

Aquecimento Global e Problemas Fitossanitários

Wagner Bettiol
Emília Hamada
Francislene Angelotti
Alexander Machado Auad
Raquel Ghini

Editores Técnicos

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Meio Ambiente
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Aquecimento Global e Problemas Fitossanitários

*Wagner Bettiol
Emília Hamada
Francislene Angelotti
Alexander Machado Auad
Raquel Ghini*

Editores Técnicos

*Embrapa
Brasília, DF
2017*

Essa publicação pode ser adquirida na:

Embrapa Meio Ambiente

Rodovia SP-340, Km 127,5, Tanquinho Velho
Caixa Postal 69
CEP 13820-000 Jaguariúna, SP
Fone: +55 (19) 3311-2700
Fax: +55 (19) 3311-2640
<https://www.embrapa.br>
SAC: <https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac>

Unidade responsável pelo conteúdo e edição
Embrapa Meio Ambiente

Comitê Local de Publicações da Embrapa Meio Ambiente

Presidente

Maria Isabel de Oliveira Penteado

Secretária-Executiva

Cristina Tiemi Shoyama

Membros

Rodrigo Mendes

Ricardo A. A. Pazianotto

Maria Cristina Tordin

Nilce Chaves Gattaz

Victor Paulo Marques Simão

Marco Antônio Gomes (suplente)

Joel Leandro de Queiroga (suplente)

Vera Lúcia Ferracini (suplente)

Revisão de texto

Capítulos 1, 5 e 16: Newton Luis de Almeida

Capítulos 6, 7 e 12: Sidinei Anunciação Silva

Capítulos 2, 3, 4, 9, 13, 18, 19 e 20: Nilce Chaves Gattaz

Capítulos 8, 10, 11, 14, 15 e 17: Victor Paulo Marques Simão

Normalização bibliográfica

Victor Paulo Marques Simão

Capa, projeto gráfico e editoração eletrônica

Edil Gomes

1ª edição

Publicação digitalizada (2017)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Meio Ambiente

Aquecimento global e problemas fitossanitários / Wagner Bettiol... [et al.],
editores técnicos. – Brasília, DF: Embrapa, 2017.
488 p. il. color.

ISBN 978-85-7035-713-7

1. Aquecimento global. 2. Mudança climática. 3. Doença de planta. 4. Praga
de planta. I. Bettiol, Wagner. II. Hamada, Emília. II. Angelotti, Francislene. IV.
Aaad, Alexander Machado. V. Ghini, Raquel.

CDD (21.ed.) 634.99

©Embrapa, 2017

Impacto potencial das mudanças climáticas sobre a distribuição geográfica de insetos-praga na cultura do pessegueiro

Dori Edson Nava, Marcos Silveira Wrege
e Gabriela Inés Diez-Rodríguez

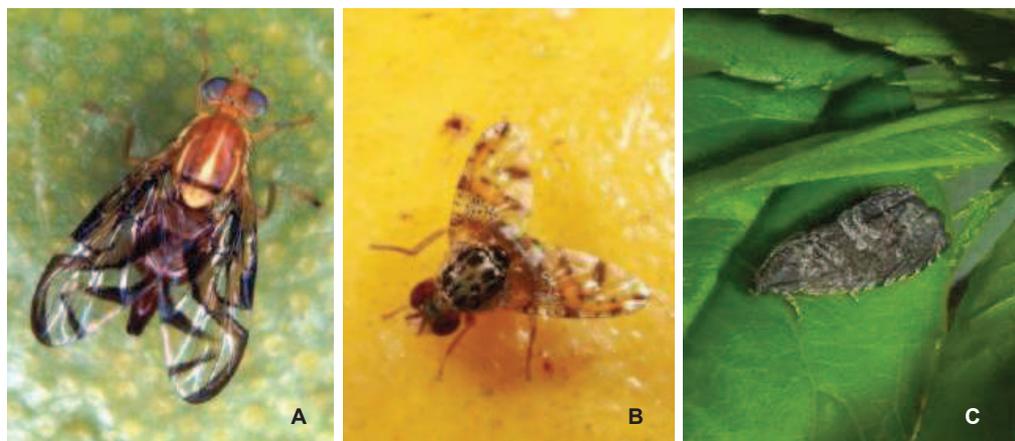
Introdução

O pessegueiro é originário da China, mas foi com a colonização europeia que se difundiu para as regiões meridionais e setentrionais mais frias do ocidente. No Brasil, se estabeleceu na região Sul onde as condições climáticas são as mais propícias para o seu cultivo, embora se produza também em alguns locais da região Sudeste (HERTER et al., 2014). A produção nacional de pêssegos é de 216 mil toneladas em uma área de 19 mil hectares, sendo que, aproximadamente 65% desta produção são realizadas no estado do Rio Grande do Sul (AGRIANUAL, 2012). Nesse estado, a produção de pêssegos ocorre em três polos frutícolas: região Sul ou Metade Sul, onde a produção é destinada para a industrialização e regiões da Serra e Metropolitana de Porto Alegre, que produzem frutos para o consumo *in natura*, totalizando uma produção ao redor de 140 mil toneladas (MARODIN; SARTORI, 2000).

Embora a região Sul do Brasil seja o principal centro produtor de pêssegos, o seu cultivo sofre algumas limitações sendo as principais aquelas relacionadas às condições climáticas e ao ataque de pragas. A primeira delas se refere ao acúmulo de frio hibernal para que a planta complete o período de dormência e, assim, possa ter

brotação e floração uniformes e normais. Neste sentido, há que se considerar que esta região, apesar de possuir invernos com temperaturas próximas de zero grau, não permite o cultivo de variedades exigentes em frio, como ocorre nas principais regiões produtoras do mundo. Este fato ocorre porque a temperatura é muito variável e a quantidade de graus-dia acumulada é inferior ao exigido pelas cultivares de clima frio. Assim, embora haja uma diversificação climática acentuada pela configuração topográfica, a maioria das cultivares é de baixa exigência de horas-frio. Em segundo lugar, a região Sul do Brasil tem invernos amenos associados com alta umidade relativa e frequente incidência de ventos, fatores ambientais que facilitam a ocorrência e proliferação de pragas. Assim, se medidas de controle não forem adotadas, as perdas causadas pelas pragas podem ser significativas.

Entre as principais pragas do pessegueiro merecem destaque a mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) (Figura 1A), a mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Wied.) (Figura 1B) (Diptera: Tephritidae) e a mariposa-oriental *Grapholita molesta* Busck (Lepidoptera: Tortricidae) (Figura 1C) (NAVA et al., 2014). As três espécies são importantes, pois possuem vários hospedeiros nativos e cultivados e atacam a parte da planta a ser consumida, os frutos, necessitando assim, de medidas de controle para evitar perdas econômicas (BOTTON et al., 2012; NAVA; BOTTON, 2010). Dentre as moscas-das-frutas, *Anastrepha fraterculus* é a principal espécie do grupo que ataca o pêsego na região Sul, enquanto na região Sudeste, além desta, também é importante *Ceratitis capitata* (SOUZA FILHO et al., 2009).



Fotos: Heraldo Negri de Oliveira (A);
Paulo Luiz Lanzetta Aguiar (B);
Dori Edson Nava (C).

Figura 1. Adultos de *Anastrepha fraterculus* (A), *Ceratitis capitata* (B) e *Grapholita molesta* (C).

Considerando as mudanças climáticas globais ocorridas nas últimas décadas (aumentos de temperatura e modificações nos padrões de precipitação) e as projeções de que se intensificarão no futuro, o cultivo de pêssigo deve ser repensado, já que, diante destes cenários, não apenas as plantas poderão ser afetadas, mas também os insetos fitófagos (BALE et al., 2002; CORNELISSEN, 2011). Embora se projete a intensificação destas mudanças ao longo do presente século, pouco se sabe se os insetos-praga serão favorecidos ou não. Apesar das projeções indicarem a alteração de outros elementos climáticos, a temperatura é o principal fator abiótico que interfere no desenvolvimento dos insetos. Certamente, com o seu aumento, haverá um acréscimo do número de gerações, o que refletirá no aumento populacional dos insetos, embora se deva levar em consideração que este incremento ocorrerá dentro de uma faixa térmica que possibilite seu desenvolvimento.

No caso específico da região de Pelotas, onde se concentra a maior parte da produção de pêssigos no Brasil, sabe-se que no período de 1893-2004 houve um incremento de 1,01°C na média das temperaturas mínimas (STEINMETZ et al., 2005). Dentro dessa perspectiva de aumento da temperatura na região, será abor-

dado o impacto do aumento da temperatura no número de gerações e da bioecologia de dois principais insetos-praga da cultura do pessegueiro, *Anastrepha fraterculus* e *Grapholita molesta* e, de *Ceratitidis capitata*, praga que está presente na região e cuja distribuição indica que poderá ser um problema futuro com o aumento da temperatura. O impacto do aumento da temperatura sobre os insetos-praga será analisado no cenário referência (normal climatológica de 1961-1999) e nos cenários de mudanças climáticas A2 e B1 do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) (MEEHL; STOCKER, 2007).

Distribuição, hospedeiros e efeito da temperatura no desenvolvimento das pragas

Anastrepha fraterculus

É considerada a principal praga do pessegueiro (NAVA; BOTTON, 2010). De origem Neotropical, possui abrangência do sul dos EUA (Texas) até o norte da Argentina (MALAVASI et al., 2000).

No Brasil é praga-chave de várias frutíferas comerciais e nativas nos estados das regiões Sul e Sudeste. No Rio Grande do Sul (RS) e em Santa Catarina (SC), *Anastrepha fraterculus* é a espécie predominante, sendo que, para o RS, a mesma representa cerca de 95% das espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas nos pomares (SALLES; KOVALESKI, 1990).

Entre os hospedeiros de *Anastrepha fraterculus* encontram-se espécies de várias famílias, sendo que Rosaceae, Rutaceae e Myrtaceae incluem a maior quantidade de espécies hospedeiras. Ao todo, são conhecidas 67 espécies de hospedeiros (ZUCCHI, 2000). Dentre os hospedeiros de *Anastrepha fraterculus* da região sul do Rio Grande do Sul, o pêssogo é o fruto com maior índice de infestação,

aproximadamente 24 pupas por fruto (NUNES et al. 2012). Frutíferas nativas e exóticas como a amoreira-preta e o mirtilheiro também são infestados, embora em menor quantidade (BISOGNIN et al., 2013).

A duração dos estádios de desenvolvimento é variável com a temperatura, sendo o ciclo biológico (ovo-adulto) de cerca de 88 a 28 dias na faixa térmica de 15°C a 30°C, respectivamente (SALLES, 2000) (Tabela 1). *Anastrepha fraterculus* não possui diapausa e nas condições térmicas do Rio Grande do Sul podem ocorrer nove gerações por ano (KOVALESKI, 1997; SALLES, 1993). Embora a espécie esteja adaptada a condições térmicas de clima subtropical e temperado, também pode ocorrer na região tropical. A temperatura base do ciclo biológico (ovo-adulto) é de 10,7°C e a constante térmica para totalização de seu ciclo é de 430,6 graus-dia (SALLES, 2000). Além do desenvolvimento das fases imaturas, a temperatura tem influência na reprodução e na longevidade dos insetos.

Tabela 1. Duração (dias) das fases de desenvolvimento de *Anastrepha fraterculus* em diferentes temperaturas.

Fase/Período	Temperatura (°C)						
	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30
Ovo	10,3	7,9	4,7	3,0	2,6	2,6	2,3
Larva	34,5	22,5	16,2	14,8	11,0	11,3	14,0
Pupa	43,2	37,1	26,0	19,8	10,0	13,0	11,8
Ovo-adulto	88,0	67,2	46,9	38,8	23,8	26,9	28,1

Fonte: Adaptado de Salles (2000).

Ceratitis capitata

Considerada a espécie de mosca-das-frutas mais cosmopolita em âmbito mundial, foi registrada no Brasil no início do século 20, sendo a única espécie do gênero que ocorre no País (ZUCCHI, 2001). Atualmente são conhecidas 374 espécies de hospedeiros de *Ceratitis capitata* em todo o mundo, pertencentes a 69 famílias, sendo

que 40% das espécies pertencem às famílias Myrtaceae, Rosaceae, Rutaceae, Sapotaceae e Solanaceae (LIQUIDO et al., 1991).

A espécie está distribuída em praticamente todos os Estados da Federação, sendo economicamente importante nas regiões Sudeste e Nordeste. Na região Sul restringe-se às áreas urbanas e, apesar de alguns registros como praga do pessegueiro no Paraná (FEHN, 1981) e no Rio Grande do Sul (GARCIA; CORSEUIL, 1999; LORENZATO, 1988), sua presença ainda não foi registrada nos pomares comerciais de pessegueiro de Pelotas e da Serra Gaúcha, principais regiões produtoras da fruta no estado (NAVA et al., 2008; RICALDE et al., 2012b). A sua presença na região de Pelotas, municípios de Pelotas, Morro Redondo e Capão do Leão foi estudada avaliando-se a sua distribuição nas zonas urbanas, peri-urbana e rural, por meio do monitoramento realizado com feromônio sexual em 31 pontos de pomares comerciais e não comerciais (Figura 2).

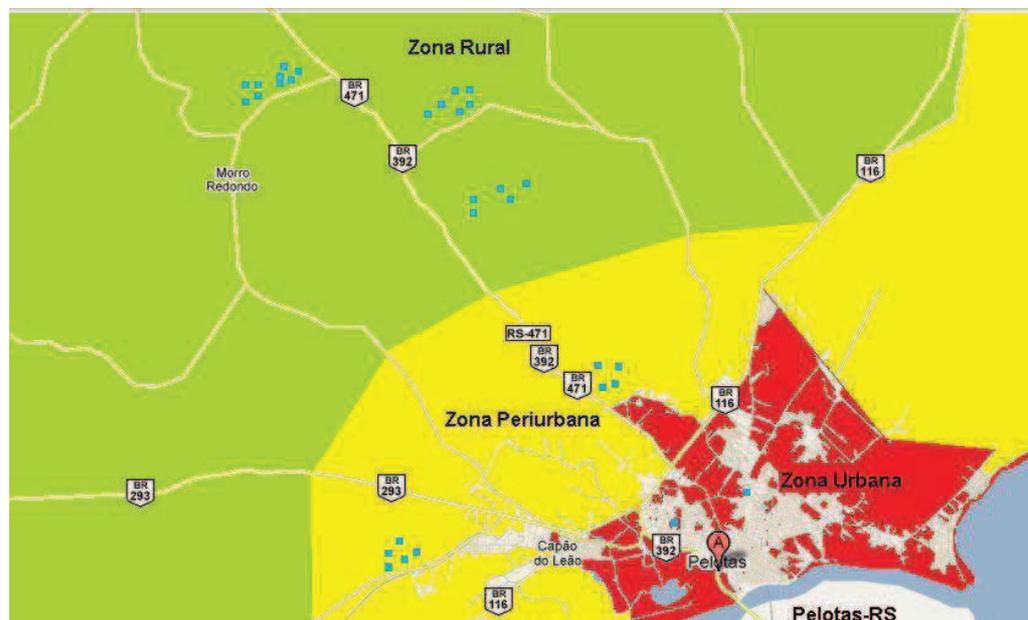


Figura 2. Locais de instalação das armadilhas McPhail e Jackson em pomares comerciais e não comerciais representados pelos pontos azuis. As cores vermelha, amarela e verde indicam a zona urbana, periurbana e rural, respectivamente, da área abrangida pelos municípios de Pelotas, Capão do Leão e Morro Redondo, RS.

Este estudo foi realizado nas safras de 2008/09 a 2010/11 e vem sendo monitorado até a atual safra de 2012/13. Os resultados indicam que houve um aumento na população de *Ceratitis capitata*, entretanto, esta praga continua restrita nas zonas urbanas e peri-urbana. Apesar da coleta eventual de exemplares em armadilhas instaladas em pomares comerciais, danos nos frutos em decorrência de seu ataque não têm sido verificados (RICALDE et al., 2012b).

A duração dos estádios de desenvolvimento é influenciada pela temperatura, sendo que o ciclo biológico (ovo-adulto) é variável de 71 a 17 dias na faixa térmica de 15°C a 30°C, respectivamente (Tabela 2). Estudos realizados com populações de *Ceratitis capitata* provenientes de Pelotas/RS (clima temperado), Campinas/SP (clima subtropical) e Petrolina/PE, (clima tropical) demonstraram que as três populações possuem exigências térmicas próximas de 350, 341 e 328 graus-dia, respectivamente (RICALDE et al., 2012a). O número de gerações por ano para as populações provenientes das regiões de clima temperado, sub-tropical e tropical é de 9, 14 e 18, respectivamente.

Tabela 2. Duração (dias) das fases de desenvolvimento de *Ceratitis capitata* em diferentes temperaturas.

Fase/Período	Temperatura (°C)			
	15	20	25	30
Ovo	7,56	3,27	2,39	2,21
Larva	27,89	11,51	9,53	7,42
Pupa	35,75	15,21	9,43	7,85
Ovo-adulto	71,20	30,00	21,36	17,48

Fonte: Ricalde et al. (2012a).

Grapholita molesta

A mariposa-oriental é originária da Ásia (Extremo Oriente) e foi introduzida no Brasil em 1929, mais especificamente no Estado do Rio Grande do Sul (SILVA et al., 1962) de onde migrou para outros países do continente sul-americano (GONZALEZ, 1989). No Brasil, a praga ocorre em toda a região Centro-Sul, principalmente nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (SALLES, 1998).

A ocorrência da *G. molesta* está associada ao cultivo de frutíferas da família Rosaceae. Embora o pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch.) seja considerado o seu principal hospedeiro ataca, principalmente, o marmeleiro (*Cydonia vulgaris* Pers.), a pereira (*Pyrus communis* L.) e a macieira (*Malus domestica* L.) (ARIOLI, 2007; SALLES 2001).

A temperatura é um dos principais fatores que influencia no desenvolvimento de *Grapholita molesta*. A duração dos estádios de desenvolvimento é inversamente proporcional à temperatura, sendo que para o ciclo biológico a duração varia de 24 a 47 dias na faixa térmica de 30 a 20°C, respectivamente (Tabela 3). Além disto, nas condições da região Sul do Brasil, o inseto pode ter de 4 a 6 gerações por ano e a temperatura, juntamente com o fotoperíodo, são responsáveis por induzir a diapausa durante os meses de inverno (SALLES, 2001; SAUSEN et al., 2011). As exigências térmicas de *G. molesta* para as condições do Brasil foram determinadas por Grellmann (1991), sendo que para o ciclo biológico (ovo-adulto) de *Grapholita molesta*, a temperatura base é de 8,9°C e a constante térmica de 482,0 graus-dia.

Tabela 3. Duração dos estádios de desenvolvimento e do ciclo biológico (ovo-adulto) de *Grapholita molesta*, criada em dieta artificial, sob diferentes temperaturas. Umidade relativa de 75% ± 10% e fotofase de 14 horas.¹

Fase/Período	Temperatura (°C)			
	20	23	26	30
Ovo	5,1	3,8	3,1	2,9
Lagarta	21,5	15,7	12,3	11,0
Pré-pupa	7,9	4,5	3,4	3,0
Pupa	12,3	9,1	7,7	6,8
Ovo-adulto	46,8	33,1	26,5	23,7

Fonte: Grellmann (1991).

Cenários futuros

Anastrepha fraterculus

Com base nas exigências térmicas obtidas por Salles (2000) e na normal climatológica de 1961-1990 (cenário de referência), *Anastrepha fraterculus* pode ter de 9 a 12 gerações por ano, com variações em função da região e da estação climática ao longo do ano (Figura 3). Quando se compara este cenário de referência com os cenários B1 (baixas emissões de gases de efeito estufa) (Figura 3) e A2 (cenário de altas emissões de gases de efeito estufa) (Figura 4), há um incremento da área com maior número de gerações de *Anastrepha fraterculus*. Este aumento pode ser de 3 a 4 gerações a mais por ano, dependendo da área observada, sendo mais acentuado para o cenário A2, considerado o cenário “pessimista”. Dentro desta definição, o cenário pessimista A2 caracteriza-se pela manutenção dos padrões de emissões de gases de efeito estufa (GEE) observados nas últimas décadas, o que implicaria em concentrações atmosféricas de CO₂ de cerca de 850 ppm no ano de 2011; já B1 é o cenário de menores emissões ou cenário “otimista”, com tendência à estabilização das emissões de GEE e concentração, no final deste século, de cerca de 550 ppm (NAKICENOVIC et al., 2000).

Impacto potencial das mudanças climáticas sobre a distribuição geográfica de insetos-praga na cultura do pessegueiro

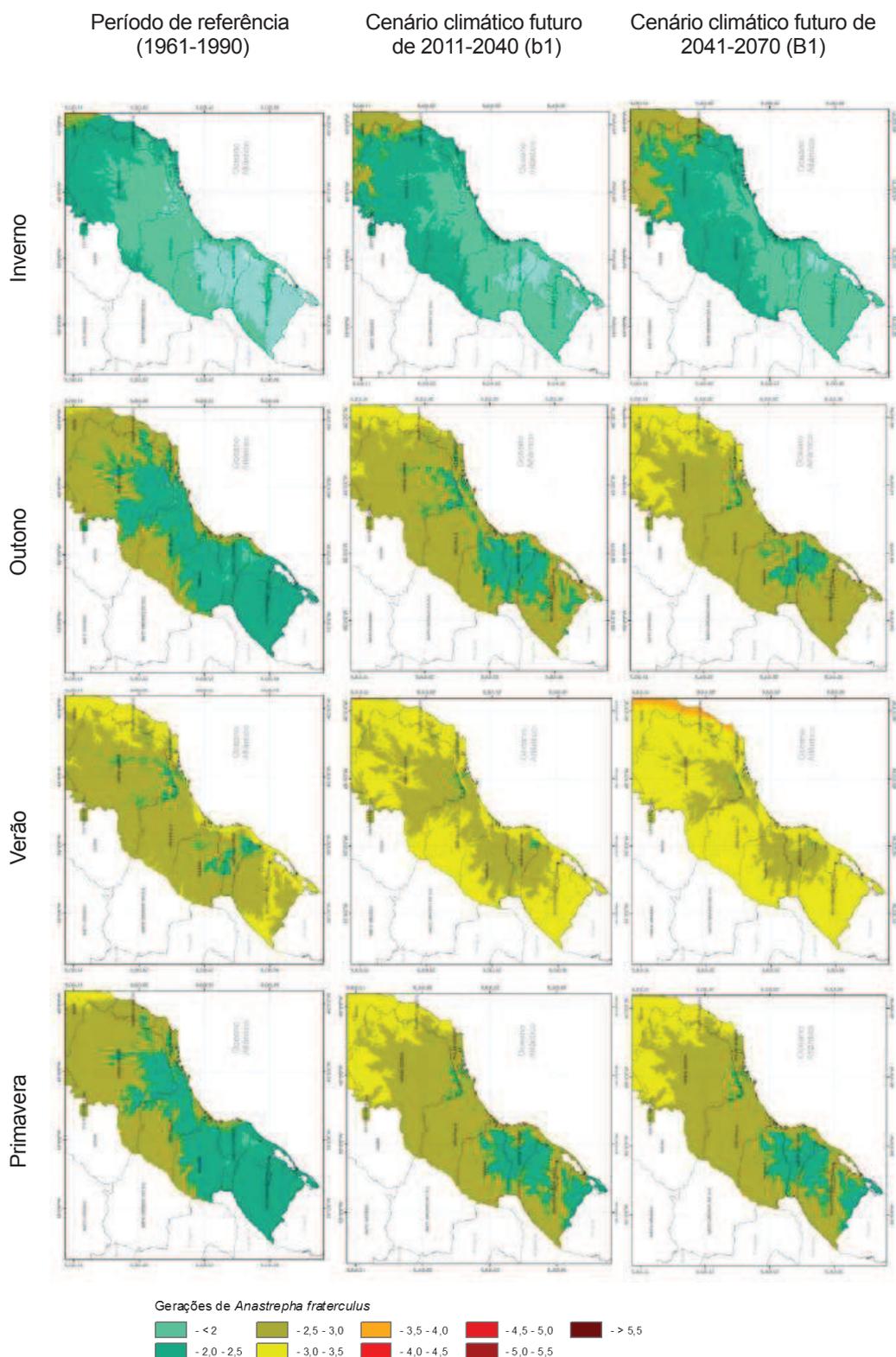


Figura 3. Zoneamento ecológico de *Anastrepha fraterculus* por estação climática baseado no período de referência e no cenário B1 a 40 anos e a 70 anos.

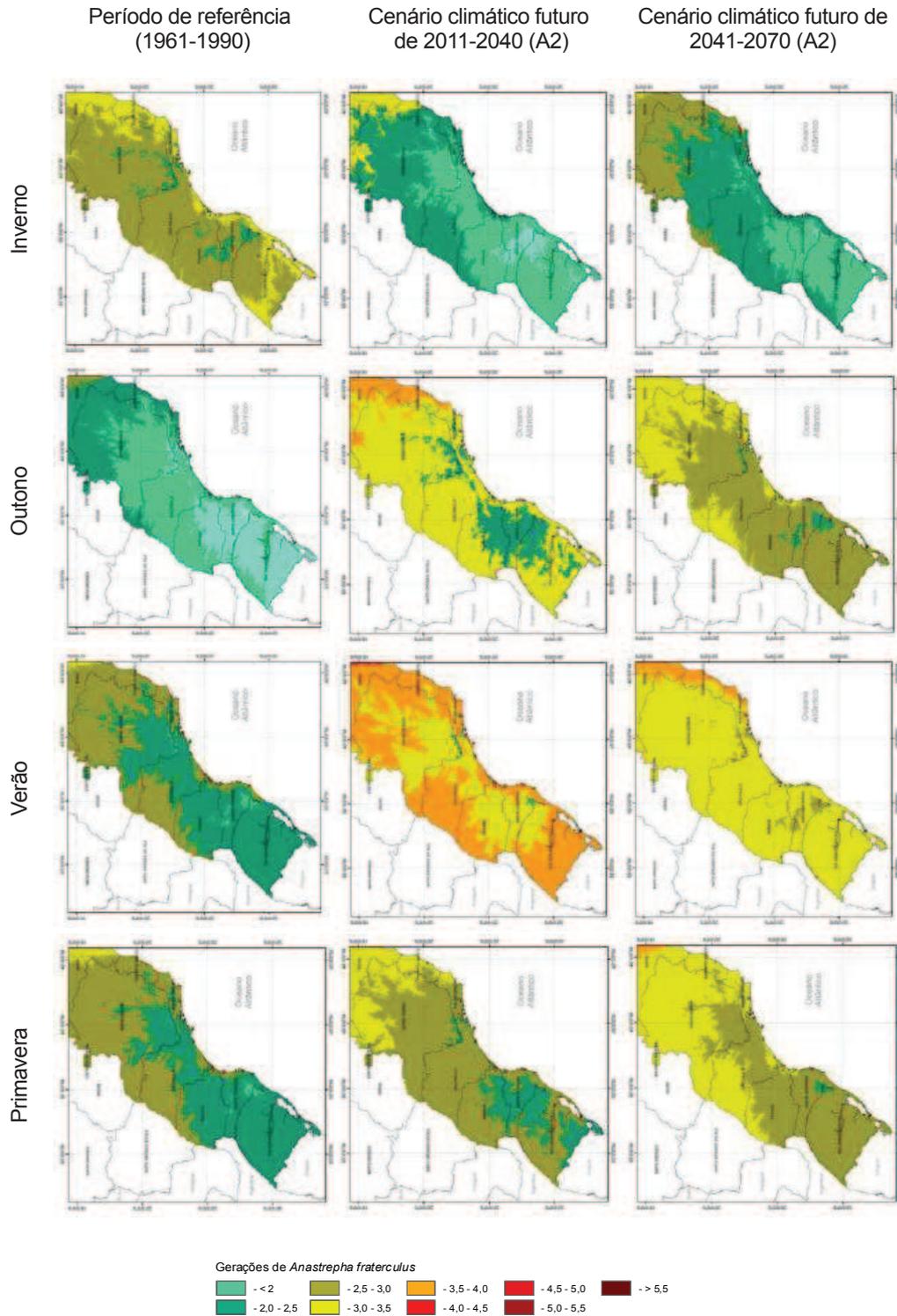


Figura 4. Zoneamento ecológico de *Anastrepha fraterculus* por estação climática baseado no período de referência e no cenário A2 a 40 anos e a 70 anos.

O número de gerações que ocorre em um ano foi calculado pela soma térmica total existente em cada local, dividindo-a pela soma térmica necessária para completar o ciclo de vida do inseto. Esse cálculo foi feito para as regiões Sul e Sudeste do Brasil, usando os dados climáticos organizados por Hamada et al. (2013), que verificou a consistência, os erros e a completude de vários modelos climáticos, selecionando e compilando os melhores, que foram aqueles que representavam melhor a realidade de cada região. A soma térmica foi calculada para o período base 1961-1990 (considerado como período presente) e para as projeções de cenários climáticos futuros, até 2070.

A soma térmica foi calculada pela diferença entre a média das temperaturas máximas e mínimas e a temperatura base. A temperatura base representa o limite abaixo do qual o inseto não se desenvolve por não encontrar condições favoráveis para completar o ciclo de vida. Quando a temperatura mínima é inferior à temperatura base, considera-se o ciclo do inseto paralisado, até que a temperatura se eleve novamente e seja superior à temperatura base. Dessa maneira, no inverno, a duração do ciclo de vida do inseto é maior que no verão, pois, nesse período, com certa frequência, a temperatura cai abaixo do limite.

Os mapas dos números de gerações do inseto no período base e as projeções de cenários futuros foram feitos por regressão linear múltipla, onde foram correlacionadas a variável número de gerações com a altitude, a latitude e a longitude de cada local, usando o modelo numérico do terreno (MNT) do GTOPO30 (ESTADOS UNIDOS, 2017). Os mapeamentos foram feitos em sistemas de informações geográficas, utilizando o programa ArcGIS 10.

A mosca-das-frutas sul-americana não possui diapausa e sobrevive ao inverno (maio a agosto) em hospedeiros da estação, como os citros (*Citrus* spp.) e a nêspera (*Eriobotrya japonica*). Embora o seu

desenvolvimento seja menor em relação às outras estações, a infestação de *Anastrepha fraterculus* nos frutos destas plantas causa perdas econômicas. Esta geração de insetos dará origem às gerações que irão infestar o pêssego, cuja safra na região Sul do Brasil inicia no final de outubro e vai até meados de fevereiro. Assim, se o cenário de aumento da temperatura for efetivado, poderá ocorrer um aumento populacional da mosca-das-frutas sul-americana e conseqüentemente, as perdas também serão maiores.

Atualmente, o manejo de *Anastrepha fraterculus* nos pomares é dificultado, pois os inseticidas fosforados, especialmente os de ação sistêmica, estão sendo retirados do mercado em virtude, principalmente, de questões de contaminação e toxicidade. Assim, pesquisas relacionadas a técnicas de manejo e também a ações de adaptação para atenuar os impactos das mudanças climáticas globais são estratégicas, por exemplo, para manter a população dos insetos nos níveis atuais e evitar maiores perdas.

Ceratitis capitata

Com base nas exigências térmicas para o período de referência de 1961-1990, *Ceratitis capitata* pode ter de 10 a 15,5 gerações durante um ano (Figura 5). Semelhantemente, a *Anastrepha fraterculus* e a *Ceratitis capitata* não possuem diapausa e podem ter de 2 a 3 gerações durante a estação do inverno, dependendo da região. Nas estações de primavera e outono o número de gerações pode variar de 2,5 a 4 e durante o verão pode-se ter de 3 a 4,5 gerações. Como o pessegueiro encontra-se no estágio de frutificação durante os meses de outubro a fevereiro, o número de gerações do inseto que coincide com a produção do pêssego é menor. Assim, pêssegos precoces sofrem uma menor pressão do que os pêssegos tardios, já que ao longo do tempo há um aumento populacional.

Os mapas com o número de gerações de *Ceratitis capitata* foram feitos com a mesma metodologia usada para *Anastrepha fraterculus*, tanto para o período base, quanto para as projeções de cenários futuros.

Com as projeções de cenários realizadas com base nos cenários de mudanças climáticas, há um incremento no número de gerações (Figuras 5 e 6). Para os cenários B1 e A2, tanto nos períodos de 2011-2040 e de 2041-2070, *Ceratitis capitata* poderá ter de 2,5 a 3 gerações a mais, por ano, em relação ao período de referência, dependendo da área observada. Embora não haja uma grande diferença no número de gerações entre os cenários e entre os períodos, observa-se que há um incremento no tamanho das áreas com maior número de gerações.

No caso de *Ceratitis capitata*, os pomares de pessegueiro mais propensos ao ataque, são aqueles localizados no Estado de São Paulo, onde o inseto tem causado danos significativos. Nos pomares do Rio Grande do Sul e Santa Catarina não tem sido observado danos em pomares comerciais, embora a sua presença já tenha sido detectada em pomares comerciais. Entretanto, teme-se que, com o aquecimento global, possa haver um aumento populacional dessa praga, que, como mencionado anteriormente, é considerada a espécie de mosca-das-frutas mais cosmopolita.

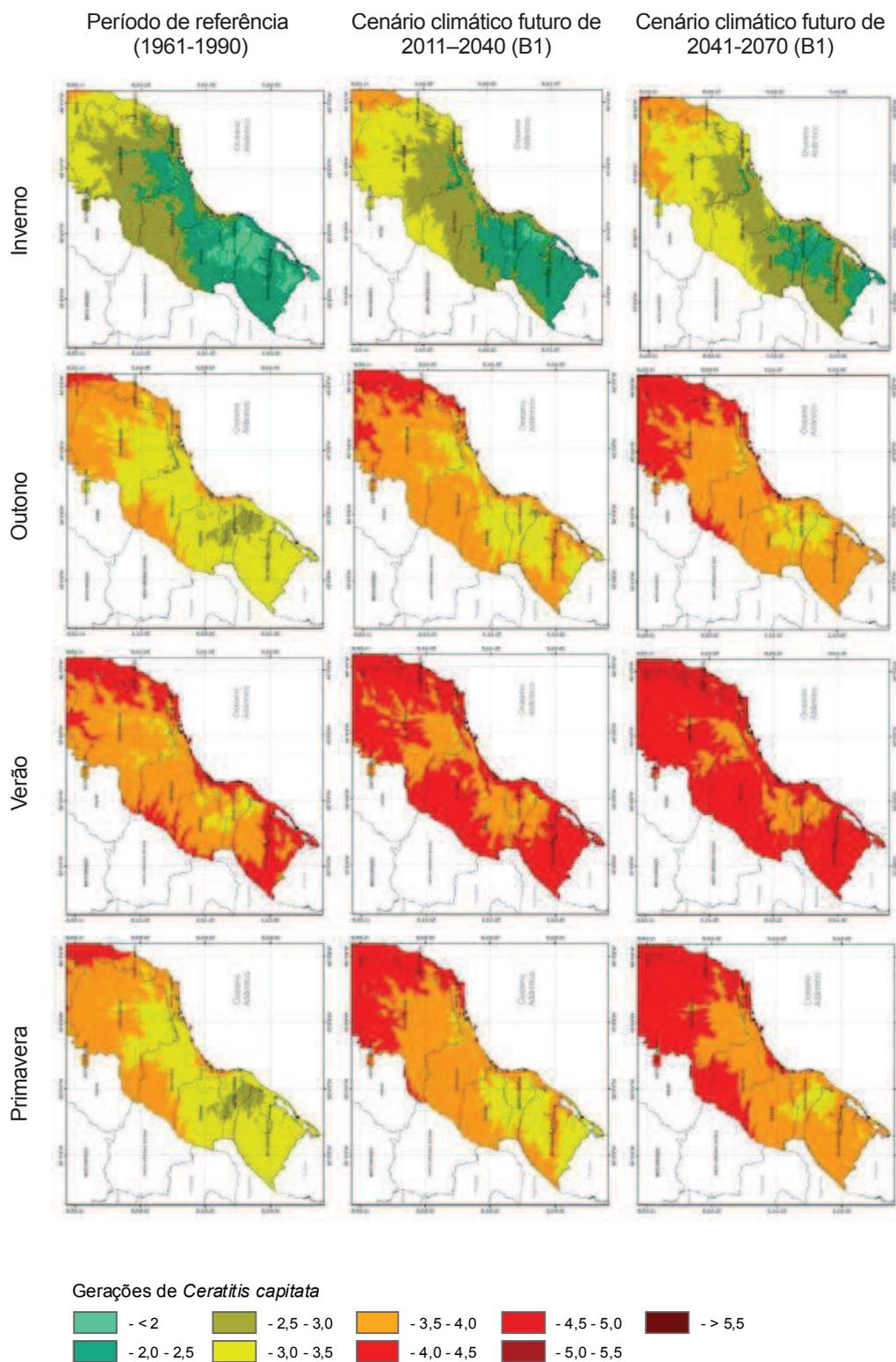


Figura 5. Zoneamento ecológico de *Ceratitis capitata* por estação climática baseado no período de referência e no cenário B1 a 40 anos e a 70 anos.

Impacto potencial das mudanças climáticas sobre a distribuição geográfica de insetos-praga na cultura do pessegueiro

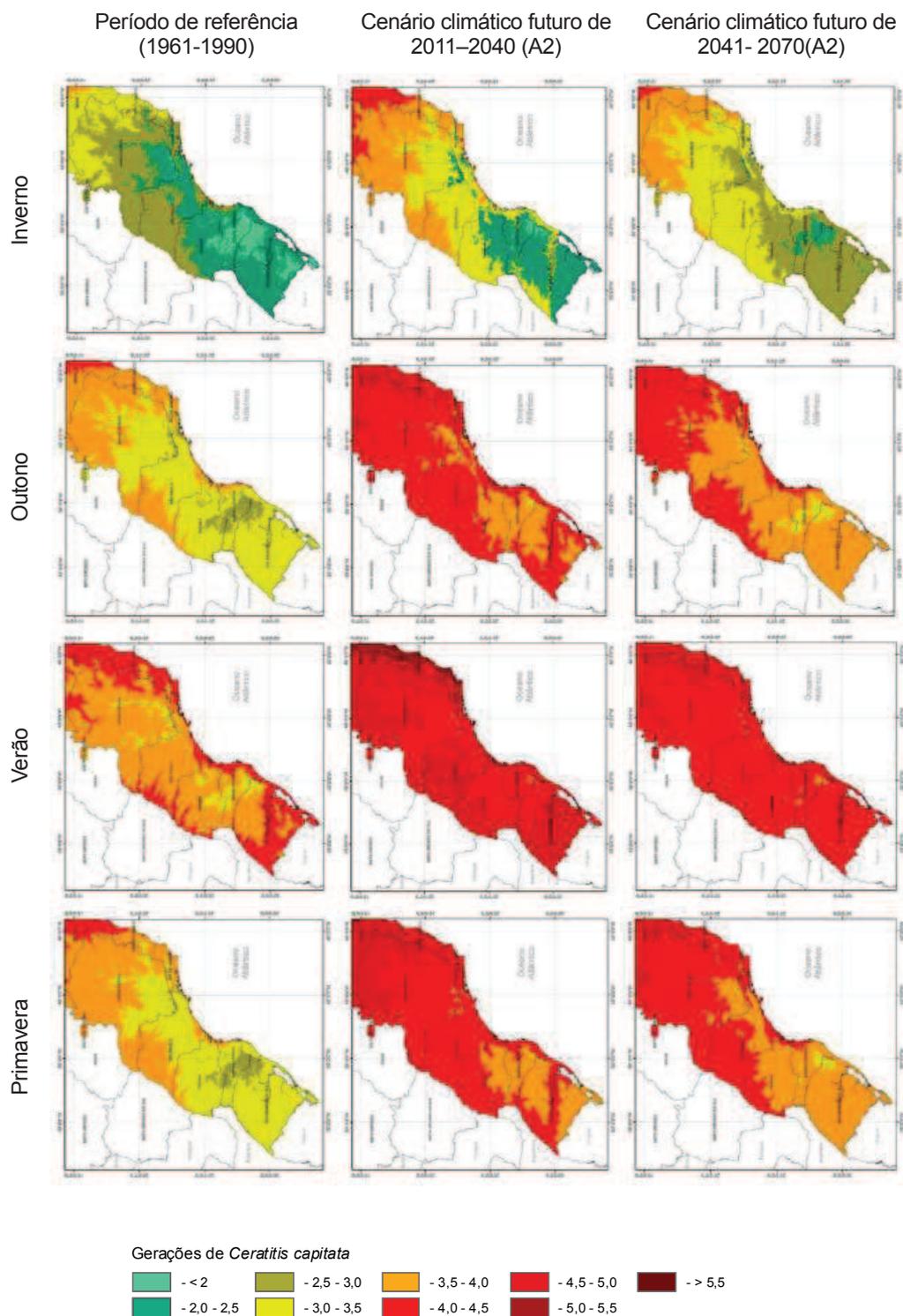


Figura 6. Zoneamento ecológico de *Ceratitis capitata* por estação climática baseado no período de referência e no cenário A2 a 40 anos e a 70 anos.

Grapholita molesta

A partir da temperatura base de 8,9°C e da constante térmica de 482 graus-dia, e através da normal climatológica de 1961-1990 (período de referência), observa-se que a *Grapholita molesta* pode ter de 8 a 12 gerações por ano (Figuras 7 e 8). Entretanto, *Grapholita molesta* possui diapausa durante o inverno, sendo este fenômeno governado pela diminuição das horas de luz e da temperatura (SAUSEN et al., 2011). Assim, pode-se considerar que, durante o inverno, não há seu desenvolvimento e o número de gerações pode variar de 6 a 9,5.

Do mesmo modo que nos casos anteriores, os mapas com o número de gerações de *Grapholita molesta* foram feitos com a mesma metodologia usada para *Anastrepha fraterculus*, tanto para o período base, bem como para as projeções de cenários futuros.

Com o aumento da temperatura prevista no cenário A2, haveria um aumento de 6 a 10 gerações no período de 2011-2040 e de 6,5 a 10,5 gerações para 2041-2070, desconsiderando o período de diapausa. Embora não haja um aumento muito grande no número de gerações, observa-se que, com o aumento da temperatura, há um incremento das áreas onde se tem o maior número de gerações. Para o cenário B1, o número de gerações varia de 6 a 9,5 por ano, sendo que foram observadas diferenças apenas no aumento das áreas geográficas com o maior número de gerações entre os períodos 2011-2040 a 2041-2070.

Impacto potencial das mudanças climáticas sobre a distribuição geográfica de insetos-praga na cultura do pessegueiro

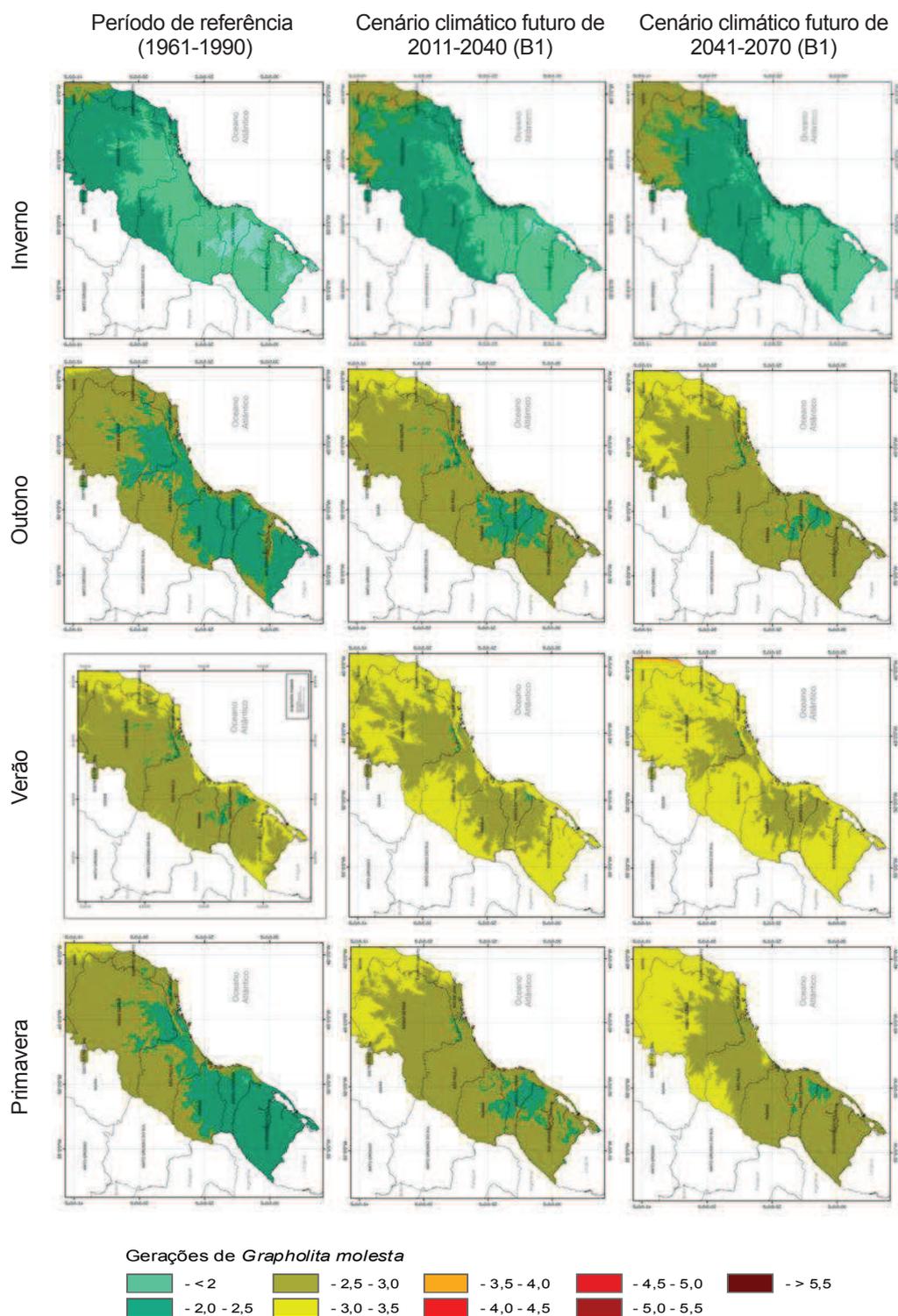


Figura 7. Zoneamento ecológico de *Grapholita molesta* por estação climática baseado no período de referência e no cenário B1 a 40 anos e a 70 anos.

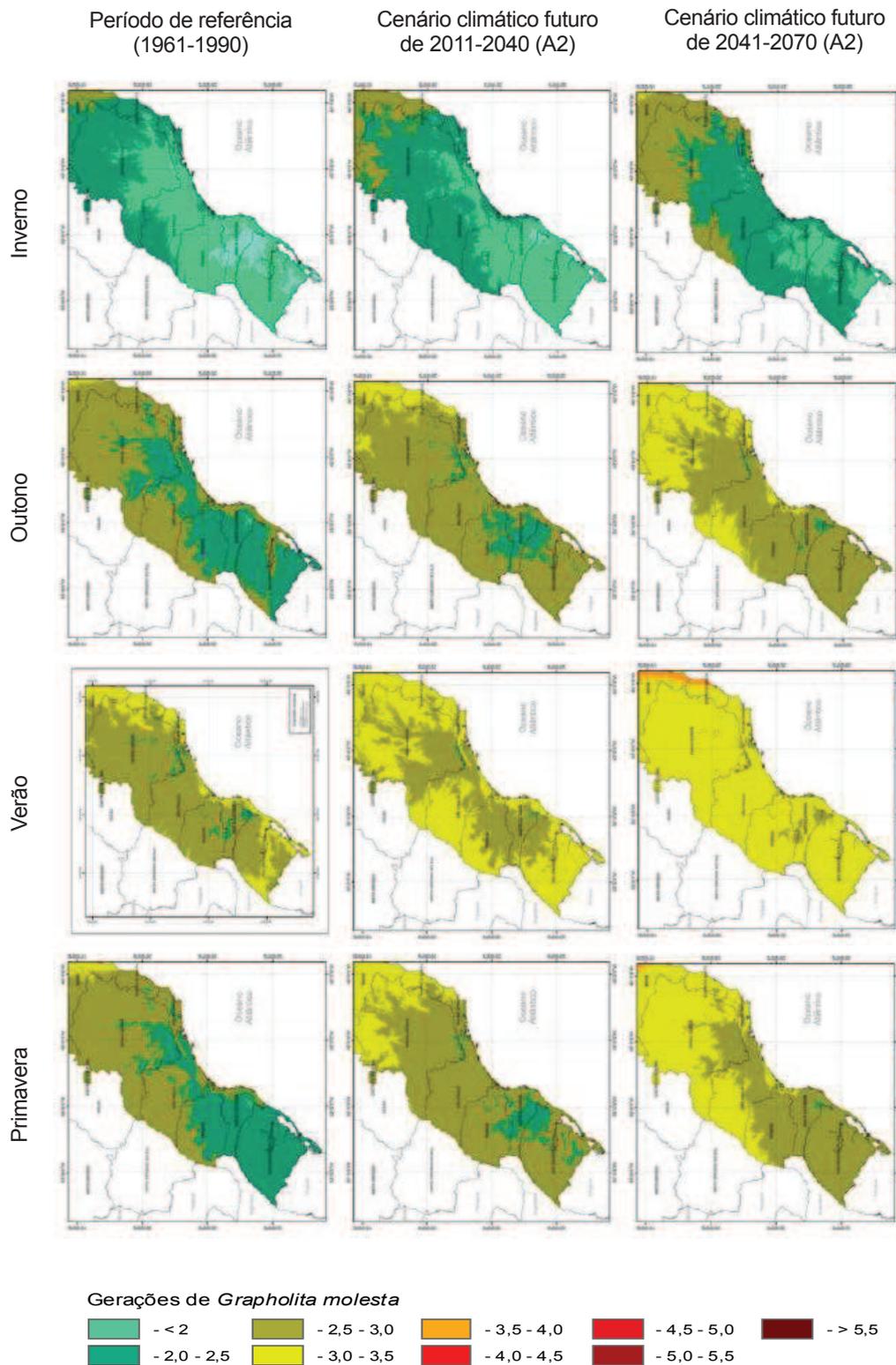


Figura 8. Zoneamento ecológico de *Grapholita molesta* por estação climática baseado no período de referência e no cenário A2 a 40 anos e a 70 anos.

Considerações finais

As mudanças climáticas globais poderão trazer ameaças à produção de pêssego nas condições de clima do Brasil, uma vez que o pessegueiro necessita de um acúmulo mínimo de horas de frio para produzir frutos de qualidade. Além disto, o aquecimento global poderá favorecer a ocorrência de determinados grupos de organismos, deixando a cultura mais suscetível aos problemas fitossanitários.

O impacto potencial do aumento da temperatura sobre o número de gerações de *Anastrepha fraterculus*, *Ceratitis capitata* e *Grapholita molesta* é demonstrado neste capítulo, indicando que poderá haver um aumento populacional destas pragas. Entretanto, as projeções aqui apresentadas devem ser avaliadas levando-se em consideração que há outros fatores que interferem no crescimento populacional desses insetos. Certamente o cenário atual não será o mesmo com o aumento da temperatura, o que sugere a importância de um acompanhamento das populações destes insetos ao longo dos próximos anos, assim como aumentar a compreensão dos efeitos diretos e indiretos da elevação da temperatura sobre as plantas hospedeiras destes insetos e sobre os ciclos de desenvolvimento e ocorrência de seus predadores/concorrentes naturais.

Referências

AGRIANUAL. São Paulo, FNP, 2012. 482 p.

ARIOLI, C. J. **Técnica de criação e controle de *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae) na cultura da macieira**. 2007. 83 f. Tese (Doutorado em Fitossanidade) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

BALE, J. S.; MASTERS, G. J.; HODKINSON, I. D.; AWMACK, C.; MARTIJNBEZEMER, T.; BROWN, V. K.; BUTTERFIELD, J.; BUSE, A.; COULSON, J. C.; FARRAR J.; GOOD, J. G.; HARRINGTON, R.; HARTLEY, S.; JONES, T.H.; LINDROTH, R. L.; PRESS, M. C.; SYMRNIUDIS, I.; WATT, A. D.; WHITTAKER, J. B. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. **Global Change Biology**, v. 8, n. 1, p. 1-16, 2002.

BISOGNIN, M.; NAVA, D. E.; LISBOA, H.; BISOGNIN, A. Z.; GARCIA, M. S.; VALGAS, R. A.; DIEZ-RODRÍGUEZ, G. I.; BOTTON, M.; ANTUNES, L. E. C. Biologia da mosca-das-frutas sul-americana em frutos de mirtilheiro, amoreira-preta, araçazeiro e pitangueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 48, n. 2, p. 141-147, 2013.

BOTTON, M.; NAVA, D. E.; ARIOLI, C. J.; GRUTZMACHER, A. D.; GARCIA, M. S. **Bioecologia, monitoramento e controle da mariposa-oriental na cultura do pessegueiro no Rio Grande do Sul**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2011. 12 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 86).

CORNELISSEN, T. Climate change and its effects on terrestrial insects and herbivory patterns. **Neotropical Entomology**, v. 40, n. 2, p.155-163, 2011.

ESTADOS UNIDOS. Geological Survey. National Mapping Division. **Global 30 arc second elevation data**. Disponível em: <<https://ita.cr.usgs.gov/GTOPO30>>. Acesso em: 20 jul. 2017.

FEHN, L. M. Coleta e reconhecimento de moscas das frutas na Região Metropolitana de Curitiba e Irati, Paraná, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 42, n. 10, p.199-208, 1981.

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

GONZALEZ, R. H. **Insectos y acaros de importância agrícola y cuarentenária en Chile**. Santiago: Universidad de Chile, 1989. 310 p.

GRELLMANN, E. O. **Exigências térmicas e estimativa do número de gerações de *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Olethreutidae) em Pelotas, RS**. 1991. 43 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

HAMADA, E.; GHINI, R.; MARENGO, J. A.; OLIVEIRA, B. S.; NOGUEIRA, S. M. C. **Atlas digital dos cenários climáticos projetados para o Brasil com base no Quarto Relatório do IPCC (2007):** variáveis de interesse agrícola Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2013. 1 CD ROM. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 96).

HERTER, F. G.; WREGE, M. S.; TONIETTO, J.; FLORES, C. A. Adaptação edafoclimática. In: RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. (Ed.). **Pessegueiro**, Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 45-56.

KOVALESKI, A. **Processo adaptativo na colonização da maçã (*Malus domestica* L.) por *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) na região de Vacaria, RS.** 1997. 122 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

LIQUIDO, N. J.; SHINODA, L. A.; CUNNINGHAM. **Host plants of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): an annotated world review.** Lanham: Entomological Society of America, 1991. 52 p. (Miscellaneous Publications of the Entomological Society of America, 77).

LORENZATO, D. Controle integrado de moscas-das-frutas em frutíferas rosáceas. **Ipagro Informa**, v. 1, p. 57-70, 1988.

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

MARODIN, G. A. D.; SARTORI, I. A. Situação das frutas de caroço no Brasil e no mundo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FRUTAS DE CAROÇO: PÊSSEGOS, NECTARINAS E AMEIXAS, 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000, p. 7-16.

MEEHL, G. A.; STOCKER, T. F. (Coord.). Global climate projections. In: SOLOMON, S., QIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K. B.; TIGNOR, M.; MILLER, H. L. (Ed.). **Climate change 2007: the physical science basis: contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge: Cambridge University Press, 2007. p. 747-845.

NAKICENOVIC, N.; DAVIDSON, O.; DAVIS, G.; GRÜBLER, A.; KRAM, T.; LA ROVERE, E. L.; METZ, B.; MORITA, T.; PEPPER, W.; PITCHER, H.; SANKOVSKI, A.; SHUKLA, P.; SWART, R.; WATSON, R.; DADI, Z. **Emissions scenarios.** Cambridge: Cambridge University Press, 2000. (IPCC Special Reports). Disponível em: <<http://pure.iiasa.ac.at/6101/2/sres-en.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2017.

NAVA, D. E.; BOTTON, M. **Bioecologia e controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* em pessegueiro**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 29 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 315).

NAVA, D. E.; BOTTON, M.; ARIOLI, C. J.; GARCIA, M. S.; GRUTZMACHER, A. D. Insetos e ácaros-praga. In: RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. (Ed.) **Pessegueiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 433-486.

NAVA, D. E.; MELO, M.; COUTO, M. E.; CUNHA, D. D. Mais agressiva. **Cultivar - Hortaliças e Frutas**, v. 8, n. 48, p. 32-33, 2008.

NUNES, A. M.; MULLER, F. A.; GONCALVES, R. S.; GARCIA, M. S.; COSTA, V. A.; NAVA, D. E. Moscas frugívoras e seus parasitoides nos municípios de Pelotas e Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v. 42, n. 1, p. 6-12, 2012.

RICALDE, M. P.; NAVA, D. E.; LOECK, A. E.; DONATTI, M. G. Temperature-dependent development and survival of Brazilian populations of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*, from tropical, subtropical and temperate regions. **Journal of Insect Science**, Maddisson, v. 12, article 29, 2012a.

RICALDE, M. P.; NAVA, D. E.; LOECK, A. E.; DONATTI, M. G.; LISBOA, H. **Monitoramento de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) em pomares nos municípios de Pelotas, Capão do Leão e Morro Redondo, RS**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012b. 23 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 167).

SALLES, L. A. B. Biologia e ciclo de vida de *Anastrepha fraterculus* (Wied.). In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.) **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Holos, Ribeirão Preto, Cap. 8 p. 81-86, 2000.

SALLES, L. A. B. Emergência dos adultos de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) durante o outono e inverno em Pelotas, RS. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 22, n. 1, p. 63-69, 1993.

SALLES, L. A. B. Mariposa-oriental, *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae). In VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (eds) **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Holos Editora, Ribeirão Preto. 2001. 173 p.

SALLES, L. A. B. Principais pragas e seu controle. In: BARBOSA, C. A.; RASEIRA, M. C. B. (Ed.) **A cultura do pessegueiro**. Brasília, DF: Embrapa SPI, 1998. 350 p.

SALLES, L. A. B.; KOVALESKI, A. Mosca-das-frutas em macieira e pessegueiro no Rio Grande do Sul. **Hortisul**, v. 1, p. 5-9, 1990.

SAUSEN, C. D.; SANT'ANA, J.; REDAELLI, L. R.; PIRES, P. D. S. Diapause initiation and alterations in the life cycle of *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) as induced by photoperiodic conditions. **Neotropical Entomology**, v.40, n. 5, p. 529-532, 2011.

SILVA, A. G.; GONÇALVES, C. R.; GALVÃO, D. M.; GONÇALVES, A. J. L.; GOMES, J.; SILVA, M. N.; SIMONI, L. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil**. Rio de Janeiro: Mara-SDSV, 1962. 622 p.

SOUZA FILHO, M. F.; RAGA, A.; AZEVEDO FILHO, J. A.; STRIKIS, P. C.; GUIMARÃES, J. A.; ZUCCHI, R. A. Diversity and seasonality of fruit flies (Diptera: Tephritidae and Lonchaeidae) and their parasitoids (Hymenoptera: Braconidae and Figitidae) in orchards of guava, loquat and peach. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 1, p. 31-40, 2009.

STEINMETZ, S.; SIQUEIRA, O. J. W.; WREGGE, M. S.; HERTER, F. G.; REISSER JÚNIOR, C. Aumento da temperatura mínima do ar na região de Pelotas, sua relação com o aquecimento global e possíveis conseqüências para o arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 14. Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2005. 1 CD-ROM.

ZUCCHI, R. A. Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A., CANTOR, F. (Ed.). **Pragas introduzidas no Brasil**, Ribeirão Preto: Holos, 2001. p. 15-22.

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