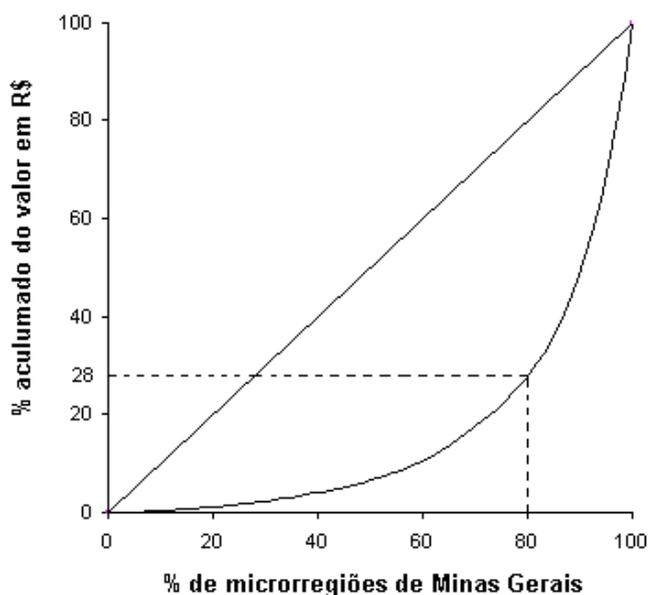


Figura 15. Curva de concentração da distribuição do valor da produção de abacate, abacaxi, banana, cacau, café, cajá, caju, caqui, carambola, figo, goiaba, graviola, laranja, limão, maçã, manga, maracujá, marmelo, melancia, melão, morango, nêspera, pêra, pêssego, tangerina, tomate e uva em Minas Gerais em 1996

Com os resultados obtidos, foram marcadas no mapa do estado de Minas Gerais as 13 microrregiões que contribuíram com 72% do valor total em reais em 1996, de produção de frutas, bem como a população ocupada em atividade agropecuária e a população residente nessas microrregiões, com base nos dados

do Censo Agropecuário de 1996 e Contagem da População de 1996 realizados pelo IBGE e disponibilizados via Internet no sistema SIDRA.

As 13 microrregiões que concentraram 72% do valor da produção das culturas analisadas, em 1996, são: Oliveira, Passos, Santa Rita do Sapucaí, Caratinga, Muriaé, Poços de Caldas, Patos de Minas, Uberlândia, São Sebastião do Paraíso, Manhuaçu, Alfenas, Patrocínio e Varginha (Fig. 16). Por meio da Tabela 1 é possível calcular o percentual de pessoas ocupadas em atividades agrosilvopastoris nas 13 microrregiões em 1996. Aproximadamente 17,15% da população estava ocupada em tais atividades, não somente com as culturas aqui citadas, mas também com outras atividades agrícolas, extrativistas e pecuária.

13 microrregiões de Minas Gerais que produziram 72 % do total em reais da produção de algumas culturas em 1996 segundo o Censo Agropecuário 1996

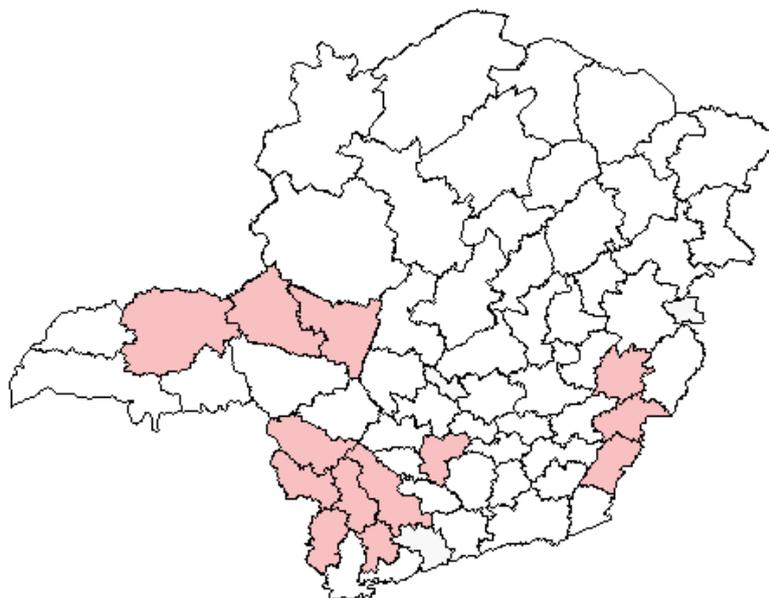


Figura 16. Mapa da localização das 13 microrregiões mineiras que em 1996 produziram 72% do valor total em reais de algumas culturas (Fonte: IBGE – Censo Agropecuário 1996)

Tabela 1. População ocupada com atividades agropecuárias e população residente em 13 microrregiões de Minas Gerais que em 1996 contribuíram em conjunto com 72% do valor de produção em reais para algumas culturas frutífera .

Microrregião	População ocupada	População residente	Valor (R\$) da produção
Oliveira - MG	23.944	114.845	35.834.534
Passos - MG	31.824	196.041	36.956.540
Santa Rita do Sapucaí - MG	28.909	119.740	47.999.894
Caratinga - MG	58.010	227.571	49.219.552
Muriaé - MG	53.601	246.520	58.977.450
Poços de Caldas - MG	43.611	284.408	74.790.201
Patos de Minas - MG	35.835	214.882	77.775.353
Uberlândia - MG	39.445	624.894	79.837.941
São Sebastião do Paraíso - MG	49.587	233.097	108.917.021
Manhuaçu - MG	68.528	222.663	119.554.403
Alfenas - MG	33.737	190.984	123.792.171
Patrocínio - MG	31.485	171.110	157.607.808
Varginha - MG	53.903	374.259	180.542.768
Total:	552.419	3.221.014	1.151.805.636

Fonte: IBGE – Censo Agropecuário 1996 e Contagem de População 1996.

Nota: *abacate, abacaxi, banana, cacau, café, cajá, caju, caqui, carambola, figo, goiaba, graviola, laranja, limão, maçã, manga, maracujá, marmelo, melancia, melão, morango, nêspera, pêra, pêssego, tangerina, tomate e uva.

Neste cenário, supondo que em 1996 ocorresse o estabelecimento de *B. tryoni* com alta proliferação de indivíduos nas 13 microrregiões, poderia ser apontado, ainda que de forma preliminar, que as perdas parciais seria em torno de um bilhão de reais sobre o valor da produção e que afetaria a ocupação de uma parcela razoável da população que vive nas microrregiões analisadas, ou seja, uma parcela considerável de trabalhadores nestas áreas passaria a sofrer risco de perda da ocupação em virtude das injúrias causadas pela praga nas culturas avaliadas, podendo levar a problemas sociais graves.

Para finalizar o estudo de caso, foi feita uma avaliação temporal da distribuição espacial do valor em reais da produção de algumas culturas obtidas da Produção Agrícola Municipal (PAM) de 1993 e de 2003 nas microrregiões de Minas Gerais. Os dados foram obtidos do sistema SIDRA (IBGE) e foi utilizado a PAM ao invés do Censo Agropecuário devido o fato de este último apresentar

dados disponibilizados na Internet via SIDRA apenas para o ano de 1996, enquanto que o sistema SIDRA disponibiliza dados da PAM para os anos de 1990 a 2003.

Para os anos de 1993 e 2003, foram levantados, para as 66 microrregiões de Minas Gerais, os valores da produção em reais da PAM das seguintes culturas: abacate, abacaxi, banana, cacau, café, cajá, caju, caqui, figo, goiaba, laranja, limão, maçã, manga, maracujá, marmelo, melancia, melão, morango, pêra, pêssego, tangerina, tomate e uva.

Para avaliar a “realocação” espacial das culturas citadas nas microrregiões de Minas Gerais entre 1993 e 2003 utilizou-se o Coeficiente de Redistribuição ($R^{t,s}$) (Souza, 1977). Este coeficiente compara a distribuição das culturas consideradas em dois períodos distintos, t e s . $R^{t,s}$ é um coeficiente que varia entre zero e um. Se $R^{t,s} = 0$, então significa que a estrutura produtiva da microrregião para as culturas não se alterou entre os períodos inicial t e final s em consideração. Caso $R^{t,s} = 1$, ocorreu uma “completa” redistribuição regional das culturas entre os períodos t e s .

Para as 66 microrregiões de Minas Gerais e as culturas acima citadas entre os anos de 1993 e 2003, $R^{1993, 2003}$ foi de aproximadamente 0,198. Ou seja pode-se dizer que a estrutura produtiva no decênio 1993-2003 apresentou, relativamente, baixa realocação espacial para as culturas consideradas o que permite apontar, preliminarmente, as áreas mais propensas à ameaça de um provável estabelecimento de *B. tryoni*. Para visualizar graficamente a relativa baixa realocação espacial da produção das culturas, foram mapeadas as microrregiões de Minas Gerais que em 1993 e 2003 foram responsáveis por 70% do valor total em reais da produção das culturas consideradas. Em 1993, 13 microrregiões foram responsáveis pelos 70% dessa produção, enquanto que, em 2003, foram 16 microrregiões. Pode-se notar, visualmente, a baixa redistribuição espacial das culturas analisadas na Fig. 17.

13 microrregiões de Minas Gerais que produziram 70 % do total em reais da produção de algumas culturas em 1993 segundo a PAM 1993

16 microrregiões de Minas Gerais que produziram 70 % do total em reais da produção de algumas culturas em 2003 segundo a PAM 2003

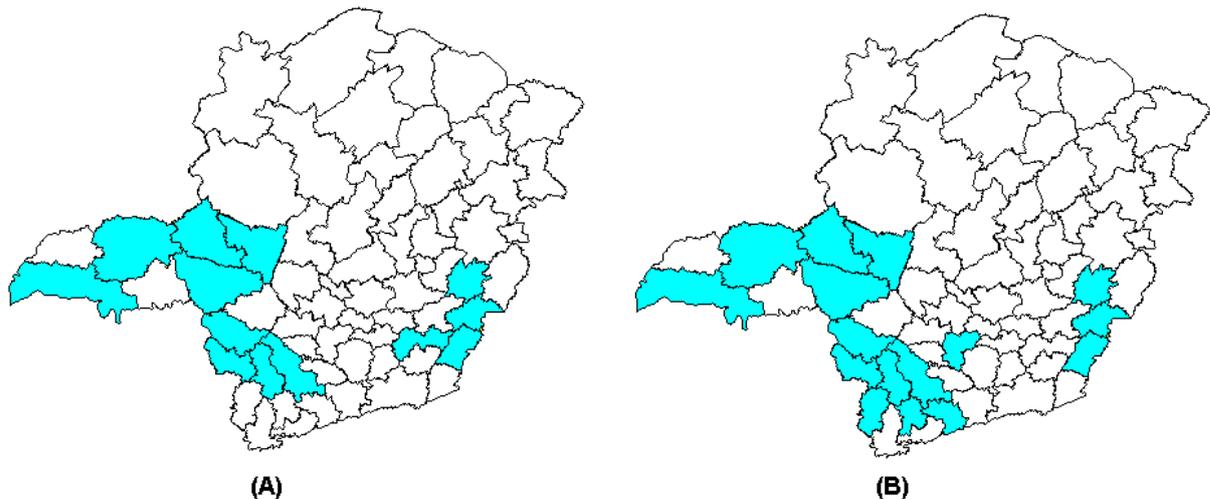


Figura 17. (A) 13 microrregiões que contribuíram com 70% do valor total em reais da produção mineira para as culturas consideradas em 1993. (B) 16 microrregiões que contribuíram com 70% do valor total em reais da produção mineira para as culturas consideradas em 2003. (Fonte: Dados trabalhados da PAM-IBGE 1993 e 2003)

Finalmente, considerando-se o potencial favorável de estabelecimento climático de *B. tryoni* em todo o território de Minas Gerais (via avaliação do índice ecoclimático – EI) e considerando-se algumas culturas que podem potencialmente sofrer graves injúrias devido à introdução, entrada, estabelecimento e dispersão da praga, ao se mapear suas áreas de cultivo que geraram significativas receitas para Minas Gerais (no caso, 70% do valor em reais da produção total) foi possível indicar áreas que poderão requerer a emissão de alertas de risco para a prevenção de entrada da praga nessas áreas. Neste estudo de caso, pode-se notar que as áreas ao sul de Minas Gerais em geral requerem maior atenção se comparadas com relação ao norte e oeste mineiro.

Os dois estudo de casos realizados com a finalidade determinar o potencial de estabelecimento de *B. tryoni*, permitiram traçar algumas idéias iniciais para a estruturação de um procedimento operacional geral de apoio à atividade de amostragem e monitoramento de pragas regulamentadas.

Com dados gratuitos obtidos junto ao IBGE e *softwares* de baixo custo (no caso, Climex e ArcView) foi possível efetuar um mapeamento preliminar de áreas de risco potencial de introdução, entrada, estabelecimento e dispersão de *B. tryoni*. Em nível preliminar, o mapeamento efetuado pode ser considerado satisfatório, de modo a indicar um direcionamento inicial para um processo de

monitoramento mais detalhado. Os dados trabalhados nos dois estudos de casos têm a vantagem de estarem disponíveis via Internet e serem de acesso público, ou seja são disponibilizados gratuitamente.

O fator limitante de uso desses dados refere-se ao fato de sua qualidade e ou teor de informação. O software Climex oferece inserido em seu banco de dados, os valores de variáveis climáticas (temperatura máxima e mínima, entre outras) de 102 estações meteorológicas localizadas no Brasil, e foram estes os dados utilizados na predição de localidades com potencial favorável de estabelecimento climático ao estabelecimento de *B. tryoni* no Brasil. O que ocorreu neste caso, foi o uso de dados “pré-compilados” pelo fabricante do software, pois no manual do usuário do Climex não está citada a fonte dos dados das estações meteorológicas. Além disso, outras estações meteorológicas não estão armazenadas no banco de dados.

É verdade que o Climex permite a inclusão de novos dados (de outras estações meteorológicas) e mesmo alteração de dados pré-existentes, porém o acesso a dados de outras estações meteorológicas, foi fator limitante neste trabalho, pois o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), órgão responsável pela geração de informações climatológicas no País, não disponibiliza gratuitamente seus dados. Nos estudos de casos desenvolvidos não foram utilizados portanto dados de outras estações meteorológicas, ou seja, a amostra de pontos (localidades) para avaliação climática poderia ser maior e com dados mais seguros e fonte conhecida (INMET no caso).

Independentemente da qualidade e disponibilidade de dados climáticos das estações meteorológicas usados no Climex, outro fator limitante refere-se aos resultados gerados pelo mesmo. Para predição de áreas com potencial de ocorrência de pragas, o Climex, por meio de sua função “Compare Locations” indica a intensidade de potencial favorável ao estabelecimento da praga em áreas pontuais (em torno da estação meteorológica), como pode ser visto na Figura 8. É preciso contudo fazer uma avaliação da área de forma contínua e não de forma “fragmentada” (pontual). Nos estudos de casos foram arbitrariamente definidos uma área de perfil climático em formato circular de raio 1 grau com centro no ponto da estação meteorológica. Tal procedimento foi adotado sem nenhum critério técnico, devido a falta de outros dados que permitissem estimar melhor a área de influência climática do ponto da estação meteorológica. Apesar disso, considerando-se o tamanho da área de avaliação (o Brasil e o estado de Minas

Gerais), pode-se dizer que a estimativa de área de perfil climático com formato circular de raio 1 grau foi razoável para o propósito investigativo em caráter preliminar.

Com relação ao fator limitante referente aos dados utilizados, pode-se citar também os dados disponibilizados pelo IBGE e utilizados nos estudo de casos. Foram trabalhadas as variáveis, *quantidade total da produção, valor total da produção e número de pessoas ocupadas em atividades agrosilvopastoris*, obtidas junto ao Censo Agropecuário 1996 e Produção Agrícola Municipal do sistema SIDRA. Estas variáveis permitiram uma avaliação bastante rudimentar do perfil sócio-econômico da região em estudo. Por exemplo, o “risco social” de um estabelecimento com abundância de indivíduos na população de *B. tryoni*, em Minas Gerais foi avaliado de forma um tanto quanto superficial sob o ponto de visto econômico, por meio da variável *número de pessoas ocupadas em atividades agropastoris*, onde se supôs, implicitamente, que as pessoas ocupadas estariam diretamente afetadas pelos danos causados pela praga, apresentando o risco de perda de emprego. Entretanto, apesar de “preliminar e superficial” essas informações mostram a necessidade do envolvimento das instituições de pesquisas agrícolas no desenvolvimento de subsídios para a defesa agropecuária e segurança biológica para o país, auxiliando, direta e indiretamente, a melhorar a posição do agronegócio brasileiro em termos mundiais.

Por isso, pode-se dizer que os resultados referentes à avaliação do impacto sócio-econômico se apresentam em caráter bastante preliminar e requerem, para maior robustez, de dados mais refinados que possam melhor “captar” o perfil sócio-econômico da área de estudo em questão. No estudo de caso, contudo, pode-se dizer que avaliação sócio-econômica teve utilidade, para auxiliar na tarefa – em caráter preliminar exploratório mais uma vez diga-se – de suporte ao monitoramento de pragas.

4. Conclusão

Os estudos de casos desenvolvidos neste trabalho, apesar de serem preliminares e de utilizarem variáveis econômicas de natureza “limitada” revelaram a utilidade de dados disponíveis gratuitamente na internet e de *softwares* para sistemas de informação geográficos de baixo custo para o

desenvolvimento de métodos de predição de estabelecimento geográfico de espécies invasoras exóticas potenciais.

O mapeamento geográfico resultante dos estudos de casos realizados apontou áreas com perfis agroclimáticos de importância sócio-econômica considerável para a atividade de monitoramento potencial de pragas tal como *B. tryoni*.

5. Considerações Finais

Pode-se dizer que nas duas últimas décadas o agronegócio brasileiro vem contribuindo de diversas formas para o aumento do Produto Interno Bruto – PIB, da melhoria das condições da vida na zona rural, da expansão no mercado internacional, entre outros benefícios. Entretanto, esses fatores exigem que os órgãos de pesquisa agrícola busquem por resultados que possam diminuir as barreiras sanitárias e fitossanitárias aos seus produtos.

As questões de sanidade vegetal vêm exigindo respostas rápidas a essas demandas. Entre essas demandas está a elaboração de métodos de prevenção da entrada de espécies invasoras exóticas, que podem afetar os mais diversos ecossistemas. Ações de vigilância, monitoramento e amostragem de pragas em áreas estratégicas do sistema produtivo agrícola são essenciais para evitar a introdução e conseqüente entrada, estabelecimento e dispersão desses organismos. O mapeamento geográfico de pragas potenciais é uma ferramenta que muito poderá contribuir para as ações de defesa agropecuária e de segurança biológica para o país.

A introdução – entrada e estabelecimento – e dispersão de pragas em áreas de produção agrícola pode levar a conseqüências graves, como o desemprego na zona rural, aumento nos custos de produção, a proibição de plantios em terras agricultáveis, desequilíbrio do meio ambiente, dentre outras. Os custos de erradicação de uma praga são exorbitantes e nem sempre levam ao sucesso. Deve-se levar em consideração que por se tratar de uma praga exótica, os métodos de controle são inexistentes no país onde ocorreu a introdução, portanto, a melhor iniciativa é a adoção de medidas de prevenção de entrada que pode ser feito por meio de alertas fitossanitários.

Dessa forma, é importante ressaltar que um país só se torna competitivo e fortalece sua imagem no comércio internacional, se adotar procedimentos transparentes, harmônicos, confiáveis e de prevenção em relação à sanidade das plantas.

6. Referências bibliográficas

BATEMAN, M. A. The ecology of fruit flies. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.17, p.493-518,1972.

BRASIL. Instrução Normativa SDA Nº 38, de 14 de Outubro de 1999. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Seção 1, Brasília, DF, 26 Outubro de 1999.

CAB INTERNATIONAL. **Crop protection compedium**. [London], 1 CD - ROM. 1997.

CARVALHO, R. S.; NASCIMENTO, A. S.; MATRANGOLO, W. J. R. Controle biológico. In: **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ed.: A. MALAVASI; R. A. ZUCCHI. São Paulo: Holos,. p.113-117. 2000.

CHERVIN, C., JESSUP, A. L., HAMILTON, A., KREIDL, S., KULKAMI, S., FRANZ, P., BIELSKI, R., LAING, W.; CLARK, C. Non-chemical desinfestation: combining the combinations-additive effects of the combination of three postharvest treatments on insect mortality and pome fruit quality. **Acta Horticulturae** v.464, p.273-278, 1998.

CHRISTENSON, L. D.; RICHARD, H. F. Biology of fruit flies. **Annual Review of Entomology** v.5, p.171-192, 1960.

COLSERA, L. L. A Organização Mundial do Comércio (OMC) e o Acordo Agrícola. **Revista de Política Agrícola**, Ano VII, n. 3, Julho/Agosto/Setembro de 1998. pp. 1-9. 1998.

CORCORAN, R. J.; PETERSON, P. M.; HESLIN, L. M.; EELKEMA, M.; JEN, E. V.; DREW, R. Study of the response to heat of Queensland fruit fly in mangoes allows additional varieties to be exported to Japan. Proceedings of the International Symposium on Tropical and Subtropical Fruits, Cairns, Northern Territory, Australia (2000). **Acta-Horticulturae** v.575, n.2, p.673-679, 2002.

COWLEY, J.M. A new system of fruit fly surveillance trapping in New Zealand. **New Zealand Entomologist** v.13, p.81-84, 1990.

DREW, R. A. I.; ALLWOOD, A. J. A new family of Strepsiptera parasitising fruit flies (Tephritidae) in Australia. **System of Entomology**, v.10, p.129-134, 1985.

DREW, R. A. I. The tropical fruit flies (Diptera, Tephritidae: Dacinae) of the Australasian and Oceanic regions. **Memoirs of the Queensland Museum**. v.26 p.63-64, 1989. (www.pacifly.org/Species_profiles/B_neohumeralis.htm).

DREW, R. A. I.; HOOPER, G. H. S.; BATEMAN, M. A. Economic Fruit Flies of the South Pacific Region. **Proceedings...** Queensland Dept. of Primary Industries, Brisbane. pp. 40-43. 1982.

FAO. **International Plant Protection Convention. 1997 - (New Revised Text Publication)**. Secretariat of the International Plant Protection Convention of the Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. Rome. 1999. 16p.

FAO. **Glossary of Phytosanitary Terms**. Reference Standard. Secretariat of the International Plant Protection Convention of the Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. Rome: ISPM Publ. n. 5, 2002.

FAO. **Secretariat of the International Plant Protection Convention of the Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. International Standards for Phytosanitary Measures**. Rome, Italy. Consulta eletrônica realizada em 30 de dezembro de 2005.

FITT, G. P. Ecology; the role of interspecific interactions in the dynamics of tephritid populations, In: ROBINSON, A.S.; HOOPER, G. (Eds.), **Fruit flies; their biology, natural enemies and control**. World Crop Pests 3(B):281-300. Elsevier, Amsterdam. 1989.

FOOTE, R. H.; BLANC, F. L.; NORRBOM, A. L. **Handbook of fruit flies (Diptera: Tephritidae) of America North of Mexico**. Cornell University Press, New York, 1993. 571p.

HEATHER, N. W. Control; fruit disinfestations; insecticidal dipping, In: ROBINSON, A. S.; HOOPER, G. (Eds), **Fruit flies; their biology, natural enemies and control**. World Crop Pests, 3(B):435-440. Elsevier, Amsterdam. 1989.

HEATHER, N. W.; KOPITTKER, R. A.; PIKE, E. A. A heated air quarantine disinfestation treatment against Queensland fruit fly (Diptera: Tephritidae) for tomatoes. **Australian Journal of Experimental Agriculture** v.42, n.8, p.1125-1129, 2002.

HELY, P. C.; PASFIELD, G.; GELLATLEY, J. G. Insect pests of fruit and vegetables in New South Wales. **Proceedings...**Inkata Press, Sydney. 1982.

JESSUP, A. J; WALSH, C. J. Sex-ratios of non-diapausal and diapausal laboratory-reared *Diachasmimorpha tryoni* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae) - a larval parasitoid of *Bactrocera tryoni* (Froggatt) (Diptera: Tephritidae). **General and Applied Entomology**, n.28, p.77-80, 1998.

LOPIAN, R. Activities of the International Plant Protection Convention in regard to invasive alien species. In: Plant Protection and Plant Health in Europe: introduction and spread of invasive species, Germany. **Proceedings...** UK: BCPC, n. 81, p. 67-72, 2005.

MALAVSI, A. Mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae). In: **Histórico e Impacto de Pragas Introduzidas no Brasil**. E.F. VILELA; R. A. ZUCCHI; F. CANTOR (Eds.). Ed. Holos, Ribeirão Preto, p. 39-41 2001.

NASCIMENTO, A. S.; ZUCCHI, R. A.; MORGANTE, J. S.; MALAVASI, A. Dinâmica populacional das moscas-das-frutas do gênero *Anastreha* (Diptera: Tephritidae) no Recôncavo Baiano. II Flutuação Populacional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 17(7):969-980. 1982.

OLIVEIRA, M. R. V.; NEVILLE, L. E.; VALOIS, A. C. C. Importância Ecológica e Econômica e Estratégias de Manejo de Espécies Invasoras Exóticas. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001. 6 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. **Circular Técnica**, 8).

OLIVEIRA, M. R. V.; LIMA, L. H. C.; PAULA, S. V. de; QUEIROZ, P. R.; LAGO, W. N. M.; PINTO, R. R.; VIEIRA, M. B. Identificação de moscas-das-frutas quarentenárias para o Brasil. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 39, 10p.), 2002b.

OLIVEIRA, M. R. V.; LIMA, L. H. C.; BATISTA, M. F.; MARTINS, O. M. Diretrizes para o monitoramento e o registro de praga em áreas do sistema produtivo agrícola brasileiro. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2004. (**Documentos/ Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, 0102-0110, nº. 120). 36p. 2004.

OLIVEIRA, M. R. V.; PAULA, S. V. Análise de Risco de Pragas Quarentenárias: Conceitos e Metodologias. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. **Documentos**, 82,143p.), 2002a.

SMITH, I. M.; McNAMARA, D. G.; SCOTT, P. R.; HARRIS, K. M. **Quarantine pests** for Europe: data sheets on quarantine pests for the European Communities and for the European and Mediterranean Plant Protection Organization. Wallingford: CAB International / Paris: EPPO, p. 1032, 1992.

SOUZA, J. **Estatística econômica e social**. Ed. Campus, Rio de Janeiro, 229p., 1977.

SUTHERST, R. W.; COLLYER, B. S.; YONOW, T. The relation of dose rate and light intensity to the effect of bait spray formulations with the photo-insecticide phloxine B on the Queensland fruit fly, *Bactrocera tryoni* (Diptera: Tephritidae). **Australian Journal of agriculture Research** v.51, n.4, p.467-480, 2000.

SUTHERST, R. W.; MAYWALD, G. F. A computerised system for matching climates in ecology. **Agriculture Ecosystems and Environment** 13, pp.281-299, 1985.

SUTHERST, R. W.; MAYWALD, G. F.; SKARRATT, D. B. Predicting insect distributions in a changed climate. In: HARRINGTON, R.; STORK, N. E. (Eds). **Insects in a Changing Environment**. Academic Press, London, pp. 59-91, 1995.

TUGWELL, B. L.; CHVYL, W. L. Modified atmosphere packaging for citrus. In: VIII INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS. **Proceedings...** Sun City, South Africa. 1996.

VALOIS, A. C. C.; OLIVEIRA, M. R. V. Segurança biológica para o agronegócio. **Agrociência**, Montevideo, v. IX, n° 1 e n° 2, pág. 203 – 211. 2005.

WHARTON, R. A. A review of the Old World genus *Fopius* Wharton (Hymenoptera: Braconidae: Opiinae), with description of two new species reared from fruit-infesting Tephritidae (Diptera). **Journal of Hymenoptera Research**. v.33, p.48-64; 1999.

WHITE, I. M.; ELSON-HARRIS, M. M. Fruit Flies of Economic Significance: Their Identification and Bionomics. CAB International in association with ACIAR – **The Australian Centre for International Agricultural Research**. v.263, p.218-221, 1992.

WILLIAMS, P.; HEPWORTH, G.; GOUBRAN, F.; MUHUNTHAN, M.; DUNN, K. Phosphine as a replacement for methyl bromide for postharvest disinfestations of citrus. **Postharvest Biology and Technology** v.19 p.193-199, 2000.

WTO. **Agreement on the application of sanitary and phytosanitary measures**. In: WTO. Agreement establishing the World Trade Organization: Annex 1A: Multilateral agreements on trade in goods. Geneva: WTO, 1994.

ZUCCHI, R. A. Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephretidae). In: **Histórico e Impacto de Pragas Introduzidas no Brasil**. E.F. VILELA; R. A. ZUCCHI; F. CANTOR (Eds.). Ed. Holos, Ribeirão Preto, p.39-41, 2001.