

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade



Dissertação

Distribuição espacial e temporal de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) na cultura da videira

**Juliete Maria Frighetto**

Pelotas, 2015.

**JULIETE MARIA FRIGHETTO**

**Distribuição espacial e temporal de *Anastrepha fraterculus* (Wied.)  
(Diptera: Tephritidae) na cultura da videira**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Fitossanidade (área do conhecimento: Entomologia).

Orientador: Dr. Marcos Botton

Co-Orientador: Dr. Alci Enimar Loeck

Pelotas, 2015.

Dados de catalogação na fonte:

Ubirajara Buddin Cruz – CRB-10/901

Biblioteca de Ciência & Tecnologia - UFPel

F912d Frighetto, Juliete Maria

Distribuição espacial e temporal de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) na cultura da videira / Juliete Maria Frighetto. – 71f. : il. – Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Entomologia. Universidade Federal de Pelotas. Instituto de Biologia. Pelotas, 2015. – Orientador Marcos Botton ; coorientador Alci Enimar Loeck.

1.Entomologia. 2.Inverso do quadrado da distância. 3.Mosca-das-frutas sul-americana. 4.Variabilidade espacial. 5.*Vitis vinifera*. I.Botton, Marcos. II.Loeck, Alci Enimar. III.Título.

CDD: 638.577

**Banca examinadora:**

---

Pesquisador Dr. Marcos Botton  
(Orientador)

---

Professor Dr. Flávio Roberto Mello Garcia  
(Universidade Federal de Pelotas)

---

Professora Dra. Luiza Rodrigues Redaelli  
(Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

---

Professor Dr. Valmir Aita  
(Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria)

Ofereço e Dedico

A minha família, pelo amor,  
apoio e compreensão em todos os momentos.

Ao meu marido Allan C. B. Guerra,  
pelo carinho, apoio e paciência durante o mestrado.

## **Agradecimento**

Ao pesquisador Dr. Marcos Botton, pelas oportunidades concedidas, pela orientação durante o mestrado e pelo apoio e ensinamentos desde o final do curso de graduação.

Ao professor Dr. Alci Enimar Loeck, pela co-orientação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da Universidade Federal de Pelotas–PPGF/UFPel, pela oportunidade de realização do mestrado.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade (PPGFs) da UFPel, pelos ensinamentos transmitidos.

Aos colegas de mestrado e doutorado do Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade (PPGFs) da UFPel pelo companheirismo e auxílio durante a realização do mestrado.

A todos os colegas do Laboratório de Entomologia e funcionários da Embrapa Uva e Vinho que me auxiliaram na condução do experimento: Aline Nondillo, André Massutti, Elisangela Caroline Galzer, Ervalino Giacomeli, Gilmar Soligo, Inana Schutze, Jeovana Ceresa, Joel Pasinato, Lígia Caroline Bortoli, Marcelo Zanelato, Morgana Mattiello Baldin, Ruben Machota Junior, Simone Andzeiewski, Vânia Maria Ambrosi Sganzerla e Vitor Cezar Pacheco.

Aos colegas do Instituto Federal de Tecnologia, Ciência e Educação de Bento Gonçalves, Evandro Ficagna, Luis Henrique Gularte Ferreira, Rodrigo Vieira Luciano e Roselaine Neves Machado pelo apoio e ajuda na análise dos dados.

A todas as pessoas que contribuíram para meu sucesso, crescimento pessoal e profissional.



“A melhor de todas as coisas é aprender.  
O dinheiro pode ser perdido ou roubado,  
a saúde e a força podem falhar, mas o que  
você dedicou à sua mente é seu pra sempre.”

Louis L' Amour

**Resumo**

FRIGHETTO, Juliete Maria. **Distribuição espacial e temporal de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) na cultura da videira.** 2015. 71f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

A mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wied) é uma das principais espécies pragas de importância econômica na cultura da videira na Região Sul do Brasil. O trabalho avaliou a distribuição espacial e temporal da mosca-das-frutas sul-americana durante duas safras (2013/14 e 2014/15) em duas áreas comerciais de videira da cv. Moscato Branco. O estudo foi realizado com armadilhas confeccionadas com garrafas plásticas de polietileno tereftalato transparentes, iscadas com o atrativo alimentar CeraTrap<sup>®</sup> (sem diluição). As avaliações foram realizadas quinzenalmente, contando-se o número total de adultos capturados por armadilha, os quais foram identificados. As análises consistiram na flutuação populacional, na correlação entre os insetos e os elementos climáticos, na análise exploratória dos dados através estatística descritiva clássica e dos semivariogramas, e a distribuição espacial e temporal foi avaliada por meio de índices de dispersão e agregação e mapas temáticos, empregando o interpolador IDQ. A flutuação populacional da mosca-das-frutas sul-americana não foi afetada pelos elementos climáticos. A densidade das moscas foi maior no período de maturação da videira. Os semivariogramas mostraram que na maioria das avaliações ocorreu efeito pepita puro, indicando ausência de dependência espacial dos dados. Através dos índices de dispersão e agregação e dos mapas temáticos, foi observado que a *A. fraterculus* (Wied) apresenta distribuição espacial agregada, com comportamento invasivo das bordas para o centro.

Palavras-chave: Inverso do quadrado da distância. Variabilidade espacial. Mosca-das-frutas sul-americana. *Vitis vinifera*.

**Abstract**

FRIGHETTO, Juliete Maria. **Spatial and temporal distribution of *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) in vineyards.** 2015. 71f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

The South American fruit fly *Anastrepha fraterculus* (Wied) is a major pest species of economic importance in vineyards in southern Brazil. The study evaluated the spatial and temporal distribution of the South American fly the fruit for two seasons (2013/14 and 2014/15) in two commercial vineyards cv. Moscato white. The study was conducted with traps made with transparent plastic bottles of polyethylene terephthalate, with food bait CeraTrap® lure (without dilution). The evaluations were performed every two weeks, counting the total number of adults caught per trap, which were identified. Analyses consisted of a fluctuation in the correlation between insects and climatic elements in exploratory data analysis through classic descriptive statistics and semivariograms, and the spatial and temporal distribution was evaluated using dispersion index and aggregation and thematic maps, employing the interpolation IDW. The fluctuation of the South American fly the fruit was not affected by climatic factors. The density of the flies was higher in the grapevine ripening period. The semivariograms showed that most of the reviews was pure nugget effect, indicating absence of spatial dependence of the data. Through the dispersion indexes and aggregation and thematic maps, it was observed that *A. fraterculus* (Wied) has aggregated spatial distribution, with invasive behavior of edges to the center.

Keywords: Inverse Distance Weighting. Spatial variability. South American fruit fly. *Vitis vinifera*

**Lista de Figuras**

Figura 1	Parâmetros do semivariograma.....	21
Figura 2	Vista aérea do vinhedo (Área 1) comercial da cultivar Moscato Branco e seu entorno, localizado no município de Farroupilha, RS, 2014.....	32
Figura 3	Vista aérea do vinhedo (Área 2) comercial da cultivar Moscato Branco, e seu entorno, localizado no município de Farroupilha, RS, 2014.....	33
Figura 4	Armadilhas PET iscadas com a proteína hidrolisada CeraTrap <sup>®</sup> , de 2000mL, safra 2013/14 (A) e 600mL, safra 2014/2015 (B).....	34
Figura 5	Número médio de <i>Anastrepha fraterculus</i> capturadas por dia (MAD) em 62 armadilhas (safra 2013/14) e 65 armadilhas (safra 2014/15) de captura massal na cultura da videira, cv. Moscato Branco, área 1. Farroupilha, RS.....	40
Figura 6	Número médio de <i>Anastrepha fraterculus</i> capturadas por dia (MAD) em 139 armadilhas (safra 2013/14) e 131 armadilhas (safra 2014/15) de captura massal na cultura da videira, cv. Moscato Branco, área 2. Farroupilha, RS.....	41
Figura 7	Mapas temáticos indicando a distribuição espacial e temporal de <i>A. fraterculus</i> em videira, cv. Moscato Branco na área 1. Farroupilha, RS, safra 2013/14.....	54
Figura 8	Mapas temáticos indicando a distribuição espacial e temporal de <i>A. fraterculus</i> em videira, cv. Moscato Branco na área 2. Farroupilha, RS, safra 2013/14.....	55
Figura 9	Mapas temáticos indicando a distribuição espacial e temporal de <i>A. fraterculus</i> em videira, cv. Moscato Branco na área 1. Farroupilha, RS, safra 2014/15.....	56
Figura 10	Mapas temáticos indicando a distribuição espacial e temporal de <i>A. fraterculus</i> em videira, cv. Moscato Branco na área 2. Farroupilha, RS, safra 2014/15.....	57

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1	Estudos realizados utilizando índices de dispersão com insetos.....	30
Tabela 2	Correlação entre elementos climáticos e capturas de <i>A. fraterculus</i> durante a safra 2013/14 e 2014/15, na cultura da videira, cv. Moscato Branco. Farroupilha, RS.....	42
Tabela 3	Estatística descritiva do número de adultos de <i>A. fraterculus</i> capturados em armadilhas PET de captura massal, em dois pomares comerciais de videira da cv. Moscato Branco. Farroupilha, RS, 2013/14 e 2014/15.....	44
Tabela 4	Parâmetros para ajuste do semivariograma das avaliações de <i>A. fraterculus</i> em dois pomares comerciais de videira da cv. Moscato Branco. Farroupilha, RS, 2013/14 e 2014/15.....	47
Tabela 5	Índices de agregação e dispersão de <i>A. fraterculus</i> em dois pomares comerciais de videira da cv. Moscato Branco. Farroupilha, RS, 2013/14 e 2014/14.....	49

## Sumário

<b>1. Introdução</b> .....	14
<b>2. Revisão de literatura</b> .....	16
2.1 Mosca-das-frutas sul-americana <i>Anastrepha fraterculus</i> (Wied.) em videira.....	16
2.2 Captura massal de mosca-das-frutas .....	17
2.3 Geoestatística .....	19
2.4 Interpoladores .....	23
2.5 Distribuição espacial e temporal de moscas-das-frutas.....	24
2.6 Índices de agregação e dispersão.....	30
<b>3. Material e Métodos</b> .....	32
<b>4. Resultados e Discussão</b> .....	38
4.1 Espécies de mosca-das-frutas encontradas nas áreas experimentais .....	38
4.2 Flutuação populacional de adultos <i>A. fraterculus</i> (Wied.) em videira .....	38
4.3 Análise exploratória e estrutural dos dados de captura .....	43
4.4 Análise da distribuição espacial e temporal de <i>A. fraterculus</i> (Wied.).....	48
<b>5. Conclusões</b> .....	58
<b>6. Referências Bibliográficas</b> .....	59

## 1. Introdução

O Rio Grande do Sul é o maior produtor de uvas para processamento do Brasil (IBGE, 2013) com 80,2% da área cultivada concentrada na microrregião de Caxias do Sul (MELLO; MACHADO, 2013). Dentre as principais cultivares de uvas finas brancas para processamento cultivadas no Estado, as do grupo Moscato (*Vitis vinifera* L.) se destacam para a elaboração de espumantes do tipo moscatel, além de vinho branco fino (GIOVANNINI, 2014). O município de Farroupilha, que pertence a microrregião de Caxias do Sul é o maior produtor nacional de uvas do grupo Moscato ocupando a segunda posição do Estado na produção de uvas para processamento (AFAVIN, 2012), além de possuir a indicação de procedência geográfica da cultivar.

Na região Sul do Brasil, a mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wiedmann, 1830) (Diptera: Tephritidae) é uma das principais espécies de insetos praga associada à cultura da videira (FORMOLO et al., 2011; ZART; BOTTON; FERNANDES, 2011). A importância econômica deste inseto na cultura foi por muitos anos relegada a um plano secundário, no entanto, devido a atual pressão do mercado pelo aumento da qualidade do produto final, a mesma passou a ser considerada primária, principalmente nas cultivares de película branca (ZART; BOTTON; FERNANDES, 2011).

O dano do inseto é decorrente da punctura de oviposição e das galerias causadas pelo desenvolvimento das larvas, visível principalmente nas cultivares de película branca (SORIA, 1985; ZART; BOTTON; FERNANDES, 2011). Além disso, Soria (1985) relata que, no momento da punctura são liberadas bactérias e fungos, os quais pela ação enzimática transformam os componentes da baga em substratos assimiláveis pelas larvas, tornando-as impróprias ao consumo ou reduzindo a qualidade do produto final das uvas para processamento. Machota Jr et al. (2013a)

avaliaram os patógenos associados a *A. fraterculus* (Wied.) na cultura da videira e identificaram a presença de diversas espécies prejudiciais a cultura, tais como *Botrytis cinerea*, *Cladosporium* spp., *Colletotrichum* spp. e *Penicillium* spp, fator que aumenta a relevância da espécie no cultivo pelo potencial de dispersão de patógenos causadores de doenças.

Informações sobre a flutuação populacional dos adultos de mosca-das-frutas é fundamental para o manejo da praga nos pomares. Nesse sentido, diversos trabalhos de pesquisa foram conduzidos na região Sul do Brasil em diferentes frutíferas (SALLES; KOVALESKI, 1990; GARCIA; CORSEUIL, 1998; KOVALESKI; RIBEIRO, 2002; NONDILO et al., 2007; ZART, 2008; CHAVARRIA et al., 2009). No entanto, estudos de distribuição espacial desse grupo de insetos são escassos, sendo fundamental para o estabelecimento de estratégias de monitoramento e controle permitindo também compreender as interações inseto-planta-ambiente (JOURNEL, 1983; GYENGE; TRUMPER; EDELSTEIN, 1999).

Uma das formas usadas para conhecer a distribuição espacial de um inseto no pomar é através do emprego de índices de agregação ou dispersão. Esses índices permitem determinar a distribuição espacial de determinado indivíduo sem identificar a sua posição no espaço. Mais recentemente, o Sistema de Informações Geográficas (SIG) juntamente com a geoestatística e interpoladores matemáticos tem sido empregados com o objetivo de avaliar a distribuição espacial de diferentes espécies de pragas. No caso da mosca-das-frutas, os trabalhos foram conduzidos no norte da Grécia (PAPADOULOS; KATSOYANNOS; NESTEL, 2003), em Israel (ISRAELY et al., 2005), na Espanha (ALEMANY et al., 2006; MUÑOZ; MARÍ, 2009), no México e Guatemala (MIDGARDEN; LIRA, 2006; UTGÉS et al., 2011), no Caribe (Honduras) (EPSKY et al., 2010), na Itália (SCIARRETTA; TREMATERRA, 2011), no Havaí (LEBLANC et al., 2012), na Grécia (CASTRIGNANÒ et al., 2012), em Portugal (PIMENTEL et al., 2014) e no Brasil nas culturas dos citros e goiaba (ALMEIDA et al., 2011; JAHNKE et al., 2014). No caso da cultura da videira, não existem informações acerca da distribuição espacial da espécie na região da Serra Gaúcha, principal polo produtor de uvas para processamento do Brasil.

Esse trabalho teve como objetivo avaliar a distribuição espacial e temporal de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) na cultura da videira.

## 2. Revisão de literatura

### 2.1 Mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wied.) em videira

O gênero *Anastrepha* possui 115 espécies descritas no Brasil, das quais sete são de importância econômica (ZUCCHI, 2015). A mosca-das-frutas sul-americana, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae), é uma das mais importantes pragas da fruticultura na Argentina, Uruguai e nos Estados do Sul e Sudeste do Brasil (MALAVASI; ZUCCHI; SUGAYAMA, 2000). É uma espécie multivoltina, apresentando no mínimo seis gerações anuais (MACHADO; SALLES; LOECK, 1995). Além disso, é polífaga, sendo conhecidos 81 hospedeiros (ZUCCHI, 2015) que facilitam sua reprodução sucessiva ao longo do ano (NORA; HICKEL, 2006).

A importância econômica das moscas-das-frutas varia segundo o país, a região, o hospedeiro e a época do ano. No caso da cultura da videira, na região Sul do Brasil a maior incidência da espécie ocorre entre os meses de novembro a março (NONDILLO et al., 2007; ZART, 2008; CHAVARRIA et al., 2009). Embora a videira não seja considerada um hospedeiro preferencial da *A. fraterculus* (BOTTON; HICKEL; SORIA, 2003), os prejuízos causados por esse inseto no cultivo resultam na queda de bagas devido à punctura de oviposição e desenvolvimento das larvas, que consomem a polpa provocando o seu apodrecimento (ENGELBRECHT; HOLZ; PRINGLE, 2004; ZART; BOTTON; FERNANDES, 2011). Além disso, pode ser fonte de inóculo para patógenos, como *Cladosporium* spp., *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum* spp. e *Penicillium* spp. (MACHOTA JR. et al., 2013a).

Em trabalhos conduzidos com as cultivares Isabel, Cabernet Sauvignon e Moscato Embrapa foi observado que os cachos infestados com *A. fraterculus* no início da maturação e maturação plena, apresentaram maior índice de podridões (ZART;

BOTTON; FERNANDES, 2011). O maior índice de deformações foi encontrado quando as infestações ocorreram no estágio de grão ervilha com uma queda média de 7,74% bagas por cacho.

## 2.2 Captura massal de mosca-das-frutas

A captura massal de insetos pragas é uma estratégia utilizada em mais de 10 milhões de hectares em culturas comerciais de todo o mundo, principalmente para o controle de insetos da ordem Coleoptera, Diptera, Hemiptera e Lepidoptera, (WITZGALL; KIRSCH; CORK, 2010). A captura massal utiliza armadilhas com atrativos alimentares e/ou sexuais sendo uma das estratégias mais antigas para a supressão populacional e a erradicação de insetos-praga (STEINER, 1952). A técnica consiste no emprego de uma alta densidade de armadilhas contendo atrativos por unidade de área, os quais liberam substâncias voláteis capazes de atrair os insetos, fazendo com que estes sejam capturados e mortos (EL SAYED et al., 2006). O sucesso da captura massal é dependente do emprego de atrativos competitivos com as fontes naturais de atração (MOTTUS et al., 1996) devendo ser alta o suficiente para reduzir os níveis de infestação de pragas nos pomares (LASA et al., 2014).

No caso das moscas-das-frutas, diversos fatores estão envolvidos na captura dos adultos destacando-se a eficiência do atrativo e o tipo de armadilha empregado (NASCIMENTO; CARVALHO; MALAVASI, 2000). Desde 1918, atrativos alimentares a base de proteína hidrolisada, soluções de açúcar fermentado, suco de frutas e vinagre tem sido empregados para capturar adultos machos e fêmeas de várias espécies de moscas-das-frutas (OIEA, 2005). No Brasil, os principais atrativos alimentares utilizados para o monitoramento de mosca-das-frutas incluem o melão de cana, o açúcar mascavo, suco de frutas, proteínas hidrolisadas (LEMOS et al., 2002; ALVARENGA; GIUSTOLIN; QUERINO, 2006) e a levedura *Torula*<sup>®</sup> (SCOZ et al., 2006). Na Região Sul do Brasil, o suco de uva a 25% tem sido o atrativo recomendado para a captura da mosca-das-frutas nos pomares de maçã (KOVALESKI; RIBEIRO, 2002; KOVALESKI, 2004), sendo esta informação utilizada nos demais cultivos. No entanto, o mesmo não é eficaz na cultura da videira. Por essa razão, o emprego da proteína hidrolisada de origem vegetal BioAnastrepha<sup>®</sup> e

da levedura *Torula*<sup>®</sup> foram recomendados como ferramenta para o monitoramento da espécie na cultura (ZART; FERNANDES; BOTTON, 2009).

Mais recentemente, a proteína hidrolisada CeraTrap<sup>®</sup> (Bioibérica - Espanha) foi introduzida para o monitoramento e uso na captura massal de moscas das frutas no Brasil. O CeraTrap<sup>®</sup> é um atrativo líquido, formulado como um hidrolisado proteico obtido da mucosa intestinal de suínos, através de um processo de hidrólise enzimática à frio, que liberam compostos voláteis principalmente aminas e ácidos orgânicos atraentes principalmente às fêmeas (LASA; ORTEGA; RULL, 2013; LASA et al., 2014). Llorens et al. (2008) avaliaram o atrativo na Espanha para o controle de *Ceratitidis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) constatando que o mesmo é eficaz para o manejo da espécie. No Brasil, Machota Jr. et al. (2013b), avaliaram a eficácia de diferentes tipos de armadilhas iscadas com atrativo alimentar Ceratrap<sup>®</sup>, na captura massal de *A. fraterculus* em videira sob cobertura plástica, na região da Serra Gaúcha. Os autores observaram que armadilhas confeccionadas com garrafas PET de dois litros foram mais eficientes na captura do inseto que as armadilhas comerciais (Maxi Trap, Sensus modificada e armadilha plástica transparente Ceratrap<sup>®</sup> system). Por essa razão, estas armadilhas estão sendo empregadas nos trabalhos de captura massal com a mosca-das-frutas sul-americana no Sul do Brasil.

Coutinho et al. (2014) avaliaram o atrativo Ceratrap<sup>®</sup> na região do Vale do São Francisco, Pernambuco, usando 120 armadilhas/ha para a captura massal de *C. capitata* na cultura da videira. O atrativo capturou um maior número de fêmeas, variando de 1,58 a 6,17 fêmeas/macho além de reduzir a infestação nos vinhedos. Na região da Serra Gaúcha, Machotta Jr. et al. (2014) avaliaram a captura massal utilizando armadilhas PET, como estratégia de supressão populacional de *A. fraterculus*, em duas áreas de uva fina de mesa da cv. Itália cultivada sob cobertura plástica. Os autores observaram uma redução do dano ocasionado pela mosca-das-frutas nas áreas tratadas (13,4% e 11,8%) quando comparadas a testemunha (31,3%).

Outros trabalhos de captura massal foram desenvolvidos em países como a Espanha, com resultados promissores para o controle de *C. capitata* (ALEMANY et al., 2006; VILAJELIU; BATLLORI; ESCUDERO, 2007; LEZA et al., 2008; NAVARRO-LLOPIS et al., 2008; MUÑOZ; MARÍ, 2009; MARTÍNEZ-FERRER; CAMPOS; ANDFIBLA, 2012). Para *Bactrocera*, a técnica vem sendo empregada no Havaí, com

*B. curcubitae*, *B. dorsalis* e *B. latifron* (LEBLANC et al., 2012) e na Grécia, com *B. oleae* (CASTRIGNANÒ et al., 2012). Já para espécies do gênero *Anastrepha*, experimentos de captura massal também foram conduzidos no México com *A. obliqua* e *A. ludens* (UTGÉS et al., 2011).

### **2.3 Geoestatística**

No passado, muitos esforços foram dedicados a melhorar a eficiência no planejamento de experimentos agrícolas e minimizar a variabilidade residual que, em ensaios de campo ocorrem devido principalmente, à heterogeneidade espacial (SCIARRETTA; TREMATERRA, 2014). Com o avanço do problema relacionado ao espaço nas Ciências Biológicas, surgiu o reconhecimento de que a variabilidade espacial é generalizada em populações naturais e essa característica é uma variável interessante, em vez de um incômodo na estatística (SCHNEIDER, 1994). Na análise estatística clássica, o estudo da variabilidade espacial dos fenômenos de interesse permite compreender as leis que “regem” o comportamento destas (PIRES, 2002). Contudo, diferentemente da estatística clássica, Vieira et al. (1983) ressaltam que com a geoestatística é possível separar esta variabilidade e explicar a relação existente entre as amostras no espaço, permitindo descrever seu comportamento e possibilitar a diminuição do número de amostras necessárias.

A geoestatística é um ramo da estatística espacial que controla parte do erro aleatório associado à localização da unidade amostral, isto é, considera que sua localização no espaço exerce influência no comportamento da variância dos fenômenos de interesse (CRESSIE, 1993). Sobre este pressuposto, ela se baseia na Teoria das Variáveis Regionalizadas, considerando o princípio de que as variáveis mais próximas no espaço tendem a serem mais similares do que as mais distantes.

Para definir a localização de determinada amostra no espaço, deve-se fazer uso do Sistema de Informações Georreferenciadas (SIG). Este termo é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e armazenam a geometria e os atributos dos dados que são georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica (CÂMARA et al., 2004). O sistema permite a visualização espacial das variáveis

analisadas, sendo capaz de apresentar um mapa colorido possibilitando a visualização do padrão espacial do fenômeno.

Antes de se definir pela utilização da geoestatística, Silva et al. (2011) ressaltam que deve-se realizar três etapas fundamentais: a análise estatística exploratória dos dados espaciais (valores máximos e mínimos, média, variância, desvio padrão, coeficientes de assimetria e curtose), a análise estrutural de cálculo (modelagem das propriedades superficiais de locais próximos, cálculo e modelação do variograma) e a avaliação dos resultados. Compreendendo a estrutura inicial dos dados através da estatística básica, procede-se à análise estrutural das variáveis, utilizando-se o variograma (ou semivariograma). Este descreve a variabilidade espacial do processo estocástico gerador das observações do elemento regionalizado de interesse (MINGOTI; SILVA, 1995). Os semivariogramas são usados para identificar a existência de correlação entre os pontos amostrais (VIEIRA, 2000), sendo preferidos por permitir a caracterização da estrutura de continuidade espacial da variável analisada, por exigirem hipótese de estacionaridade menos restritivas, ou seja, a hipótese intrínseca (RIBEIRO JR., 1995). O semivariograma é estimado pela seguinte equação (VIEIRA, 2000):

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$

Onde  $N(h)$  é o número de pares de valores medidos por  $Z(x_i), Z(x_i + h)$ , separado pela distância  $h$ . Este modelo matemático pode ser observado na Fig. 1, a qual representa, de forma hipotética, a continuidade espacial de uma função aleatória  $Z(x_i)$  na direção de um vetor  $h$ .

Os parâmetros do semivariograma na Fig. 1, de acordo com Camargo, Fucks e Câmara (2004), são:

- Alcance (A): distância dentro da qual as amostras apresentam-se correlacionadas espacialmente. Ele também é utilizado para definir o raio de ação ("range") máximo de interpolação por krigagem, onde os pesos utilizados na ponderação podem afetar os valores estimados (SOUZA, 1992).
- Patamar (C): Representa o nível de variabilidade onde o semivariograma se estabiliza. Deste ponto em diante, considera-se que não existe mais dependência espacial entre as amostras porque a variância entre os pares de amostras torna-se aproximadamente constante.

- Efeito Pepita ( $C_0$ ): idealmente,  $\gamma(h)=0$ . Entretanto, na prática ele tende para zero, pois representa a componente da variabilidade espacial que não pode ser relacionado com uma causa específica (variabilidade ao acaso).

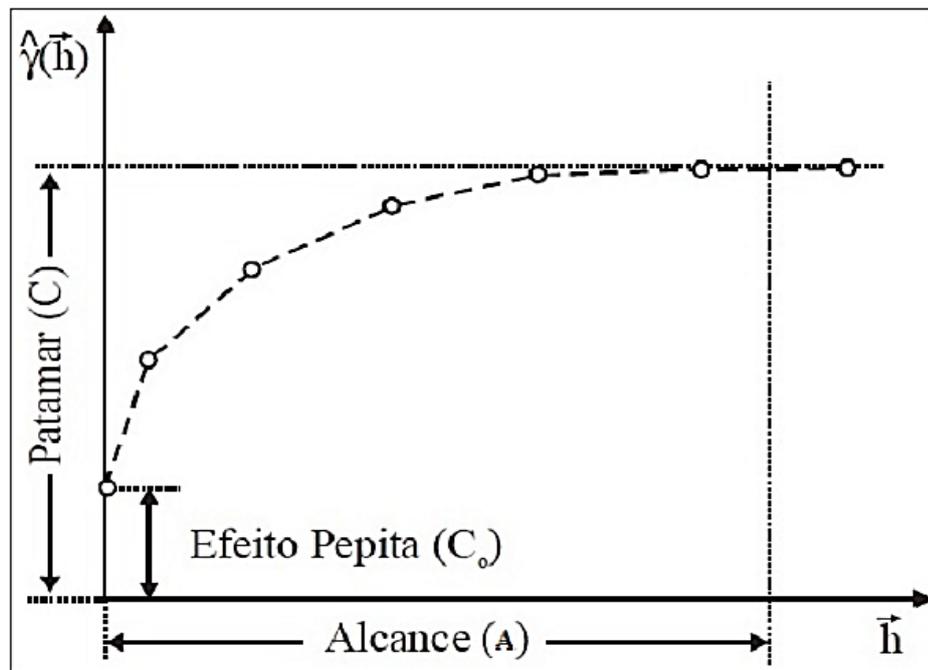


Figura 1. Parâmetros do semivariograma (CAMARGO; FUCKS; CÂMARA, 2004).

Se o semivariograma (Fig. 1) apresenta comportamento constante e igual ao patamar para qualquer valor de  $h$ , tem-se então o efeito pepita puro, ou seja, a ausência total de dependência espacial. Silva, Libardi e Vieira (1989) destacam que este fato significa que a distribuição espacial dos dados é aleatória, onde o alcance é menor que o menor espaçamento entre as amostras. Uma vez calculada a semivariância, deve-se proceder ao ajuste de um modelo matemático, uma vez que todos os cálculos da geoestatística dependem do valor do modelo do semivariograma para cada distância especificada (VIEIRA; NIELSEN; BIGGAR, 1981). Para Vieira et al. (1983), os modelos teóricos de transição que são ajustados aos semivariogramas são: linear, esférico, exponencial e gaussiano.

Modelo linear: Segundo Andriotti (2002), este modelo não admite patamar. O modelo é dado pela seguinte fórmula.

$$y(h) = C_0 + [h(C/A)] \quad (2)$$

Modelo esférico: Apresenta uma estrutura de correlação espacial com a distância até certo ponto, a partir do qual a semivariância se torna constante, limitando a área de influência de cada amostra (CORRÊA, 2007), podendo ser caracterizado por:

$$\begin{aligned} y(h) &= C_o + C[1,5(h/A) - 0,5(h/A)^3] \text{ para } h < a \\ y(h) &= C_o + C \text{ para } h \geq a \end{aligned} \quad (3)$$

Modelo exponencial: O alcance tem significado puramente analítico, sendo o patamar alcançado pela curva de forma assintótica, ou seja, quando  $h$  tende a infinito (ANDRIOTTI, 2003). Ele representa processos que tem a maior perda de semelhança com a distância (GREGRO; OLIVEIRA; VIEIRA, 2014), sendo representado por:

$$y(h) = C_o + C[1 - \exp(-h/A)] \quad (4)$$

Modelo gaussiano: Apresenta comportamento parabólico nas vizinhanças da origem e reflete uma grande continuidade da variável estudada (ANDRIOTTI, 2003). É o que representa os processos mais contínuos que se tem conhecimento, tem um crescimento bastante lento no início e tem um ponto de inflexão antes do alcance (GREGRO; OLIVEIRA; VIEIRA, 2014). A distribuição que este modelo oferece também é conhecida como distribuição normal, sendo considerada por:

$$y(h) = C_o + C[1 - \exp(-h^2/A^2)] \quad (5)$$

Para Vendrusculo (2003), dentre os principais índices utilizados para a tomada de decisão sobre qual o melhor modelo matemático a ser usado para a variável em estudo encontra-se a soma dos quadrados dos resíduos (RSS) e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Para a escolha de um modelo, observando o  $R^2$ , deve-se considerar o maior valor, sendo que o mesmo pode variar de 0 a 1. Já para a escolha do RSS, deve-se observar o modelo que apresenta o menor valor de RSS ( $RSS > 0$ ).

## 2.4 Interpoladores

Interpolação espacial é o procedimento para se estimar valores de propriedades de locais não amostrados, com base em valores de dados observados em locais conhecidos (BURROUGH, 1986). Os interpoladores são ferramentas matemáticas que atribuem valores relativos a alguma variável, construídas a partir de observações sistemáticas e georreferenciadas (LUCAS et al., 2013). A escolha de qual interpolador utilizar ocorre na decisão de transformar dados vetoriais ou alfanuméricos em dados matriciais para compor uma superfície de distribuição do fenômeno ou mesmo de uma ocorrência espacial (SILVA et al., 2013). Childs (2004) afirma que cada método de interpolação depende principalmente do fenômeno estudado e da distribuição espacial dos pontos amostrais.

Embora as aplicações geoestatísticas possam explicar o comportamento de diversos fenômenos, para alguns ela não consegue demonstrar o comportamento dinâmico espacial e temporal. Para Perry (1998), aplicações geoestatísticas foram desenvolvidas originalmente para variáveis físicas estudadas comumente na área de solos, tais como fertilidade e teor de nutrientes, que são medidas em escalas contínuas e mostram uma estrutura de covariância estacionária estável sobre uma área ampla. Càrdenas (2002) ressalta que, em contraposição a estas variáveis físicas, as biológicas são altamente dinâmicas e poderiam não ter a estrutura de covariância espacial estável assumida pelos métodos geoestatísticos. Além disso, em pomares e vinhedos geralmente há um padrão regular composto por plantas posicionadas a distâncias fixas dentro e entre linhas, e isso pode influenciar nas elaborações da geoestatística (SCIARRETTA; TREMATERRA, 2014).

São conhecidos vários métodos de interpolação sendo que a cada fenômeno estudado se aplica determinado modelo, de acordo com suas características intrínsecas (ZONETE, 2009). Os interpoladores disponíveis para avaliação de dados são divididos em duas categorias: os estatísticos (ou probabilísticos) e os determinísticos. Os métodos geoestatísticos são modelos estatísticos probabilísticos que incluem autocorrelação, a qual expressa à intensidade de similaridade entre as amostras medidas em relação à distância e direção (MATOS, 2005), tendo como interpolador a Krigagem. Os interpoladores determinísticos estão baseados nos valores medidos na vizinhança e em fórmulas matemáticas. Os métodos determinísticos de interpolação encontrados são: Inverso do Quadrado da Distância

(IQD), Regressão Polinomial, Triangulação de Delaunay e Linear, Polígonos de Voronoi, Vizinheiro mais Próximo, Vizinheiro Natural e Mínima Curvatura (*Spline*).

O Inverso do Quadrado da Distância por sua vez, realiza a estimativa da variável ao longo do espaço, ponderando pesos a cada um dos  $n$  pontos mais próximos, o que é função do inverso de uma potência da distância, ou seja, quanto mais próximo do ponto a ser estimado, maior o peso atribuído a ele (JIMENEZ; DOMECCO, 2008). Esse método simples e clássico é recomendado para regiões com alta densidade de amostras (DEUS et al., 2010). Moura (2012) ressalta que o IQD é indicado quando o interesse é a área de influência dos pontos, resultando em um valor para cada ponto. Este interpolador está sendo utilizado em avaliações de precipitação pluviométrica (MELLO et al., 2003; REIS et al., 2005; BRAZ et al., 2007; LUCAS et al., 2012), parâmetros de planta e solo (ROBINSON; METTERNICHT, 2006; KARYDAS et al., 2009; HUZIWARA, 2011; FRIGHETTO et al., 2014; PIAS et al., 2014) e com insetos como *Quesada gigas* (Olivier, 1790) (Hemiptera: Cicadidae) (SOARES et al., 2008), *Nezara viridula* (Linnaeus 1758) (Hemiptera: Pentatomidae) e *Euschistus servus* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae) (TILLMAN et al., 2009), *Frankliniella bispinosa* (Morgan) (Thysanoptera: Thripidae) (RHODES, 2010), *Matsucoccus feytaudi* (Duc.) (Homoptera: Matsucoccidae) e *Thaumetopoea processionea* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) (MARZIALI et al., 2011), *C. capitata* (ALMEIDA et al., 2011; SCIARRETTA; TREMATERRA, 2011) e *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Homoptera: Psyllidae) (TOMASETO, 2012).

## 2.5 Distribuição espacial e temporal de moscas-das-frutas

Estudos demonstrando a utilização destas tecnologias para avaliar a distribuição espacial de mosca-das-frutas foram efetuados no norte da Grécia, onde Papadopoulos, Katsoyannos e Nestel (2003), observaram o comportamento espacial e temporal em uma área de 2 ha de frutíferas de clima temperado (damasco, pêsego, ameixa, cerejeira, pera e maçã), no período de julho à novembro, de machos e fêmeas de *C. capitata* usando o índice de Moran como analisador da dependência espacial. De forma geral, os autores observaram que o padrão espacial foi diferente entre machos e fêmeas e que o comportamento espacial e temporal

destes está intimamente relacionado à fenologia de plantas hospedeiras, principalmente de frutos maduros ou em fase de maturação.

Em Israel foram conduzidos estudos durante dois anos, em escala nacional com o objetivo de conhecer a dinâmica populacional de *C. capitata* em diferentes locais, altitudes e estações do ano (ISRAELY et al., 2005). O trabalho foi conduzido utilizando o SIG, mapeando as armadilhas de monitoramento posicionadas em locais estratégicos. Os autores observaram que durante o verão, em todos os locais avaliados foi constatada a presença da mosca-do-mediterrâneo. No caso das diferentes altitudes, foi observado que a mosca começou a desaparecer nas áreas de alta altitude quando as temperaturas começaram a baixar, estando ausentes nestas áreas durante o inverno.

Na Espanha, Alemany et al. (2006), estudaram a dinâmica espacial e temporal de *C. capitata* em citros, usando Krigagem. Os autores observaram que as fêmeas apresentaram distribuição espacial heterogênea, sendo que no início das avaliações (junho) a entrada do inseto ocorreu pelas bordas do pomar, invadindo todo o cultivo ao longo do tempo e à medida que isso ocorria, aumentava a densidade da praga na área.

No México e Guatemala, Midgarden e Lira (2006) estudaram o comportamento espacial da mosca-do-mediterrâneo em café. Os dados de SIG foram coletados do banco de dados do programa de mosca-das-frutas, e a partir destes dados foram estabelecidos grids de 10 km, os quais foram usados para confeccionar um mapa de acordo com a densidade de moscas encontradas dentro de cada um deles. Os autores observaram que, no mapa de capturas a maioria das moscas foram detectadas perto da fronteira da área avaliada, sendo que, o padrão de dispersão observado foi das áreas próximas de café, que já estavam infestadas para a rede de armadilhas, com picos populacionais entre março a abril.

Durante 3 anos, Muñoz e Marí (2009) avaliaram a distribuição de *C. capitata* em áreas de produção comercial de citros na ilha de Ibiza na Espanha, utilizando o SIG (mapeamento das armadilhas). Em todas as observações, os autores verificaram um efeito de borda, com redução das capturas gradualmente da periferia para a parte interior das áreas.

Epsky et al. (2010), determinaram o intervalo de amostragem, usando um atrativo sintético a base de proteínas na liberação e recaptura de *C. capitata* em café, manga e tangerina, em Honduras (Caribe). Para isso usaram um grid de 38

armadilhas em 0,5 ha, e semivariogramas geoestatísticos. Já para confecção de mapas, com captura e recaptura da mosca, os autores empregaram 20 armadilhas, distribuídas em forma de cruz, em pomar de manga, com interpolador krigagem. Através da utilização de semivariogramas observaram que o modelo que melhor representou a distribuição da mosca em café, manga e tangerina foi o esférico, tendo alcance de 30 m para os dois primeiros, enquanto que, para a tangerina o alcance foi de 40 m. Segundo os autores, a distribuição espacial usando mapas, foi afetada pelo vento, sendo que nos locais de sotavento houve um maior número de indivíduos coletados após a liberação.

Na Itália, Sciarretta e Trematerra (2011) avaliaram o efeito das plantas hospedeiras (pêssego, maçã, pera, caqui oriental e figo da Índia) sobre a distribuição espacial de *C. capitata*, em uma paisagem agrícola de 500 ha, onde estavam inseridas duas fazendas, utilizando o inverso do quadrado da distância ponderado. O estudo mostrou que o maior número de moscas-das-frutas coletadas, ocorreu em pomares com presença de plantas hospedeiras, em diferentes tempos de maturação. Já nos locais onde se encontravam cereais, a densidade foi zero ou próxima a este valor.

Para o gênero *Anastrepha* (*A. ludens* e *A. obliqua*), Utgés et al (2011) observaram, no México, a dispersão espacial de moscas estéreis criadas em laboratório, provenientes de diferentes dietas, para posterior liberação em pomares de manga. A *A. ludens* foi liberada em um pomar de manga que continha área de 7 ha, já para a *A. obliqua*, a área foi de 8,7 ha. Em ambas as áreas, foram instaladas 52 armadilhas, utilizando como atrativo proteína hidrolisada, dispostas em 13 círculos. Utilizaram para análises estatísticas espaciais o pacote geoRglm do software R. Os autores observaram que, as dietas, sexo e repetições não influenciaram na distribuição espacial do inseto. Os fatores que afetaram a distribuição da espécie foram os ambientais, tais como cobertura vegetal, sombra e vento, sendo que em grande parte dos tratamentos, as moscas, machos ou fêmeas, se deslocaram para a borda sudeste da área.

Castrignanò et al. (2012), analisaram na Grécia a variabilidade espaço-temporal e buscaram definir zonas de manejo para *B. curcubitae*, *B. dorsalis* e *B. latifrons* em uma extensa área de produção de oliveira (3.300 ha). Para isso usaram 700 armadilhas na área, iscadas com uma solução de 3% de sulfato de amônio. Para análise espacial da densidade populacional da praga foi usada a krigagem e co-krigagem. Os autores observaram que, as áreas com alta densidade de mosca-das-

frutas em oliveiras passou de altitudes elevadas no verão para as regiões mais baixas no outono. Definiram-se três níveis de monitoramento, delineando assim, zonas de controle homogêneo para o verão (julho a setembro) e outubro.

No Hawaii, Leblanc et al. (2012), monitoraram, durante três anos, as espécies *B. cucurbitae*, *B. dorsalis*, e *C. capitata*, em áreas rurais, com ou sem agricultura, e nas proximidades da floresta, utilizando mapas temáticos, através da utilização do SIG e do Google Earth caracterizando a presença e a quantidade dos indivíduos nos locais. *C. capitata* foi coletada em números elevados em uma fazenda de café e nos demais locais sua densidade foi insignificante. *B. dorsalis* foi capturada em números mais altos na porção nordeste de barlavento de Oahu, e a presença de floresta adjacente aumentou capturas em ambos os ambientes residenciais e rurais. *B. cucurbitae* foi predominante no sotavento ocidental Oahu e mais abundante, tanto em áreas rurais e residenciais, onde a agricultura era praticada nas proximidades (LEBLANC et al., 2012).

Pimentel et al. (2014) avaliaram a relação entre adultos de *C. capitata* e diferentes variáveis espaciais através da regressão geograficamente ponderada. Os resultados desta análise indicam que algumas plantas hospedeiras, mesmo em lugares que oferecem menos proteção (como áreas de pastagem), fornece um corredor ecológico que servem de suporte para a disseminação de adultos de *C. capitata*. Também observaram que os machos são mais dispersos do que as fêmeas, e por causa deste fato, eles podem desempenhar um papel importante na avaliação do ambiente para a presença de *hosts*.

No Brasil, tem-se registro de dois experimentos de avaliação da distribuição espacial de mosca-das-frutas. O primeiro foi conduzido por Almeida et al. (2011) com *C. capitata* no Espírito Santo e o segundo por Jahnke et al. (2014), com *A. fraterculus* em Porto Alegre. O trabalho realizado por Almeida et al. (2011) foi conduzido em citros, empregando 20 armadilhas McPhail (em grid regular), iscadas com suco de laranja, em uma área de 0,5 ha. Para avaliar a variabilidade espacial de mosca-da-frutas, foi utilizado semivariogramas e o interpolador inverso do quadrado da distância. Os autores observaram através dos semivariogramas uma dependência espacial moderada, com alcance de 23,80m e através dos mapas, verificaram que a maior densidade foi encontrada nas armadilhas mais próximas da mata ciliar.

Jahnke et al. (2014) determinaram o padrão de distribuição espacial de *A. fraterculus* e do parasitoide *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti, 1911) (Hymenoptera: Braconidae) em pomares de goiabeira comum e goiabeira-serrana usando o SADIE (análise espacial mediante índices de distância). Os mapas de agrupamento das duas espécies nas culturas avaliadas demonstraram associações significativas em cinco das doze comparações de pares, sendo três no pomar de goiabeira e dois no de goiabeira-serrana. Foram observadas associações espaciais entre a mosca-das-frutas e o parasitoide com co-ocorrência das duas espécies ao mesmo tempo, refletindo uma sincronia temporal e espacial. No entanto, as associações entre as duas espécies de insetos em diferentes datas de amostragem não foram significativas.

Midgarden, Lira e Silver (2014) mencionam que, uma análise de dados de mosca-das-frutas que apresente apenas a dimensão espacial ou temporal, é muitas vezes incompleta, já que a densidade da população pode aumentar ao longo do tempo, podendo com isso apresentar uma tendência de distribuição geográfica. Para tal fato, faz-se necessário englobar ambas as análises.

A distribuição temporal consiste na variação que determinado elemento apresenta durante um intervalo de tempo. Para adultos de moscas-das-frutas, esta distribuição (flutuação) temporal não obedece a um padrão, devido às variações de épocas (anos, meses), regiões ou locais, hospedeiros e condições climáticas. A flutuação populacional permite a identificação da época crítica de ocorrência da praga, com isso é possível definir parâmetros importantes para o manejo integrado desta (SANTOS, 2009). Estudos de flutuação populacional de uma praga em determinada região são de grande importância para estabelecer o seu controle integrado (RODRIGUES NETTO; CAMPOS; ISHIMURA, 2004).

As flutuações populacionais de adultos de mosca-das-frutas em pomares comerciais estão relacionadas à duas variáveis: disponibilidade de frutos hospedeiros e condições climáticas (ALUJA, 1994). Entre os fatores abióticos, destacam-se a temperatura, a umidade relativa, a precipitação pluviométrica e as condições físico-químicas do solo (CHRISTENSON; FOOTE, 1960; BATEMAN, 1972). A influência da temperatura é uma das mais importantes, sendo grandemente responsável pela dinâmica das populações e sua harmonia com mudanças ambientais (BATEMAN, 1972). A faixa de temperatura em que *A. fraterculus* tem plena condição de realizar o conjunto de movimentos que determinam o seu

comportamento, situa-se entre 18 e 27°C, sendo que, entre 22 e 26°C, há maior atividade (SALLES, 1995). Fehn (1982) avaliando a influência dos fatores climáticos no comportamento de *Anastrepha* spp. em três municípios dos Rio Grande do Sul, observou que não houve dependência constante entre a população dos tefritídeos e os fatores climáticos estudados e que, em observações paralelas, sugere que a disponibilidade de alimento em hospedeiros alternativos é o principal fator atuante sobre a flutuação e dinâmica de *Anastrepha* spp.

No Rio Grande do Sul foi observado que, em mais de dez anos de captura de adultos em pomares de macieira e pessegueiro, há predominância de *A. fraterculus* e a sua ocorrência é constante do início de novembro ao final de janeiro, com o pico ocorrendo em meados de dezembro (SALLES; KOVALESKI, 1990). Para a cultura da macieira, de acordo com Kovaleski e Ribeiro (2002), os adultos de mosca-das-frutas encontram-se distribuídos na borda do pomar, próximos às áreas de mata ou fundo de quintal, onde estão presentes hospedeiros primários (Myrtaceae). Após amadurecerem sexualmente, os adultos dispersam para os pomares e as fêmeas ovipositam nas frutas.

Gómez et al. (2008) observaram a dinâmica populacional de moscas-das-frutas durante os estádios fenológicos da cv. Itália, em Petrolina/PE. Os estudos demonstram que a maior densidade de moscas-das-frutas (*C. capitata* e *Anastrepha* spp.) ocorreu entre o início e o final da colheita da videira. Outros estudos foram efetuados na região Sul do país, onde Zart (2008) avaliou a flutuação populacional de *A. fraterculus* em quatro variedades de uva ('Moscato Embrapa', 'Cabernet Sauvignon', 'Itália' e 'Niagara Rosada'), durante as safras 2005/2006 e 2006/2007, em Bento Gonçalves, RS. Em todas as cultivares avaliadas, os picos de captura coincidiram com o período de amadurecimento dos cachos, que foi de fevereiro a março. Nondillo et al. (2007), avaliando diferentes inseticidas para o controle de *A. fraterculus* na cultivar Moscato Embrapa, em Bento Gonçalves, durante a safra de 2004/2005, observaram que o pico populacional da mosca-das-frutas ocorreu entre os dias 30/01/05 e 02/02/05, no período de maturação dos frutos. Também na região da Serra Gaúcha, Chavarria et al (2009) avaliaram o efeito da cobertura plástica sobre a população de adultos de *A. fraterculus* durante duas safras de cultivo da videira cv. Moscato Giallo. Os autores observaram que o pico populacional da espécie, durante as avaliações, foi no período de maturação da uva, sendo este entre os meses de fevereiro e março.

## 2.6 Índices de agregação e dispersão

A distribuição espacial de insetos obedece a fatores físicos e, principalmente, biológicos. Sobre a natureza física, existe o caso hipotético em que nem todos os pontos do espaço têm a mesma probabilidade de serem ocupados. Sobre a natureza biológica, há certos pontos onde as condições e fatores que afetam a sobrevivência são mais favoráveis que outros (RABINOVICH, 1980; MARGALEF, 1986). Os métodos comumente utilizados para descrever a distribuição de uma população classificam-na em três categorias: agregada, uniforme ou aleatória.

Os índices de agregação ou dispersão são importantes ferramentas utilizadas em dados biológicos que permitem determinar a disposição espacial de determinado indivíduo. Green (1966) e Taylor (1984) relatam que para um índice ser desejável para avaliar distribuição de determinados dados biológicos, ele deve apresentar os seguintes atributos: deve ser fácil de calcular, ter pouca influência dos números de unidades amostrais, do tamanho da unidade e do número total de indivíduos, sendo interpretável biologicamente.

Trabalhos foram realizados utilizando índices de agregação para evidenciar o comportamento de espécies de mosca-das-frutas (tab. 1).

Tabela 1. Estudos realizados utilizando índices de dispersão de mosca-das-frutas e parasitoides associados.

<b>Autor/ano</b>	<b>Espécie</b>	<b>Cultura</b>	<b>Local</b>
Vargas, Stark e Nishida, 1989	<i>B. dorsalis</i> e <i>B. cucurbitae</i>	<i>Momordica charantia</i> , goiaba e araçá	Hawai
Averill e Prokopy, 1989	<i>Rhagoletis pomonella</i>	<i>Crataegus mollis</i>	Estados Unidos
Satarkar et al., 2009	Espécies de <i>Bactrocera</i>	Diversas culturas	Índia
Soemargono, Muryati e Istianto, 2011	<i>B. dorsalis</i>	Manga	Indonésia
Jahnke et al., 2014	<i>A. fraterculus</i> e <i>Doryctobracon areolatus</i>	Goiaba e goiaba serrana	Brasil
Ventura, 2014	<i>C. capitata</i>	-----	Guatemala

Os índices mais usados para determinar o padrão de distribuição são: Razão variância/média, índice de Morisita e Coeficiente de Green. Esses índices podem fornecer informações sobre o tipo de distribuição que pode ser agregada, aleatória e regular ou uniforme.

A razão variância/média, também chamada de índice de dispersão, serve para medir o desvio de um arranjo das condições de aleatoriedade, onde valores iguais à unidade indicam uma disposição espacial ao acaso ou aleatório; valores menores que a unidade retrata uma disposição espacial regular ou uniforme, e valores maiores que a unidade apresenta uma disposição agregada (RABINOVICH, 1980).

O coeficiente de Green é utilizado para avaliar distribuições agregadas sendo indicado para comparar amostragens dentro de uma mesma área amostral (GREEN, 1966).

A maioria dos insetos não se distribui aleatoriamente no habitat, tendo em vista que poucos ambientes são homogêneos e que os fatores etológicos que determinam a sua distribuição são específicos (WATERS, 1959). Salles (1995) destaca que as mosca-das-frutas apresentam dois tipos de movimentos: os dispersivos, quando a espécie está em busca da planta hospedeira, e os não dispersivos, quando permanecem junto ao hospedeiro, seja para o acasalamento, refúgio, alimentação e ocupação do fruto ou planta.

### 3. Material e Métodos

O experimento foi conduzido durante as safras 2013/2014 e 2014/2015, em duas áreas comerciais de videira da cultivar Moscato Branco, localizadas no município de Farroupilha, RS. Os dois vinhedos eram conduzidos no sistema de latada, sendo que o primeiro (Área 1: 29°08'25" S; 51° 22'39" O; altitude 617m) constava com espaçamento de 1,5m entre plantas e 2,5m entre fileiras, com área de 0,47 ha , e o segundo (Área 2: 29°08'39" S; 51°22'22" W; altitude 560m) detinha 1,5m entre plantas e 2,4m entre fileiras, com área de 1,09 ha (Figs.2 e 3).



Figura 2. Vista aérea do vinhedo (Área 1) comercial da cultivar Moscato Branco e seu entorno, localizado no município de Farroupilha, RS, 2014. Linha vermelha delimita área de avaliação.

Fonte: Google Earth



Figura 3. Vista aérea do vinhedo (Área 2) comercial da cultivar Moscato Branco, e seu entorno, localizado no município de Farroupilha, RS, 2014. Linha vermelha delimita área de avaliação.

Fonte: Google Earth

Nas bordas e proximidades dos vinhedos encontram-se outras frutíferas, tais como caqui ( *Diospyros kaki* L.), pessegueiro ( *Prunus persica* L. Bastsch), laranja ( *Citrus sinensis* (L.) Osbeck), na Área 1, e videira da cv. Isabel na Área 2 (Fig. 2 e 3). Além disso, tem-se a presença de uma grande área de floresta nativa, pertencente ao fragmento paisagístico de Floresta Ombrófila Mista, que compõe o bioma Mata Atlântica.

O clima do local, segundo a classificação de Köppen-Geiger é Cfb, mesotérmico, constantemente úmido, com verão fresco (< 22°C). Farroupilha apresenta temperatura média de 16,8°C, com precipitação média anual de 1837mm distribuídos ao longo do ano (CLIMATE, 2015). Os vinhedos distanciavam-se, aproximadamente, 0,6km em linha reta, permitindo assim, considerar que as condições mesoclimáticas foram similares nas duas áreas.

Para avaliar a distribuição espacial dos adultos de mosca-das-frutas nos vinhedos foram utilizadas garrafas PET, sendo estas empregadas para a captura massal com o atrativo alimentar Ceratrap®. No primeiro ano de avaliação (safra 2013/2014), as armadilhas foram confeccionadas com garrafas plásticas de polietileno tereftalado - PET (2000mL) transparente, com quatro orifícios de 7mm de diâmetro dispostos na porção mediana da garrafa (MACHOTTA JR. et al., 2013c) (Fig. 4A). No segundo ano de avaliação (safra 2014/2015) foram instaladas

armadilhas compostas por garrafas plásticas de polietileno tereftalado - PET (600mL) transparente, com dois orifícios de 7mm de diâmetro dispostos no terço superior da garrafa (Fig. 4B). As garrafas PET com capacidade de 600ml e 2000ml receberam 200ml e 300ml, respectivamente, do atrativo alimentar CeraTrap<sup>®</sup>, sem diluição (Fig. 4). Durante o período de condução do trabalho não foi realizada a troca do atrativo sendo realizada apenas a reposição mensal do conteúdo perdido por evaporação.



Figura 4. Armadilhas PET iscadas com a proteína hidrolisada CeraTrap<sup>®</sup>, de 2000mL, safra 2013/14 (A) e 600mL, safra 2014/2015 (B). As setas indicam a localização dos orifícios.

As armadilhas foram distribuídas de forma equidistante, a cada duas linhas de cultivo e espaçadas a 12m entre plantas. A densidade de armadilhas foi de acordo com a metodologia adaptada de Llorens et al. (2008) e Machotta Jr et al. (2013c). A instalação do experimento na primeira safra (2013/2014) ocorreu no mês de dezembro de 2013 quando as bagas estavam no estágio de grão chumbinho. Na segunda safra (2014/2015), a instalação das armadilhas foi realizada na primeira quinzena de novembro de 2014, quando as plantas estavam no término da floração e início da formação de bagas.

A localização de armadilha foi efetuada com o auxílio de um receptor de sinal de navegação GPS e Glonass, marca Garmin®, modelo Etrex 30. O Datum utilizado foi WGS84, coordenadas geográficas, que posteriormente foram transformadas em coordenadas UTM.

Em relação ao manejo da área, o produtor realizou a aplicação do inseticida lambda-cialotrina (Karate 50 CS, 50mL/100L) na Área 1 no início de janeiro de 2015. Nos demais anos e vinhedos, não foi efetuada aplicação de inseticidas durante as avaliações.

As armadilhas foram observadas a cada intervalo de, aproximadamente, 15 dias, registrando-se o número de moscas-das-frutas que foram coletadas e identificadas. Os insetos foram coletados com o auxílio de uma peneira plástica de malha fina, logo abaixo da peneira foi posicionado um recipiente plástico para a coleta do atrativo, o qual era recolocado na armadilha. Foram coletadas amostras de insetos para posterior identificação, os quais eram acondicionados em álcool 70% para posterior identificação em laboratório. A identificação foi realizada com o auxílio de estereoscópio binocular e chaves dicotômicas do gênero *Anastrepha* (KORYTKOWSKI; PEÑA, 1968; ZUCCHI, 2000).

Os dados de adultos de moscas-das-frutas provenientes das armadilhas foram utilizados no estudo da flutuação populacional e análise de correlação de Pearson das capturas com a temperatura máxima e mínima (°C), e precipitação pluviométrica acumulada (mm) durante cada intervalo de avaliação. Dados meteorológicos foram obtidos na Estação Climatológica da Embrapa Uva e Vinho, localizada 850m da área experimental. Para preceder o cálculo do número de moscas por armadilha por dia (MAD), usou-se o número total de armadilhas de cada área.

A análise exploratória e estrutural dos dados foi realizada através da estatística descritiva e da geoestatística. Para a análise estatística descritiva foi contabilizado o número de adultos de mosca-das-frutas capturados nas armadilhas dentro do intervalo de avaliação, sendo estes dados processados com auxílio do programa BioEstat 5.0 (AYRES et al., 2007), também com este programa foi possível realizar a análise correlação. Foram determinados os valores mínimos e máximos, a média, a variância, o desvio padrão, o coeficiente de variação, a assimetria e a curtose dos dados.

A análise geoestatística foi realizada por meio dos semivariogramas, os quais mostram o comportamento das semivariâncias ( $\gamma(h)$ ) em função da distância. Os ajustes foram realizados por modelos matemáticos teóricos, utilizando o *software* GS+® (GAMMA DESIGN SOFTWARE, 2004). Os modelos dos semivariogramas foram ajustados com base na menor soma de quadrados do resíduo (RSS) e no melhor coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Do ajuste de um modelo matemático aos dados, foram definidos os parâmetros do semivariograma: efeito pepita ( $C_0$ ), patamar ( $C_0+C_1$ ) e alcance ( $A_0$ ). O grau de dependência espacial (GDE) foi calculado por meio da relação  $C_0/(C_0+C_1)*100$ , classificando-o como forte, para GDE  $\leq 25\%$ ; moderado, para GDE entre 25 e 75%, e fraco para GDE  $>75\%$  (CAMBARDELLA et al., 1994).

A determinação da distribuição da moscas-das-frutas foi realizada utilizando-se os índices de dispersão e interpolação associada à geoestatística.

Os índices de dispersão foram obtidos pela: razão variância/média ( $S^2/\hat{m}$ ), índice de Morisita e coeficiente de Green, calculados através das seguintes equações:

a) Razão variância/média (ELLIOTT, 1971):

$$I = \frac{S^2}{\hat{m}} \quad (6)$$

Onde:

$S^2$  = variância amostral

$\hat{m}$  = média amostral

b) Índice de Morisita (MORISITA, 1962):

$$I_\delta = n \cdot \frac{\sum x^2 - \sum x}{(\sum x)^2 - \sum x} \quad (7)$$

Onde:

$n$  = número de unidades amostrais

$\sum x$  = número de mosca-das-frutas por armadilha

c) Coeficiente de Green (GREEN, 1966):

$$C_x = \frac{(s^2 / \hat{m}) - 1}{\sum_{i=1}^n x_i - 1} \quad (8)$$

Onde:

$S^2$  = variância amostral

$\hat{m}$  = média amostral

$\sum x$  = número de mosca-das-frutas por armadilha

Para avaliar se os indivíduos apresentavam distribuição agregada, regular ou ao acaso, foram considerados os seguintes parâmetros:

a) Razão Variância/Média e Índice Morisita

$I$  e  $I_\delta = 1$  – Distribuição aleatória;

$I$  e  $I_\delta > 1$  – Distribuição agregada;

$I$  e  $I_\delta < 1$  – Distribuição regular.

b) Coeficiente de Green:

$C_x = 0$  - Distribuição aleatória;

$C_x > 0$  - Distribuição agregada;

$C_x < 0$  - Distribuição regular.

Para elaboração dos mapas da distribuição espacial foi utilizado o programa ArcGis 10.1 (ESRI, 2012). O interpolador usado para geração dos mapas foi o Inverso do Quadrado da Distância (IQD).

## **4. Resultados e Discussão**

### **4.1 Espécies de mosca-das-frutas encontradas nas áreas experimentais**

O número total de adultos de moscas-das-frutas capturadas no experimento foi de 2382, sendo todos os indivíduos pertencentes à espécie *A. fraterculus* (Wied.). Na safra 2013/14, foram coletados 343 indivíduos na área 1 e 1151 na área 2 enquanto que na safra 2014/15, foram coletados 152 indivíduos na área 1 e 736 na área 2. Os resultados encontrados corroboram aos observados por diversos autores, os quais indicam que *A fraterculus* (Wied.) é a principal espécie de mosca-das-frutas encontrada na região (SALLES; KOVALESKI, 1990; ZART, 2008; BORTOLI, 2014).

### **4.2 Flutuação populacional de adultos *A. fraterculus* (Wied.) em videira**

Na safra 2013/14 observou-se que o desenvolvimento e a colheita dos frutos ocorreram dentro do período pré-estipulado para a cultura, já na safra 2014/15, ocorreu antecipação da colheita em aproximadamente 20 dias em ambas as áreas.

Na safra 2013/14 e 2014/15, a densidade populacional da mosca-das-frutas sul-americana na Área 1 (Fig. 5) foi menor do que na área 2 (Fig.6). A densidade populacional para a área 1 variou de 0.02 MAD a 0.09 MAD para a safra 2013/14, sendo estes valores observados no início de janeiro e em meados de março, respectivamente, e de 0.002 MAD a 0.04 MAD na safra 2014/15, encontrados no final de janeiro e no início de dezembro (Fig. 5). Para esta mesma área, no início de janeiro da safra 2014/15, com a aplicação de inseticida, a densidade populacional da mosca reduziu significativamente. Observou-se que embora este fato tenha contribuído para reduzir a densidade da mosca na área, à mesma, quando

encontrou condições favoráveis, voltou a recolonizar a área (Fig. 5). Os dados de flutuação populacional nos dois anos para a área 1 foram similares aos observados por Chavarria et al. (2009) e Zart (2008), onde foram registradas baixas densidades populacionais de *A. fraterculus* (Wied.) em uva Moscato Giallo e Moscato Embrapa, respectivamente, na região.

Na área 2, a mosca-das-frutas sul americana apresentou um aumento crescente ao longo do desenvolvimento dos frutos (Fig. 6). Nesta área ocorreram picos populacionais mais elevados nas duas safras em comparação com a área 1. Na safra 2013/2014, a densidade encontrada de insetos variou de 0.01 MAD no início de janeiro a 0.34 MAD em março. Já para safra seguinte, a densidade oscilou de 0.003 MAD no início de dezembro á 0.2 MAD no final de fevereiro. Com base no nível de controle (NC) preconizado na cultura da videira, que é igual a 0,5 MAD (SORIA, 1985; BOTTON et al., 2003), não foram encontradas densidades, no experimento, que atingissem este limiar. No entanto, vale destacar que, para realização deste cálculo recomenda-se utilizar de 2-4 armadilhas de monitoramento, valor este bem inferior ao utilizado no experimento. A utilização de armadilhas na borda da cultura para monitoramento não foi efetuada, pois o objetivo do trabalho era de monitorar o comportamento desta praga ao longo do desenvolvimento dos frutos, e estas poderiam atrapalhar os resultados na área de interesse.

Durante todo o período de estudo foram registradas capturas de adultos de *A. fraterculus* para ambas as áreas e safras (Figs. 5 e 6), este fato ressalta a importancia de se estabelecer medidas de manejo nas áreas de videira a partir das primeiras capturas no cultivo. Apesar de apresentar diferenças no número de insetos capturados nas armadilhas entre as safras, houve similaridade nos períodos de maior densidade populacional, que ocorreram na fase de maturação dos frutos, coincidindo nas safras de 2013/14 e 2014/15 (Figs. 5 e 6). Este comportamento em relação à maturação dos frutos confirma-se através de estudos realizados por Nondillo et al. (2007) e Zart (2008) com *A. fraterculus* (Wied.) em 'Moscato Embrapa' em Bento Gonçalves, RS e por Gómez et al. (2008), com *C. capitata* na cv. Itália, em Petrolina, PE.

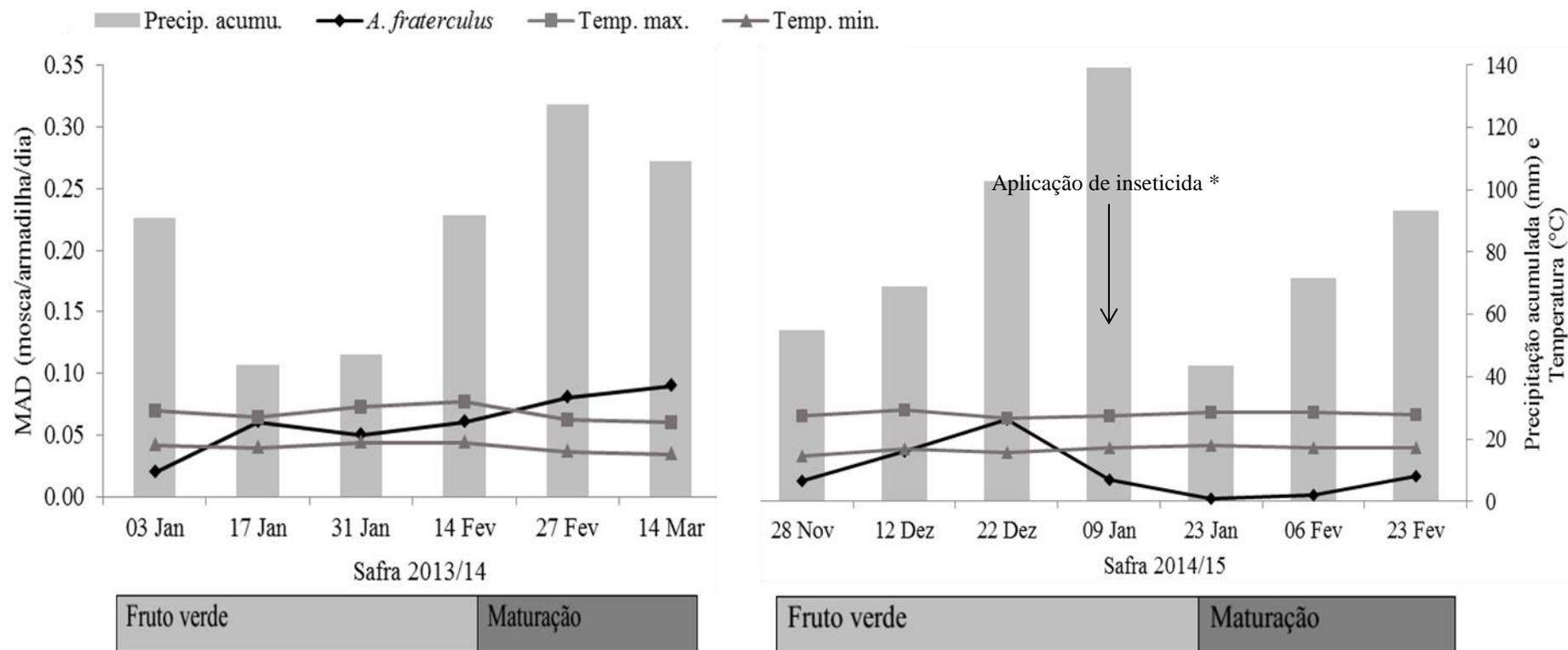


Figura 5. Número médio de *Anastrepha fraterculus* capturadas por dia (MAD) em 62 armadilhas (safra 2013/14) e 65 armadilhas (safra 2014/15) de captura massal na cultura da videira, cv. Moscato Branco, área 1. Farroupilha, RS. Barra abaixo da figura indica condição a qual a cultura se encontra em cada avaliação. \* Aplicação do inseticida Lambda-cialotrina.

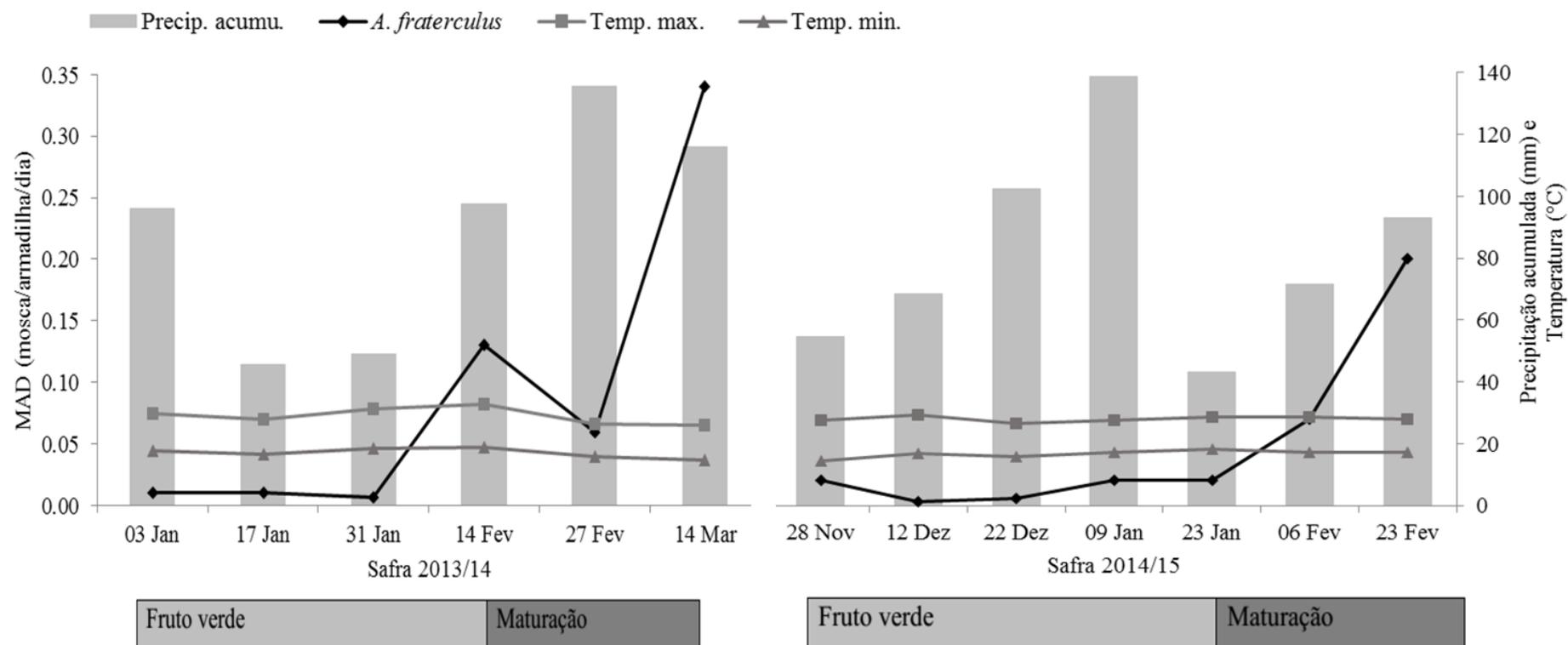


Figura 6. Número médio de *Anastrepha fraterculus* capturadas por dia (MAD) em 139 armadilhas (safra 2013/14) e 131 armadilhas (safra 2014/15) de captura massal na cultura da videira, cv. Moscato Branco, área 2. Farroupilha, RS. Barra abaixo da figura indica condição a qual a cultura se encontra em cada avaliação.

Dentre as variáveis climáticas, a temperatura é a que apresenta maior efeito sobre a população de *A. fraterculus* (Wied.) (SALLES, 1995; GARCIA; CORSEUIL, 1999). Navarro-Campos et al. (2011) verificaram que a temperatura e a qualidade dos frutos das plantas hospedeiras influenciam no tamanho do corpo das moscas-das-frutas e que, conseqüentemente afetam o comportamento das espécies, onde indivíduos maiores são mais competitivos no acasalamento e apresentam maior capacidade de dispersão e de fertilidade. Durante a condução do experimento, as temperaturas mínimas e máximas oscilaram entre 14 e 32°C na safra 2013/14, e entre 14 e 29°C na safra 2014/15, respectivamente (Fig. 6, 7). A influência das variáveis climáticas foram analisadas através da correlação de Pearson, onde não foram observadas correlações significativas entre os fatores climáticos avaliados (precipitação pluviométrica acumulada, temperatura máxima e mínima do ar) e as capturas de *A. fraterculus* (Wied.) ao longo das safras (tab. 2). Os dados corroboram aos encontrados por Chavarria et al. (2009), com uva Moscato Giallo em sistema de cobertura plástica. Eles observaram que as temperaturas máximas e mínimas encontradas foram de 31,94°C e 14,70°C, respectivamente, também não registrando associação deste fator com a flutuação populacional da mosca-das-frutas sul-americana. Araujo et al. (2008) avaliaram a influência dos fatores abióticos na flutuação populacional de mosca-das-frutas em pomar de goiabeira, observando que a chuva, como fator isolado, apresentou pouca interferência na flutuação populacional da praga.

Tabela 2. Correlação entre elementos climáticos e capturas de *A. fraterculus* durante a safra 2013/14 e 2014/15, na cultura da videira, cv. Moscato Branco. Farroupilha, RS.

Fatores climáticos <sup>1</sup>	Áreas	<i>Anastrepha fraterculus</i>			
		Safrá 2013/2014		Safrá 2014/2015	
		r	p	r	p
Precipitação pluviométrica acumulada (mm)	A1	0.354 <sup>ns</sup>	0.490	0,433	0,331
	A2	0.500	0.312	0.121	0.794
Temperatura máxima	A1	-0.576	0.230	-0.336	0.460
	A2	-0.400	0.431	0.020	0.964
Temperatura mínima	A1	-0.686	0.132	-0.314	0.491
	A2	-0.600	0.207	0.203	0.661

Legenda: <sup>1</sup> Dados obtidos na semana anterior à cada avaliação. <sup>ns</sup> Correlação não significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro. r= coeficiente de correlação de Pearson; p= probabilidade.

### 4.3 Análise exploratória e estrutural dos dados de captura

Através da análise exploratória dos dados será possível identificar o comportamento que os mesmos assumem, observando valores discrepantes, que poderão vir a influenciar na análise de distribuição dos dados de mosca-das-frutas.

A análise estatística descritiva demonstrou que o número de capturas máximas e mínimas em cada armadilha por avaliação foram muito próximos para a área 1 na safra 2013/14 e 2014/15, variando de zero a 7 e zero a 4, respectivamente (tab.3). Na área 2, os valores de captura cresceram ao longo do tempo, sendo contabilizados até 59 adultos em uma única armadilha na safra 2013/14 (tab. 3).

As médias mantiveram-se baixas em ambas as áreas e safras (tab. 3) sendo o número de adultos encontrados na maior parte das armadilhas foi baixo ou nulo. Também foi observado que os dados apresentam variabilidade, com valores da variância quase sempre maiores dos da média (tab.3).

O coeficiente de variação ao longo das avaliações apresentou valores acima de 100%, sendo considerado elevado quando comparado com os preconizados em experimentos de solo e planta (tab.3). Pimentel-Gomes (1967) ressaltam que o coeficiente de variação apresenta a variabilidade estatística dos dados, sendo considerado baixo quando for menor que 10 e muito alto quando estiver acima de 30%. Em avaliações com insetos, o coeficiente tende a apresentar valores elevados, devido às características de dispersão destes indivíduos.

O coeficiente de assimetria foi positivo para todas as avaliações, nas duas áreas e safras (tab. 3), indicando elevada frequência de valores abaixo da média. Isso ocorreu devido à baixa densidade de adultos da mosca-das-frutas na área, onde em muitas armadilhas, não foram encontrados indivíduos durante o período de avaliações.

Através destes resultados, pode-se observar que os dados apresentam elevada variabilidade, e que os mesmos não tem como representação um valor médio, fato este que é muito importante na escolha de um interpolador, o qual pode representar no espaço os valores encontrados, visto que os interpoladores geoestatísticos fazem uso de valores médios.

Tabela 3. Estatística descritiva do número de adultos de *A. fraterculus* capturados em armadilhas PET de captura massal, em dois pomares comerciais de videira da cv. Moscato Branco. Farroupilha, RS, 2013/14 e 2014/15.

<b>Avaliação</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>Média</b>	<b>Variância</b>	<b>D.P</b>	<b>C.V(%)</b>	<b>Assim.</b>	<b>Curt.</b>
<b>Safra 2013/14</b>								
Área 1								
03/01	0	3	0,37	0,47	0,68	183,28	2,19	5,09
17/01	0	4	0,93	1,14	1,06	113,36	1,02	0,11
31/01	0	3	0,75	0,87	0,93	122,70	0,98	-0,10
14/02	0	3	0,93	1,01	1	106,95	0,71	-0,66
27/02	0	5	1,04	1,71	1,31	125,00	1,23	0,65
14/03	0	7	1,48	3,36	1,83	123,31	1,54	1,70
Área 2								
03/01	0	2	0,17	0,15	0,4	230,05	2,07	3,27
17/01	0	3	0,20	0,26	0,51	255,22	2,84	8,60
31/01	0	1	0,10	0,09	0,31	287,96	2,53	4,39
14/02	0	12	1,89	5,79	2,4	127,21	3,49	17,81
27/02	0	12	0,86	2,48	1,57	182,50	3,52	18,51
14/03	0	59	5,04	65,47	8,09	160,46	3,78	17,69
<b>Safra 2014/15</b>								
Área 1								
28/11	0	2	0,25	0,28	0,53	215,81	2,07	3,34
12/12	0	3	0,57	0,62	0,79	138,78	1,11	0,15
22/12	0	4	0,66	1,16	1,07	163,15	1,83	2,61
09/01	0	3	0,31	0,40	0,63	206,53	2,22	4,80
23/01	0	1	0,03	0,03	0,17	565,62	5,43	27,53
06/02	0	1	0,07	0,072	0,26	349,11	3,18	8,08
23/02	0	3	0,44	0,50	0,70	158,64	1,56	1,97
Área 2								
28/11	0	4	0,37	0,58	0,76	205,34	2,55	7,45
12/12	0	2	0,053	0,064	0,25	481,27	5,30	30,54
22/12	0	1	0,068	0,064	0,25	368,26	3,44	10,05
09/01	0	2	0,37	0,37	0,61	163,36	1,41	0,92
23/01	0	4	0,31	0,46	0,68	217,25	2,93	10,31
06/02	0	7	1,04	2,22	1,49	142,66	2,17	5,29
23/02	0	13	3,39	6,17	2,48	73,17	1,16	1,57

Min: Valor mínimo; Max: Valor máximo; D.P: Desvio-padrão; CV: Coeficiente de variação (%); Assim.: Assimetria; Curt.: Curtose.

Através dos semivariogramas, foi observado que na área 1, nas safras 2013/14 e 2014/15, a maioria das amostras apresentou efeito pepita puro (EPP), indicando ausência de dependência espacial, caracterizando distribuições aleatórias (tab. 4). Na área 2, o EPP foi encontrado nas avaliações realizadas em 03/01 e 17/01 na safra 2013/14 e 12/12 e 22/12 na safra 2014/15. Pavlu (2012) destaca que deve ser levado em consideração o fato de que, devido às amostragens realizadas basearem-se em organismos vivos que se locomovem, esse fato pode favorecer a ocorrência de efeito pepita puro. O EPP também foi encontrado por Dinardo-Miranda et al. (2007), avaliando a distribuição espacial de *Mahanarva fimbriolata* em cana-de-açúcar; por Stecca (2011) que analisou a distribuição espacial e temporal de lagartas desfolhadoras da soja; Pavlu (2012) o qual determinou um plano de amostragem e a distribuição espacial de *Shenophorus levis* na cana-de-açúcar e Simões (2014) que avaliou o plano de amostragem para *Atta* spp em eucalipto. Para as avaliações, as quais, não foi possível ajustar a um modelo de semivariograma teórico e que apresentam ausência de dependência espacial, a estas, não será possível a utilização de um interpolador geoestatístico. Para tais, faz-se necessário a escolha de um interpolador matemático seja capaz de demonstrar a variabilidade espacial e temporal dos dados. Este fato influenciou na escolha do interpolador, pois para manter uma sequência temporal dos mapas de distribuição, para todas as avaliações foi escolhido o interpolador Inverso do Quadrado da Distância.

Embora a maior parte das avaliações, não foi possível ajuste, encontrou-se avaliações as quais pode-se ajustar a um modelo teórico, como as avaliações dos dias 17/01 e 14/03 (área 1, safra 2013/14), apresentaram grau de dependência moderado, tendo como modelo o exponencial, com alcance de 65,7m, e esférico, com alcance de 66,1m, respectivamente (tab. 4). Para esta mesma área na safra 2014/15, dia 28/11, o semivariograma teórico ajustado aos dados foi o esférico, com alcance de 60,4m (tab. 4). Epsky et al. (2010), encontraram valores próximos ao avaliar a mosca-do-mediterrâneo *C. capitata* no Caribe. Em café, os autores registraram um alcance de 71m, enquanto que em tangerina o alcance foi de 56m. Os alcances encontrados a partir dos semivariogramas podem ser empregados para a elaboração de um esquema de amostragem. Além de auxiliar na escolha de um grid amostral, o alcance representa também a distância máxima na qual se deve espaçar os pontos amostrais, para que se tenha um dado confiável de infestação na área (FARIAS et al., 2005). Esta inferência não será feita neste trabalho, pois, os

dados oscilaram entre as avaliações e safras, não admitindo comportamento característico. No entanto, os mesmos podem servir de base para continuação de trabalhos futuros.

Na área 2 foi verificado que a maior parte das avaliações resultaram em um modelo gaussiano, sendo que nos dias 14/02 e 27/02 da safra 2013/14, e nos dias 23/01 e 06/02 da safra 2014/15 (tab. 4), os semivariogramas apresentaram patamar não definido devido ao alcance ser maior que a máxima distância da área amostrada (160m). Tímbola (2011) destaca que este fato ocorre quando a hipótese de estacionaridade de segunda ordem não pode ser atendida e os dados apresentam capacidade infinita de dispersão. Também é um indicativo de que a máxima distância  $h$  entre as amostras não foi capaz de exibir toda a variância dos dados e, provavelmente, existe a tendência dos mesmos para determinada direção.

Foi observado, que no dia 14/03 (área 2, da safra 2013/14), o alcance encontrado foi de 133,36m, no modelo gaussiano (tab. 4). Valores similares foram encontrados na safra seguinte, nas avaliações de 28/11 e 23/02, com alcance de 131,4m e 130m respectivamente, no modelo linear (tab. 4).

Na área 2, no dia 31/01 safra 2013/14 e 09/01 safra 2014/15, os modelos ajustados foram o exponencial, com alcance de 9m e 7m, respectivamente, com dependência espacial forte (tab. 4).

Tabela 4. Parâmetros para ajuste do semivariograma das avaliações de *A. fraterculus* em dois pomares comerciais de videira da cv. Moscato Branco. Farroupilha, RS, 2013/14 e 2014/15.

Avaliação	Modelo	C <sub>0</sub>	C <sub>0</sub> +C	A <sub>0</sub>	RSS	R <sup>2</sup>	GDE
<b>Safra 2013/14</b>							
Área 1							
03/01				EPP			
17/01	Exponencial	0,493	1,29	65,70	0,057	0,85	Moderado
31/01				EPP			
14/02				EPP			
27/02				EPP			
14/03	Esférico	1,294	4,05	66,10	0,480	0,93	Moderado
Área 2							
03/01				EPP			
17/01				EPP			
31/01	Exponencial	0,0001	0,107	9,00	0,011	0,82	Forte
14/02	Gaussiano	2,44	12,88	174,59	0,22	0,99	Forte
27/02	Gaussiano	1,38	4,77	201,61	0,09	0,94	Moderado
14/03	Gaussiano	20,6	92,2	133,36	25,7	0,97	Forte
<b>Safra 2014/15</b>							
Área 1							
28/11	Esférico	0,155	0,337	60,40	2,891E-05	0,99	Moderado
12/12				EPP			
22/12				EPP			
09/01				EPP			
23/01				EPP			
06/02				EPP			
23/02				EPP			
Área 2							
28/11	Linear	0,360	0,89	131,4	0,611	0,80	Moderado
12/12				EPP			
22/12				EPP			
09/01	Exponencial	0,001	0,37	7,0	0,046	0,77	Forte
23/01	Gaussiano	0,237	2,48	357,32	0,067	0,91	Forte
06/02	Gaussiano	1,48	5,96	287,34	0,22	0,91	Forte
23/02	Linear	5,17	7,33	130,0	9,76	0,91	Moderado

EPP: Efeito pepita puro; C<sub>0</sub>: Efeito pepita; C<sub>0</sub>+C: Patamar; A<sub>0</sub>: Alcance; RSS: Soma dos quadrados dos resíduos; R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação; GDE: Grau de dependência espacial.

#### 4.4 Análise da distribuição espacial e temporal de *A. fraterculus* (Wied.)

Através das análises de distribuição espacial e temporal, observa-se que as informações obtidas através dos índices de agregação e dispersão (tab. 5) corroboram com o comportamento da *A. fraterculus* (Wied.) que está apresentado nos mapas temáticos (Figs.10, 11, 12 e 13).

Na área 1, na safra 2013/14, a distribuição espacial dos adultos de *A. fraterculus* (Wied.) foi agregada em todas as amostragens (tab. 5), enquanto que na safra 2014/15, o comportamento foi agregado nas primeiras e na última avaliação (tab. 5).

Para a área 2, nas duas safras, ocorreram diferentes tipos de dispersão e agregação durante o experimento. Nas avaliações dos dias 03/01 e 31/01, na safra 2013/14, e 22/12, da safra 2014/15, o padrão de distribuição mosca-das-frutas foi regular, para todos os índices testados (tab. 5). A distribuição foi agregada para as avaliações dos dias 17/01, 14/02, 24/02 e 14/03, safra 2013/14 e 28/11, 12/12, 23/01, 06/02 e 23/02, safra 2014/15, em todos os índices (tab. 5). Na safra 2014/15, observou-se distribuição aleatória da mosca-das-frutas sul-americana no dia 09/01.

Kleijn e Van Langevelde (2006) sugerem que o padrão de distribuição espacial dos insetos é influenciado pela qualidade do ambiente circundante. Assim com base nisso, quando o mesmo encontra ambiente desfavorável, os insetos migram ou se dispersam para manchas onde os recursos sejam mais favoráveis e na falta de condições adequadas, as mosca-das-frutas podem assumir diferentes padrões de dispersão ou agregação. No início das avaliações, devido à escassez de alimento na área e a baixa densidade da mosca na área, esta dispersa por pontos distintos na área, e só passou a assumir padrão agregado de distribuição, quando as condições internas no pomar passaram a serem favoráveis.

Avaliando a distribuição de *A. fraterculus* (Wied.) em goiaba, no Rio Grande do Sul, através do índice de Morisita, Jahnke et al. (2014) observaram elevado grau de agregação para adultos da praga. Resultados semelhantes utilizando o índice Morisita foram encontrados por Vargas, Stark e Nishida (1989) no Hawai, avaliando *B. dorsalis* e *B. cucurbitae*, Ventura (2014), para *C. capitata* na Guatemala e Satarkar et al. (2009), com diferentes espécies de *Bactrocera* na Índia.

Tabela 5. Índices de agregação e dispersão de *A. fraterculus* em dois pomares comerciais de videira da cv. Moscato Branco. Farroupilha, RS, 2013/14 e 2014/15.

Avaliações	$I$	$I_{\delta}$	$C_x$
<b>Safra 2013/14</b>			
Área 1			
03/01	1,27 <sup>AG</sup>	1,71 <sup>AG</sup>	0,0120 <sup>AG</sup>
17/01	1,22 <sup>AG</sup>	1,23 <sup>AG</sup>	0,0040 <sup>AG</sup>
31/01	1,16 <sup>AG</sup>	1,20 <sup>AG</sup>	0,0035 <sup>AG</sup>
14/02	1,08 <sup>AG</sup>	1,08 <sup>AG</sup>	0,0015 <sup>AG</sup>
27/02	1,12 <sup>AG</sup>	1,63 <sup>AG</sup>	0,0101 <sup>AG</sup>
14/03	2,22 <sup>AG</sup>	1,85 <sup>AG</sup>	0,0135 <sup>AG</sup>
Área 2			
03/01	0,91 <sup>RE</sup>	0,50 <sup>RE</sup>	-0,0038 <sup>RE</sup>
17/01	1,31 <sup>AG</sup>	2,57 <sup>AG</sup>	0,0114 <sup>AG</sup>
31/01	0,89 <sup>RE</sup>	0 <sup>RE</sup>	-0,0073 <sup>RE</sup>
14/02	3,06 <sup>AG</sup>	2,08 <sup>AG</sup>	0,0079 <sup>AG</sup>
27/02	2,87 <sup>AG</sup>	3,17 <sup>AG</sup>	0,0157 <sup>AG</sup>
14/03	12,98 <sup>AG</sup>	3,36 <sup>AG</sup>	0,0171 <sup>AG</sup>
<b>Safra 2014/15</b>			
Área 1			
28/11	1,14 <sup>AG</sup>	1,62 <sup>AG</sup>	0,0097 <sup>AG</sup>
12/12	1,09 <sup>AG</sup>	1,17 <sup>AG</sup>	0,0026 <sup>AG</sup>
22/12	1,76 <sup>AG</sup>	2,15 <sup>AG</sup>	0,0181 <sup>AG</sup>
09/01	1,31 <sup>AG</sup>	2,05 <sup>AG</sup>	0,0164 <sup>AG</sup>
23/01	0,98 <sup>RE</sup>	0 <sup>RE</sup>	-0,0170 <sup>RE</sup>
06/02	0,93 <sup>RE</sup>	0 <sup>RE</sup>	-0,0157 <sup>RE</sup>
23/02	1,12 <sup>AG</sup>	1,28 <sup>AG</sup>	0,0043 <sup>AG</sup>
Área 2			
28/11	1,57 <sup>AG</sup>	2,56 <sup>AG</sup>	0,0150 <sup>AG</sup>
12/12	1,24 <sup>AG</sup>	6,23 <sup>AG</sup>	0,0405 <sup>AG</sup>
22/12	0,93 <sup>RE</sup>	0 <sup>RE</sup>	-0,0077 <sup>RE</sup>
09/01	1,00 <sup>AL</sup>	1,00 <sup>AL</sup>	0 <sup>AL</sup>
23/01	1,47 <sup>AG</sup>	2,55 <sup>AG</sup>	0,0119 <sup>AG</sup>
06/02	2,13 <sup>AG</sup>	2,08 <sup>AG</sup>	0,0083 <sup>AG</sup>
23/02	1,81 <sup>AG</sup>	1,24 <sup>AG</sup>	0,0018 <sup>AG</sup>

$I$  : Índice Razão Variância/Média;  $I_{\delta}$  : Índice Morisita;  $C_x$  : Coeficiente de Green; AG: Agregada; AL: Aleatória; RE: Regular.

Com base nas avaliações das duas áreas e safras, os dados demonstram que o comportamento espacial de adultos da *A. fraterculus* (Wied.) é agregado. O padrão de distribuição agregado, para Enkerlin (1992) é característico de populações de insetos que estão em um meio que apresenta condições favoráveis para o seu desenvolvimento. Isso faz com que os mesmos não fiquem amplamente distribuídos, tendendo a se concentrar em determinados nichos favoráveis, como locais com maior disponibilidade de alimento, grupos para acasalamento e substrato para oviposição. Conhecer este comportamento nos diferentes cultivos pode auxiliar no manejo identificando os focos de infestação da praga.

Através dos mapas de distribuição observa-se que houve variações entre as áreas e safras em relação à distribuição espacial e temporal da *A. fraterculus* (Wied.) (Figs. 7, 8, 9 e 10).

Para a área 1, na safra 2013/14, o local de entrada da mosca-das-frutas na área 1 foi do lado ao qual se encontrava o cultivo de pessegueiro (*Prunus persica* L.) e em uma das bordas na qual se encontrava a mata nativa (Fig. 2). O término da colheita do pêssigo ocorreu no início de janeiro, isso reduziu a quantidade de frutos hospedeiros, e fez com que a mosca migrasse para a área de videira em busca de ambiente favorável. Neste período a cultura encontrava-se com bagas verdes e em processo de enchimento, embora este período não seja adequado ao desenvolvimento larval, o inseto pode realizar punctura de ovoposição. Zart, Botton e Fernandes (2011) verificaram que em Moscato Embrapa, mesmo os frutos encontrando-se nos estágios iniciais, à punctura de ovoposição causa deformação e queda de bagas. Mesmo após a colheita do pêssigo, observou-se que restaram na área alguns frutos nas plantas, estes, possivelmente, possibilitaram o desenvolvimento de larvas, que posterior causaram aumento na população de adultos da mosca na área de videira. Em relação à borda da mata, provavelmente, estariam presentes plantas nativas hospedeiras que permitiram o desenvolvimento da mosca. Neste caso, as moscas teriam que efetuar movimentos migratórios entre as plantas da mata para a cultura da videira. No experimento não foi possível à identificação destas plantas.

Na safra seguinte (2014/15), na área 1, o comportamento espacial e temporal do inseto foi influenciado pela aplicação de inseticida, sendo esta realizada no início de janeiro. Na primeira avaliação (28/11) foi observado que a entrada da mosca-das-frutas também ocorreu na borda a qual se encontrava o pomar de

pessegueiro. Na segunda avaliação (12/12) foi observado a presença da mosca-das-frutas em todos os lados do vinhedo (Fig. 9). A partir destas avaliações iniciais evidenciava-se uma expansão da distribuição da mosca na área ao longo do tempo, tendo a mesma sido restringida pela aplicação do inseticida, que afetou as avaliações de 09/01, 23/01 e 06/02. Após este período observa-se que o inseto voltou a recolonizar a área, com presença identificada em todos os quadrantes do cultivo (Fig. 9).

Na prática, tem se observado que a população de determinada espécie de moscas-das-frutas permanece no entorno do seu hospedeiro preferencial (CARVALHO, 2005) e que sua movimentação e orientação, está ligada a resposta à frutificação ou maturação dos hospedeiros favoráveis (CHRISTENSON; FOOTE, 1960). Os resultados encontrados na área 1, durante as duas safras, corroboram com diversos autores que afirmam que as plantas hospedeiras fornecem um corredor ecológico que servem de suporte para a disseminação de mosca-das-frutas no interior dos cultivos (FEHN, 1982; MIDGARDEN; LIRA, 2006; ALMEIDA et al., 2011; SCIARRETTA; TREMATERRA, 2011; LEBLANC et al., 2012; PIMENTEL et al., 2014).

A distribuição espacial de adultos nas avaliações iniciais na área 2 (safra 2013/14) não apresentou um local de entrada ou uma movimentação direcionada na área, provavelmente devido ao ambiente circundante ser predominantemente ocupado pela cultura da videira. Esta distribuição, encontrada no período inicial, foi homogênea ou regular (Fig. 8), sendo este comportamento confirmado na avaliação de 03/01 e 31/01, onde os índices de agregação e dispersão demonstraram comportamento regular (tab. 5). Na avaliação de 17/01 foram observados focos da mosca-das-frutas distribuídos no interior e em uma das bordas do vinhedo (Fig. 8), a qual apresenta outro vinhedo que apresentava a cv. Isabel (Fig. 3). A partir de fevereiro, foi observado que a entrada da mosca-das-frutas por esta borda se intensificou (Fig. 8). Após este período, as capturas foram aumentando progressivamente, coincidindo com o tempo de maturação, enquanto a mosca-das-frutas se distribuiu espacialmente por quase toda a área.

A cv. Isabel tem o início da sua colheita no final de fevereiro (TONIETTO; MANDELLI; CAMARGO, 2003), sendo que no início de fevereiro ela se encontra em processo de maturação dos frutos. Uma das hipóteses da mosca ter sua entrada na área influenciada por esta cultura é de que a mesma, quando em processo de

maturação, liberou compostos atrativos as moscas que se encontravam na mata nativa, próxima a área de cultivo da cv. Isabel. Como estas não encontraram substrato adequado para ovoposição ou alimento neste local, migraram para a área de avaliação.

Nas primeiras avaliações da safra 2014/15 realizadas na área 2 foi observado que a distribuição da espécie ocorreu inicialmente (28/11) na borda (Fig. 10), próximo à mata nativa (Fig. 3). Na sequência, o número de insetos encontrados na área reduziu, em relação à primeira avaliação, e se distribuiu por alguns pontos da área, de forma isolada, não assumindo um comportamento que pudesse ser caracterizado. Como não foi realizada a aplicação de inseticidas neste período, possivelmente a redução ocorreu ao que Muñoz (2003) menciona, que nos locais onde estão alocadas armadilhas na área, estão vão capturando os indivíduos ao longo do tempo, fato este que impede a sua reprodução. Caso a densidade for baixa nas áreas adjacentes, o número de mosca-das-frutas no pomar será reduzido. Em fevereiro (06/02), os adultos da mosca-das-frutas começam a invadir a área, através de duas bordas, ambas com mata nativa e uma delas com cultivo de videira. Na avaliação seguinte (23/02), a cv. Moscato já estava sendo colhida observando-se que o período de maturação, de 06/02 a 23/02, influenciou a entrada e distribuição do inseto no vinhedo com o inseto distribuído em toda a área na última avaliação.

Em relação às duas áreas de cultivo, embora próximas, com características semelhantes em relação à presença de mata nativa nos seus arredores, cada qual apresentava característica peculiar em relação a hospedeiros, o que influenciou a distribuição espacial da mosca-das-frutas sul-americana. Outro fator que influenciou na densidade de insetos e na sua distribuição foi o tamanho da área, sendo que a área 1 constava com 0,47 ha e a área 2 com 1,09 ha. O que se observou em relação as duas, é que o número de moscas foi maior na área 2, isso pode ser devido ao fato de que a mesma constava com maior quantidade de armadilhas e de plantas com fruto, tendo maior capacidade de atração.

Com base no monitoramento dos adultos nas duas áreas e safras, foi observado que na região de estudo, as maiores capturas foram registradas nas bordas dos vinhedos, isso gerou um efeito de remoção, fazendo com que os insetos fossem capturados nas armadilhas mais próximas da bordadura e à medida que se distanciava, o número de insetos reduzia. Isso também comprova que a entrada da *A. fraterculus* ocorre do exterior para o interior do vinhedo com maiores capturas no

período de maturação dos frutos. Este comportamento também tem sido observado com outras espécies de moscas-das-frutas (MUÑOZ, 2003; PAPADOPOULOS; KATSOYANNOS; NESTEL, 2003; ALEMANY et al. 2006; MIDGARDEN; LIRA, 2006; MUÑOZ; MARÍ, 2009) e com *A. fraterculus* (Wied.) (SALLES; KOVALESKI, 1990; KOVALESKI; RIBEIRO, 2002). Essas informações são fundamentais para definir o momento de instalação das armadilhas de captura massal e a aplicação de iscas tóxicas como estratégias de controle.

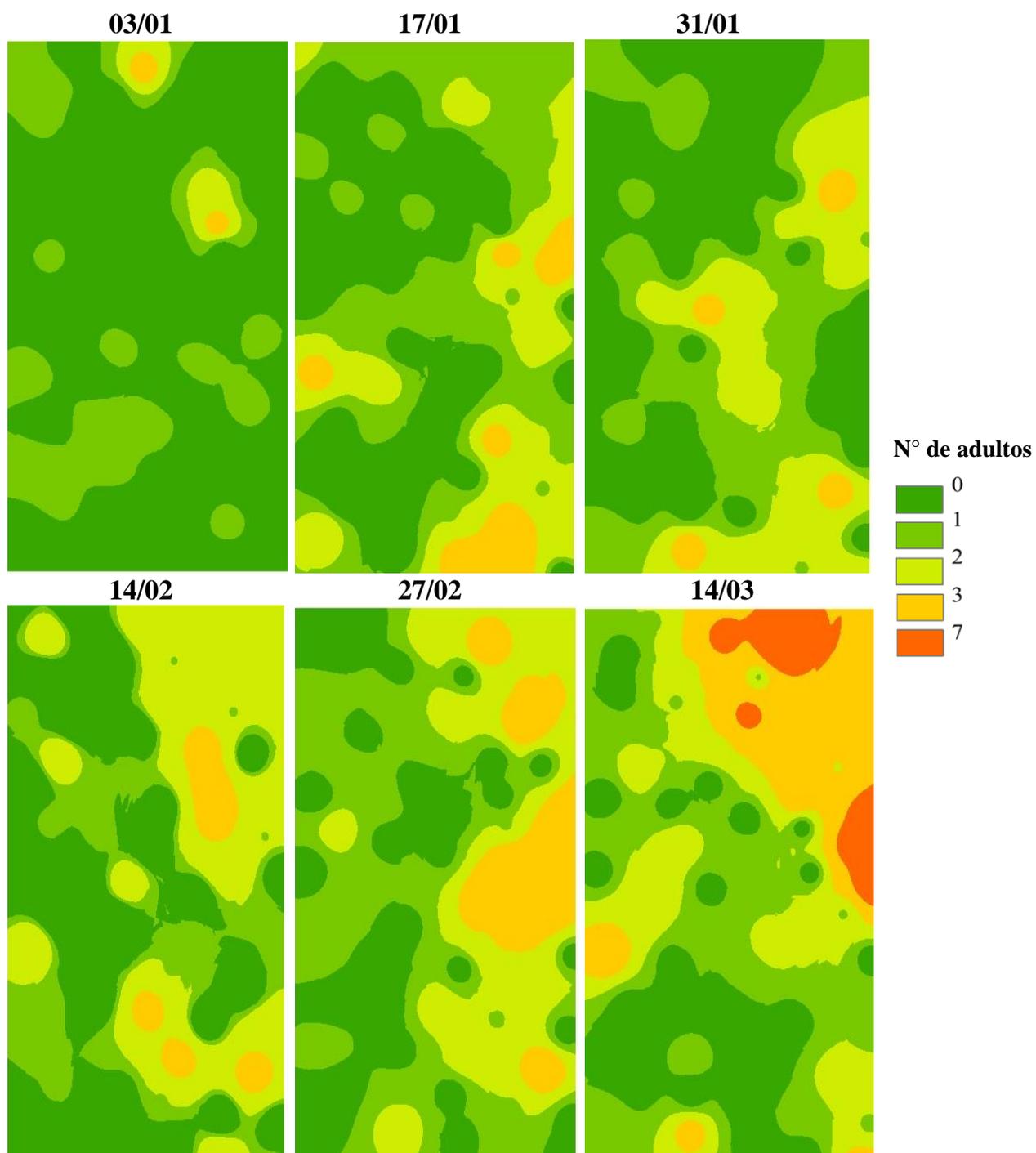


Figura 7. Mapas temáticos indicando a distribuição espacial e temporal de *A. fraterculus* em videira da cv. Moscato Branco na área 1. Farroupilha, RS, safra 2013/14.

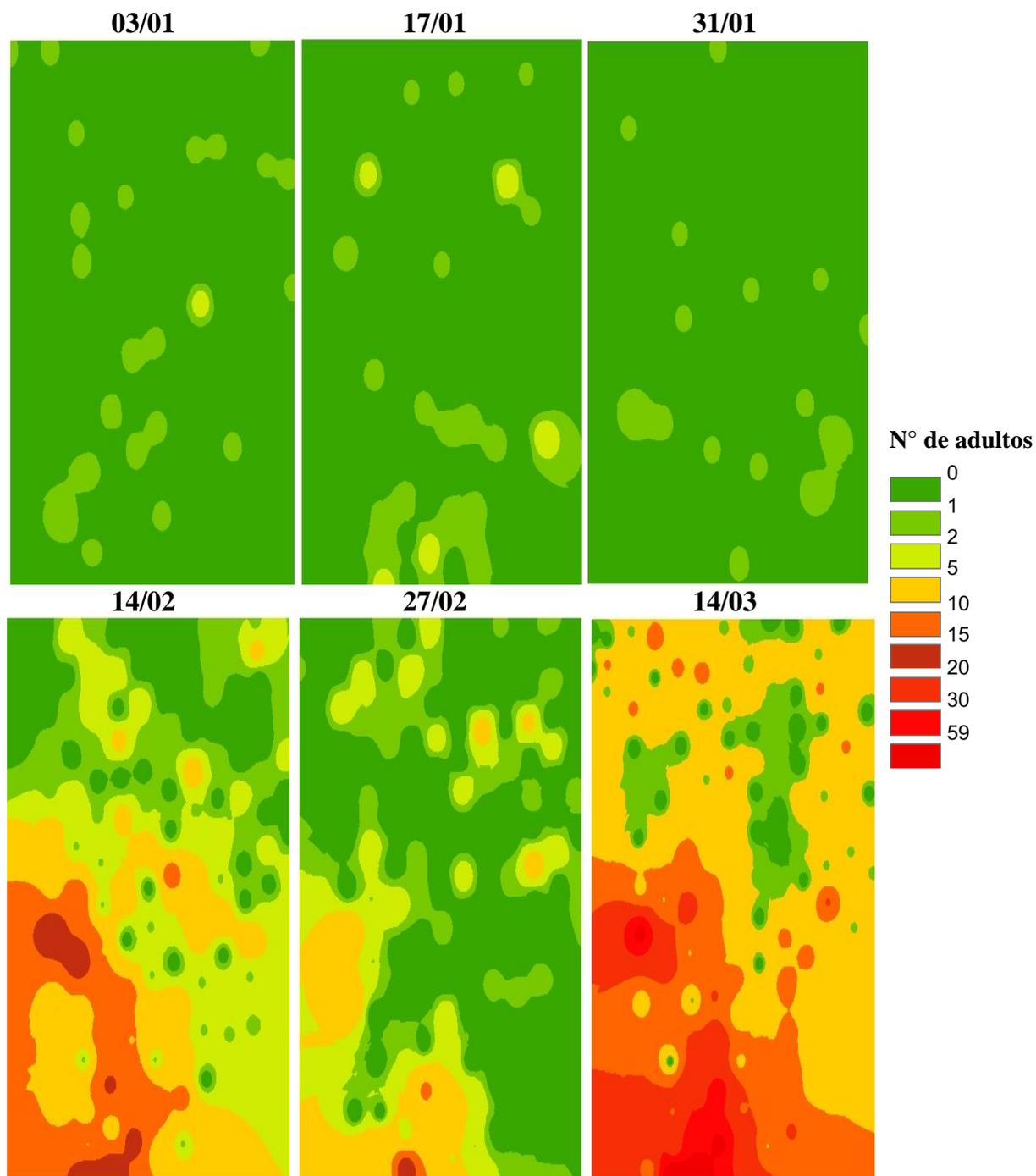


Figura 8. Mapas temáticos indicando a distribuição espacial e temporal de *A. fraterculus* em videira da cv. Moscato Branco na área 2. Farroupilha, RS, safra 2013/14.

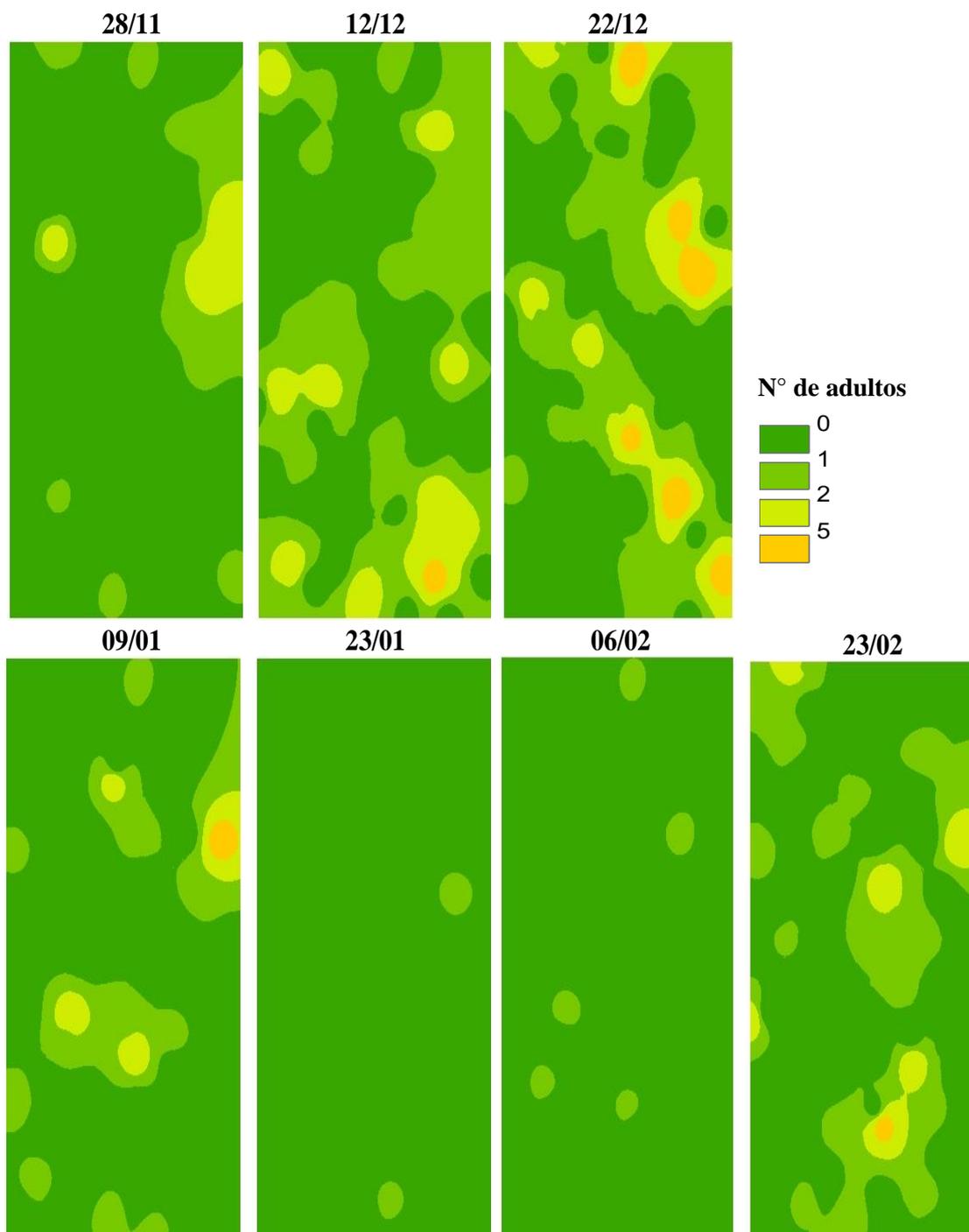


Figura 9. Mapas temáticos indicando a distribuição espacial e temporal de *A. fraterculus* em videira da cv. Moscato Branco na área 1. Farroupilha, RS, safra 2014/15.

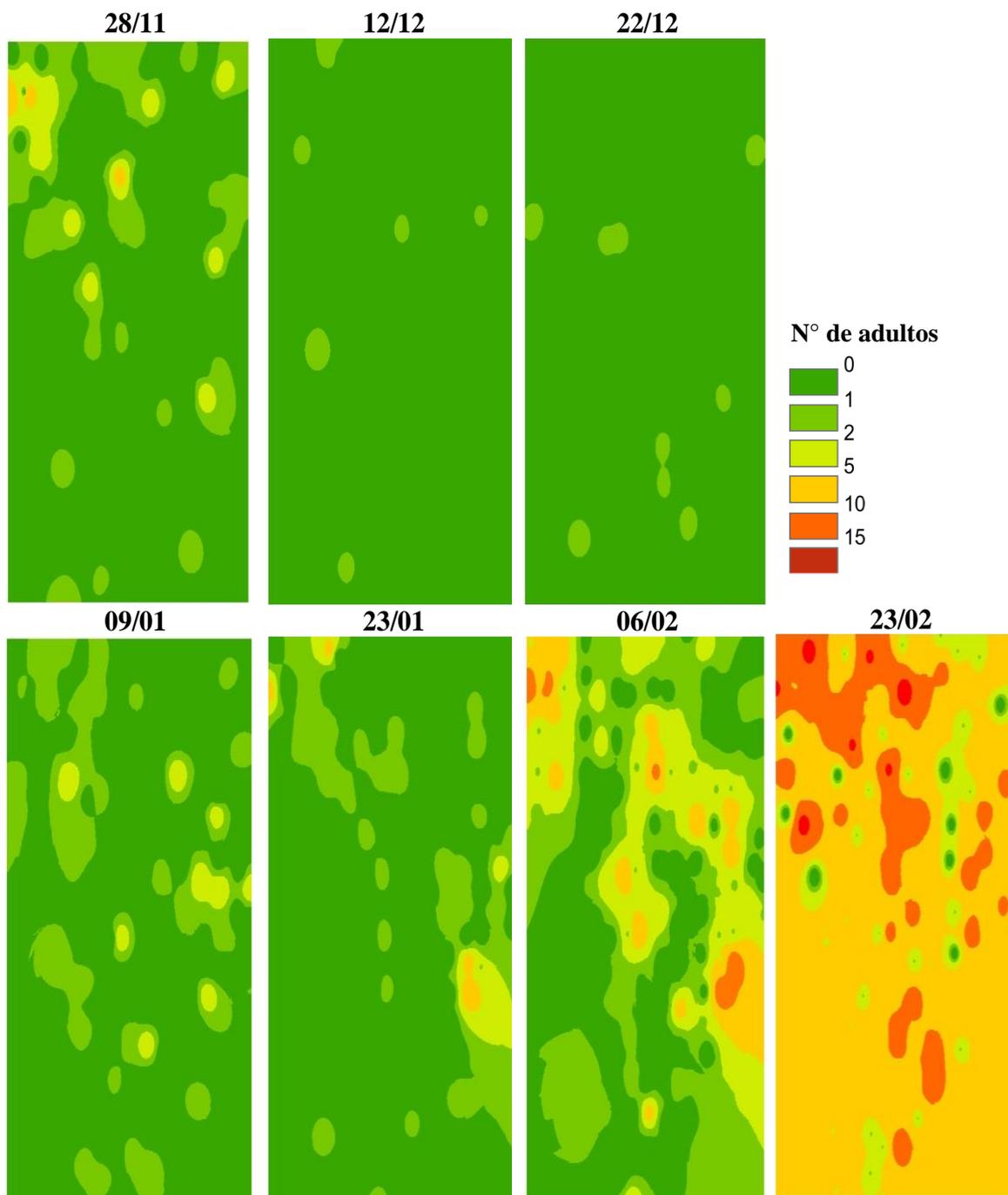


Figura 10. Mapas temáticos indicando a distribuição espacial e temporal de *A. fraterculus* em videira da cv. Moscato Branco na área 2. Farroupilha, RS, safra 2014/15.

## 5. Conclusões

A flutuação populacional da *A. fraterculus* (Wied.) não sofreu influência dos elementos climáticos, temperatura e precipitação pluviométrica, mas foi influenciada pela maturação da cultura da videira.

Mapas temáticos que utilizam o inverso do quadrado da distância permitem mostrar a distribuição espacial de *A. fraterculus* (Wied.) na cultura da videira.

A mosca-das-frutas sul-americana apresenta distribuição espacial agregada, com comportamento invasivo na videira com entrada das bordas para o centro e aumentando a população no período de maturação da cultura.

## 6. Referências Bibliográficas

AFAVIN – Associação Farroupilhense de Produtores de Vinhos, Espumantes, Sucos e Derivados. **Notícias**. Disponível em: <<http://www.afavin.com.br/site/noticias/62>>. Acesso: 08 dez. 2014.

ALEMANY, A.; MIRANDA, M.A.; ALONSO, R.; ESCORZA, C.M. Changes in the spatial and temporal population density of the mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in a citrus orchard. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v.4, n.2, p.161-166, 2006.

ALMEIDA, R.N.; MARQUES JUNIOR, E.; CAMPANHARO, I.F.; ASSIS, A.A.; FERRARI, J.L.; GARCIA, R.F. Variabilidade espacial da infestação de moscas-das-frutas num pomar de citros. In: XIV ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA e X ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 2011, São José dos Campos. **Anais do...** São José dos Campos: UNIVAP, 2011.1-4p.

ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha*. **Annual Review of Entomology**, v.39, p.155-178, 1994.

ALVARENGA, C.D.; GIUSTOLIN, T.A.; QUERINO, R.B. Alternativas no controle de moscas-das-frutas. In: VENZON, M.; PAULA JUNIOR, T. J.; PALLINI, A. (Coord.). **Tecnologias alternativas para o controle de pragas e doenças**. Viçosa: EPAMIG, p. 227-252, 2006.

ANDRIOTTI, J.L.S. Notas de Geoestatística. **Acta Geologica Leopoldensia**, v.55, n. 25, p.3-14, 2002.

ANDRIOTTI, J.L.S. **Fundamentos de Estatística e Geoestatística**. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 2003. 165 p.

ARAUJO, E.L.; SILVA, R.K.B.; GUIMARÃES, J.A.; SILVA, J.G.; BITTENCOURT, M.A.L. Levantamento e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiaba *Psidium guajava* L., no município de Russas (CE). **Revista Caatinga**, v.21, n.1, p.138-146, 2008.

AVERILL, A.L.; PROKOPY, R.J. Distribution patterns of *Rhagoletis pomonella* (Diptera:Tephritidae) eggs in Hawthorn. **Annals of the Entomological Society of America**, v.82, n1, p.38-44, 1989.

AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.A. **BIOESTAT**. Belém, 2007. Disponível em: < <http://www.mamiraua.org.br/pt-br/downloads/programas/bioestat-versao-53/>>. Acesso em: 24 fev. 2015.

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

BORTOLI, L.C. **Interações tritróficas entre moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae), seus hospedeiros e parasitoides (Hymenoptera) e avaliação de atrativos para o monitoramento na Região da Serra Gaúcha, RS**. 2014. 90f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade)-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

BOTTON, M.; HICKEL, E.R.; SORIA, S.J. Pragas In: FAJARDO, T.V.M. (Ed) **Uva para processamento: Fitossanidade**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003, p.82-105. (Frutas do Brasil, 35).

BRAZ, R.L.; RIBEIRO, C.A.D.; FERREIRA, D.S.; CECÍLIO, R.A. Uso de séries históricas e técnicas de SIG no estudo da distribuição temporal e espacial da pluviosidade na bacia Barra Seca localizada ao norte do estado do Espírito Santo. In: XI ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA e VII ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 2007, São José dos Campos. **Anais do...** São José dos Campos: UNIVAP, 2007. 54-56p.

BURROUGH, P.A. **Principles of the geographical information systems for land resources assessment**. Claredon Press: Oxford, 1986. p.193.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M. Análise espacial e geoprocessamento. In: DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. **Análise espacial de dados geográficos**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. p.209.

CAMARGO, E. C. G.; FUCKS, S. D.; CÂMARA, G. Modelagem análise espacial de superfícies. In: DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. **Análise espacial de dados geográficos**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. p.209.

CAMBARDELLA, C.A.; MOORMAN, T.B.; NOVAK, J.M.; PARKIN, T.B.; KARLEN, D.L.; TURCO, R.F.; KONOPKA, A.E. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.58, n.5, p.1501-1511, 1994. Disponível em: <<http://ddr.nal.usda.gov/bitstream/10113/18168/1/IND20518015.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2014.

CÁRDENAS, R.R. **Modelagem da distribuição espaço-temporal da broca do café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) em uma cultura da região central colombiana**. 2002. 120f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Universidade Estadual de São Paulo, Piracicaba.

CARVALHO, R.S. **Metodologia para monitoramento populacional de moscas-das-frutas em pomares comerciais**. Cruz das Almas: Embrapa – CNPMF, 2005. 17p. (Circular Técnica, 75).

CASTRIGNANÒ, A.; BOCCACCIO, L.; COHEN, Y.; NESTEL, D.; KOUNATIDIS, I.; PAPADOPOULOS, N.T.; BENEDETTO, D.; MAVRAGANI-TSIPIDOU, P. Spatio-

temporal population dynamics and area-wide delineation of *Bactrocera oleae* monitoring zones using multi-variate geostatistics. **Precision Agriculture**, v.13, n. 4, p.421–441, 2012.

CHAVARRIA, G.; ZART, M.; BOTTON, M.; SANTOS, H.P.; MARODIN, G.A.B. Flutuação populacional de adultos de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) em cultivo protegido e convencional de videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.3, p.725-731, 2009.

CHILDS, C. **Interpolating surfaces in ArcGIS Spatial Analyst**. ESRI- ArcUser, July-September. p. 32-35, 2004. Disponível em: <http://www.esri.com/news/arcuser/0704/files/interpolating.pdf>. Acesso: 10 jan. 2014.

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

CLIMATE-DATA.ORG. **Município de Farroupilha** Disponível em: <http://pt.climate-data.org/location/15795/>. Acesso em: 25 mai. 2015.

CORRÊA, A.N. **Abordagem de espaço de estados no relacionamento entre atributos físicos do solo e produtividade do trigo**. 2007. 121f. Dissertação (Engenharia Agrícola) - Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel.

COUTINHO, C.R.; MACHOTA Jr, R.; PACHECO, M.G.; COSTA, M.L.E.; BOTTON, M.; PARANHOS, B.A.J. CeraTrap® na coleta massal de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) em videiras no Vale do São Francisco. In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 2014, Goiânia. **Anais do...** Goiânia: SBE, 2014.

CRESSIE, N. **Statistics for Spatial Data**, (Rev. Ed.), Wiley: New York, 1993. 424p.

DEUS, B. V.; ZEILHOFER, P.; ARAUJO, G. C.; SANTOS, A. S. L. Interpolação pluviométrica na Bacia do Alto e Médio Rio Teles Pires: uma análise de séries históricas e interpoladores. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 3., 2010, Recife. **Anais do...** Recife: UFPE, 2010. 1-7p.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; VIEIRA, S.R.; FRACASSO, J.V.; GREGO, C.R. Uso da geoestatística na avaliação da distribuição espacial de *Mahanarva fimbriolata* em cana-de-açúcar. **Bragantia**, v.66, n.3, p.449-455, 2007.

EL SAYED, A. M., SUCKLING, D. M., WEARING, C. H., ANDBYERS, J. A. Potential of mass trapping for long term pest management and eradication of invasive species. **Journal of Economic Entomology**, v.99, n.5, p.1550-1564, 2006.

ELLIOTT, J.M. **Some methods for the statistical analysis of sample of benthic invertebrates**. Westmorland: Freshwater Biological Association, Scientific Publication, n.25, 1971. 144p.

ENGELBRECHT, R.; HOLZ, G.; PRINGLE, K.L. Occurrence of fruit-decaying fungi on adult male Mediterranean fruit flies (*Ceratitis capitata*) captured in orchards and adjacent vineyards. **South African Journal for Enology and Viticulture**, v.25, n.2,p.48-53, 2004.

ENKERLIN, W. R. Dispersión y desplazamiento de las poblaciones de moscas de las frutas. In: VI CURSO INTERNACIONAL SOBRE MOSCAS DE LAS FRUTAS. Metapa de Domínguez (México). **Anais do...** Metapa de Domínguez: Programa Moscamed. 1992. 4p.

EPSKY, N.D.; ESPINOZA, H.N.R.; KENDRA, P.E.; ABERNATHY, R.; MIDGARDEN, D.; HEATH, A.R. Effective sampling range of a synthetic protein-based attractant for *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v.103, n.5, p.1886-1895, 2010.

ESRI. **ARCGIS 10.1**, 2012. Disponível em: <<http://www.esri.com/software/arcgis>>. Acesso: 10 fev. 2014.

FARIAS, P.R.S.; SANTOS, H.J.P.; MAIA, P.S.P.; LOPES, J.S. Dependência espacial de vetores de *Xylella fastidiosa* em pomar de laranja georreferenciado com o uso do DGPS. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 3., 2005, Sete Lagoas. **Anais do...** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2005. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/siap2005/artigos/SIAP3\\_artigo056.pdf](http://www.cnpms.embrapa.br/siap2005/artigos/SIAP3_artigo056.pdf)>. Acesso: 10 mar. 2015.

FEHN, L.M. Influência dos fatores meteorológicos na flutuação e dinâmica de população de *Anastrepha* spp. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.17, n.4, p.533-544, 1982.

FORMOLO, R.; RUFATO, L.; BOTTON, M.; MACHOTA JUNIOR, R. Diagnóstico da área cultivada com uva fina de mesa (*Vitis vinifera* L.) sob cobertura plástica e do manejo de pragas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.1, p.103-110, 2011.

FRIGHETTO, J.M.; SANTI, A.L.; PIAS, O.H.C.; TREVISAN, R.; CORASSA, G.M.; DAMIAN, J.M.; SIMON, D.H. Produtividade e qualidade físico-química de laranjas 'Valência' da região norte do Rio Grande do Sul: mapeamento e correlação entre variáveis. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 20, ns. 1/2, p. 25-32, 2014.

GAMMA DESIGN SOFTWARE. **GS+**: Geostatistics for the Environmental Sciences. 2004. Disponível em: <<https://www.gammadesign.com/>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

GARCIA, F.R.M.; CORSEUIL, E. Flutuação populacional de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) e *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera, Tephritidae) em pomares de pessegueiro em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v.15, n.1, p.153-158, 1998.

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 da FZVA**, v. 5/6, n.1, p.82-89, 1999.

GIOVANNINI, E. **Manual de viticultura**. Porto Alegre: Bookman, 2014, 253p.

GIOVANNINI, E. **Produção de uvas para vinho, suco e mesa**. Porto Alegre: Renascença, 1999. 364p.

GÓMEZ, M.; DAMASCENO, I.; VIANA, R.; CASTRO, R.; CAMPOS, D.; PARANHOS, B.J.; NASCIMENTO, A.; MALAVASI, A. Flutuação populacional de moscas-das-frutas (Tephritidae) em pomares de videira em diferentes estádios fenológicos. In:

XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 2008, Uberlândia. **Anais do...Uberlândia: Sociedade Entomológica do Brasil, 2008.** Disponível em: <<http://www.seb.org.br/eventos/cbe/xxiicbe/listaresumos.htm>>. Acesso: 10 jan. 2015.

GREEN, R.H. Measurement of non-randomness in spatial distributions. **Researches on Population Ecology**, v.8, n.1, p.1-7, 1966.

GREGRO, C.R.; OLIVEIRA, R.P.; VIEIRA, S.R. Geoestatística aplicada a Agricultura de Precisão. In: BERNARDI, A.C.C.; NAIME, J.M.; RESENDE, A.V.; BASSOI, L.H.; INAMASU, R.Y. (Eds). **Agricultura de Precisão: resultados de um novo olhar.** Brasília, DF: Embrapa, 2014, 596 p.

GYENGE, J.E.; TRUMPER, E.V.; EDELSTEIN, J.D. Diseño de planes de muestreo con niveles fijos de precisión del pulgón manchado de la alfalfa, *Therioaphis trifolii* Monell (Homoptera: Aphididae) en alfalfa (*Medicago sativa* L.). **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**, v.28, n.4, p.729-737, 1999.

HUZIWARA, E. **Efeito de herbicidas na flora e na fauna edáfica em solos sob cana-de-açúcar na região Norte Fluminense.** 2011. 90f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola.** Rio de Janeiro, v.27, n.1, p.1-85, 2013.

ISRAELY, N. ZIV, Y. OMAN, S.D. Spatiotemporal distribution patterns of mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in the Central Region of Israel. **Annals of the Entomological Society of America**, v.98, n.1, p.77-84, 2005.

JAHNKE, S.M.; DEL PONTE, E.M.; REDAELLI, L.R.; REGO, D.R.P. Spatial patterns and associations of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) and its parasitoid *Doryctobracon areolatus* (Hymenoptera: Braconidae) in organic orchards of *Psidium guajava* and *Acca sellowiana*. **Florida Entomologist**, v.97, n.2, p.744-752, 2014.

JIMENEZ, K. Q; DOMECCQ, F. M. **Estimação de chuva usando métodos de interpolação.** Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS. 2008.16p.

JOURNEL, A.G. Nonparametric estimation of spatial distributions. **Journal of the International Association for Mathematical Geology**, v.15, n.3, p.445-468, 1983.

KARYDASM, C.G.; GITAS, I.Z.; KOUTSOGIANNAKI, E.; LYDAKIS-SIMANTIRIS, N.; SILLEOS, G.N. Evaluation of spatial interpolation techniques for mapping agricultural topsoil properties in Crete. **EARSeL eProceedings**, v.8, n.1, p. 26-39, 2009.

KLEIJN, D.; VAN LANGEVELDE, F. Interacting effects of landscape context and habitat quality on flower visiting insects in agricultural landscapes. **Basic and Applied Ecology**, v.7, n.3, p.201-214, 2006.

KORYTKOWSKI, G.C.; PEÑA, D.O. Especies del género *Anastrepha* Schiner 1868 en el Noroeste Peruano. **Revista Peruana de Entomología**, v.11, n.1, p.32-70, 1968.

KOVALESKI, A.; RIBEIRO, L.G. **Manejo de pragas na produção integrada de maçãs.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2002. (EMBRAPA: Circular Técnica, 34).

- KOVALESKI, A. Pragas. In: KOVALESKI, A. (Ed.). **Maçã: Fitossanidade**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 2004. 85p. (Frutas do Brasil, 38).
- LASA, R.; ORTEGA, R.; RULL, J. Towards development of a mass trapping device for mexican fruit fly *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) control. **Florida Entomologist**, v.96, n.3, p.1135-1142, 2013.
- LASA, R.; TOXTEGA, Y.; HERRERA, F.; CRUZ, A.; NAVARRETE, M.A.; ANTONIO, S. Inexpensive traps for use in mass trapping *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, v.97, n.3, p.1123-1130, 2014.
- LEBLANC, L.; FUJITA, B.; STEIN, S.H.; SAWAMURA, W.K. Trapping records of fruit fly pest species (Diptera: Tephritidae) on Oahu (Hawaiian Islands): analysis of spatial population trends. **Proceedings of the Hawaiian Entomological Society**, v.44, p.89-97, 2012.
- LEMONS, R.N.S.; SILVA, C.M.C.; ARAÚJO, J.R.G.; COSTA, L.J.M.P.; SALLES, J.R.J. Eficiência de substâncias atrativas na captura de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiabeiras no município de Itapecuru-Mirim (MA). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n.3, p.687-689, 2002.
- LEZA, M.M.; JUAN, A.; CAPLLONCH, M.; ALEMANY, A. Female-biased mass trapping vs. bait application techniques against the mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Dipt., Tephritidae). **Journal Applied Entomology**, v.132, n. 10, p.753–761, 2008.
- LLORENS, J.M; MATAMOROS, E.; LUCAS, A; MARÍN, C.; SIERRAS, N. Integrated control of mediterranean fruit fly *Ceratitidis capitata* (Wied.) by mass trapping with an enzymatic hydrolyzed protein. **Integrated Control in Citrus Fruit Crops**. v.38, p.150-156, 2008. Disponível em: <<http://www.plantstress.net/scientific-articles/mediterranean-fruit-fly-ceratitidis-capitata-mass-trapping/doc>>. Acesso em: 28 jul. 2013.
- LUCAS, T.P.B.; ABREU, M. L.; PARIZZI, M. G.; MARRA, J.F. O efeito de borda da interpolação IQD em mapas de chuva: uma comparação entre malhas de postos pluviométricos. **Revista Geonorte**, v.2, n.5, p.1364-1376, 2012.
- LUCAS, T.P.B.; PLEC, D.; ABREU, M. L.; PARIZZI, M. G. Identificação de interpoladores adequados a dados de chuva a partir de parâmetros estatísticos. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.13, n.9, p.7-21, 2013.
- MACHADO, A.E.; SALLES, L.A.B.; LOECK, A.E. Exigências térmicas de *Anastrepha fraterculus* (Wied.,) e estimativa do número de gerações anuais em Pelotas, RS. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.24, n.3, p.573-578, 1995.
- MACHOTA JR, R.; BORTOLI, L.C.; BOTTON, M.; GRUTZMACHER, A.D. Fungi that cause rot in bunches of grape identified in adult fruit flies (*Anastrepha fraterculus*) (Diptera: Tephritidae). **Chilean Journal of Agricultural Research**, Chillán, v.73, n.2, p.196-201, 2013 a.
- MACHOTA JR., R.; BORTOLI, L.C.; BOTTON, M.; LOECK, A.E. Avaliação de armadilhas iscadas com o atrativo alimentar CeraTrap para a captura massal da mosca-das-frutas sul-americana na cultura da videira. In: XIII ENCONTRO

NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 2013, Fraiburgo. **Anais do...Caçador**, SC: Epagri, 2013b. 45p.

MACHOTA JR, R.; BORTOLI, L.C.; LOECK, A.E.; GARCIA, F.R.M.; BOTTON, M. Estratégia atrativa. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, n. 81, p. 20-23, 2013c.

MACHOTA JR, R.; FRIGHETTO, J.M.; NUNES, M.Z.; BOTTON, M.; LOECK, A.E. Captura massal como estratégia para supressão populacional da mosca-das-frutas sul-americana na cultura da videira. In: 12º ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E 8º ENCONTRO DE PÓS-GRADUANDOS DA EMBRAPA UVA E VINHO, 2014, Bento Gonçalves. **Anais do...** Bento Gonçalves: EMBRAPA, 2014. 49p.

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

MARGALEF, R. **Ecologia**. Barcelona: Omega, 1986. 951p.

MARTÍNEZ-FERRER, M.T.; CAMPOS, J.M.; ANDFIBLA, J.M. Field efficacy of *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) mass trapping technique on clementine groves in Spain. **Journal of Applied Entomology**. v.136, n.3, p.181-190, 2012.

MARZIALI, L.; MARIANELLI, L.; BAGNOLI, M.; ROVERSI, P.F. Spatial Analysis for Pest Management in Tuscany. **Silva Lusitana**, v.19, nº especial, p.134-140, 2011.

MATOS, A.C.O.C. **Implementação de modelos digitais de terreno para aplicações na área de geodésia e geofísica na América do Sul**. 2005. 355 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes)-Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MELLO, C. R.; LIMA, J.M.; SILVA, A.M.; MELLO, J.M.; OLIVEIRA, M.S. Krigagem e inverso do quadrado da distância para interpolação dos parâmetros da equação de chuvas intensas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.5, p.925-933, 2003.

MELLO, L.M.R.; MACHADO, C.A.E. **Área cultivada com videiras no Rio Grande do Sul: 2008-2012**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2013. 49 p. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 87).

MIDGARDEN, D.; LIRA, E. Ecological relationship of Medfly and coffee in Guatemala and Mexico. In: SUGAYAMA, R.; ZUCCHI, R.; OVRULKI, S.; SIVINSKI, J. (Eds). **Fruit flies of economic importance: from basic to Applied Knowledge**. Proceedings of the 7th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance. Salvador: BioFábrica, 2006. p.241-247.

MIDGARDEN, D.; LIRA, E.; SILVER, M. Spatial Analysis of Tephritid Fruit Fly Traps. In: SHELLY, T.; EPSKY, N.; JANG, E.B.; REYES-FLORES, J.; VARGAS, R. (Eds.) **Trapping and the Detection, Control, and Regulation of Tephritid Fruit Flies: Lures, Area-Wide Programs, and Trade Implications**. 2014. p.277-320.

MINGOTI, S. A., SILVA, A. F. Um exemplo de aplicação das técnicas de Geoestatística: Uma análise do nível piezométrico do aquífero de Wolfcamp (Estados Unidos). **Revista Escola de Minas**, v.49, n.2, p.96-100, 1995.

MORISITA, M. Lõ index, a measure of dispersion of individuals. **Researches on Population Ecology**, v.4, n.1, p.1-7, 1962.

MOTTUS, E.; LIBLIKAS, I.; WILLIAMS, I.H.; KUUSIK, S.; LAANMAA, M.; NILSON, A.; NOMM, V. Performance of *Cydia pomonella*, *Argyresthia conjugella*, *Plutella xylostella*, and *Archips podana* attractant dispensers in Estonia. **Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, Biology**, v.45, n.3/4, p.155-170, 1996.

MOURA, A.C.M. **A escolha de interpoladores e recursos de visualização na estruturação de bases de dados para produção de informações espaciais apoiadas por geoprocessamento**. Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG. Belo Horizonte, 2012. 21 p. Apostilas. Disponível em: <<http://www.arq.ufmg.br/SiteLabGeo>>. Acesso: 10 jan. 2015.

MUÑOZ, D.A. **La mosca de la fruta *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) en parcelas de cítricos: Evolución estacional, distribución espacial y posibilidad de control mediante trampeo masivo**. 2003. 196f. Tese (Doutorado Ecosistemas Agroforestales)-Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Valencia, Espanha.

MUÑOZ, D.A.; MARÍ, F.G. Factores que influyen en la eficacia del trampeo masivo para el control de la mosca de la fruta *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas**, v. 35, n.3, p.401-408, 2009.

NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. S.; MALAVASI, A. Monitoramento populacional. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de Importância Econômica no Brasil**. Conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.109-112.

NAVARRO-CAMPOS, C.; MARTÍNEZ-FERRER, M.T.; CAMPOS, J.M.; FIBLA, J.M.; ALCAIDE, J.; BARGUES, L.; MARZAL, C.; GARCIA-MARÍ, F. The Influence of host fruit and temperature on the body size of adult *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) under laboratory and field conditions. **Environmental Entomology**, v. 40, n.4, p.931-938, 2011.

NAVARRO-LLOPIS, V.; ALFARO, F.; DOMÍNGUEZ, J.; SANCHÍS, J.; ANDPRIMO, J. Evaluation of traps and lures for mass trapping of mediterranean fruit fly in citrus groves. **Journal of Economic Entomology**, v.101, n.1, p.126-131, 2008.

NONDILLO, A.; ZANARDI, O.; AFONSO, A.P.; BENEDETTI, A.J.; BOTTON, M. Efeito de inseticidas neonicotinóides sobre a mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) na cultura da videira. **BioAssay**, v.2,n.9, p.1-9, 2007.

NORA, I.; HICKEL, E. Pragas da macieira: dípteros e lepidópteros. In: EPAGRI (Ed.). **A cultura da macieira**. Florianópolis: GMC/Epagri, 2006. p.463-498.

OIEA - Organismo Internacional de Energía Atómica. **Guía para el trampeo en programas de control de la mosca de la fruta en áreas amplias**. Viena, 2005. 48p.

PAPADOPOULOS, N.T.; KATSOYANNOS, B.I.; NESTEL, A. Spatial autocorrelation analysis of a *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) adult population in a mixed

deciduous fruit orchard in northern Greece. **Environmental Entomology**, v.32, n.2, p.319-326, 2003.

PAVLU, F.A. **Plano de amostragem e distribuição espacial visando o controle localizado de *Sphenophorus levis* na cultura da cana-de-açúcar**. 2012. 79f. Dissertação (Mestrado em Ciências)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PERRY, J.N. Measures of spatial pattern for counts. **Ecology**, v.79, n.3, p.1008-1017, 1998.

PIAS, O.H.C.; SANTI, A.L.; CHERUBIN, M.R.; BERGHETTI, J.; OLIVEIRA, T.C. Caracterização da variabilidade espacial do índice relativo de clorofila na cultura do trigo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 4, p. 451-459, 2014.

PIMENTEL-GOMES, F. **Iniciação á Estatística**. Livraria Nobel S.A., 1967. 205 p.

PIMENTEL, R.; LOPES, D.J.H.; MEXIA, A.M.M.; MUMFORD, J.D. Spatial regression analysis of *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) on Terceira Island, Azores. **International Journal of Pest Management**, v.60, n.3, p.217-223, 2014.

PIRES, C. A. F. **Modelagem e avaliação de dados geofísicos e geoquímicos aplicados à pesquisa de metais básicos e Au no prospecto Volta Grande (Complexo Intrusivo Lavras do Sul, RS, Brasil)**. 2002. 208f. Tese (Doutorado em Engenharia de Minas Matérias e Metalurgia)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

RABINOVICH, J. E. **Introduccion a la ecologia de poblaciones animales**. México: Continental, 1980. 313p.

RAGA, A. Incidência, monitoramento e controle de moscas-das-frutas na citricultura paulista. **Laranja**, v.26, n.2, p.307-322, 2005.

REIS, M.H.; GRIEBELER, N.P.; SARMENTO, P.H.L.; OLIVEIRA, L.F.C.; OLIVEIRA, J.M. Espacialização de dados de precipitação e avaliação de interpoladores para projetos de drenagem agrícola no Estado de Goiás e Distrito Federal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Anais do...Goiânia: INPE**, 2005. 229-236p. Disponível em: <<https://projetos.extras.ufg.br/conpeex/2004/pibic/agro/Magno.html>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

RHODES, E.M. **Ecology and management of flowerthrips in southern highbush blueberries in Florida**. 2010. 157f. Tese (Doutorado em Filosofia)-Universidade da Flórida, Flórida.

RIBEIRO JR., P.J. **Métodos geoestatísticos no estudo da variabilidade espacial de parâmetros do solo**. 1995. 99f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

RIFFEL, C.T.; GARCIA, M.S.; SANTI, A.L.; BASSO, C.J.; DELLA FLORA, L.P.; CHERUBIN, M.R.; EITELWEIN, M.T. Densidade amostral aplicada ao monitoramento georreferenciado de lagartas desfolhadoras na cultura da soja. **Ciência Rural**, v.42, n.12, p.2112-2119, 2012.

ROBINSON, T.P.; METTERNICHT, G. Testing the performance of spatial interpolation techniques for mapping soil properties. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.50, n.2, p.97-108, 2006.

RODRIGUES NETTO, S. M.; CAMPOS, T. B. de; ISHIMURA, I. Flutuação populacional de *Anastrepha spp.* (Diptera, Tephritidae) em cultura orgânica de maracujá doce (*Passiflora alata* Curtis, Passifloraceae) no município de São Roque, SP. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.71, n.4, p.1-749, 2004.

SALLES, L.A.B.; KOVALESKI, A. Inseticidas para controle da mosca-das-frutas. **Horti Sul**, Pelotas, v.1, p.10-11, 1990.

SALLES, L.A.B. **Bioecologia e controle da mosca-das-frutas sul-americana**. Pelotas: Embrapa - CPACT, 1995. 58p.

SANTOS, O.O. **Efeitos de atrativos alimentares na captura de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e avaliação de espécies botânicas em *Anastrepha spp.*** 2009. 59f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.

SATARKAR, V.R.; KRISHNAMURTHY, S.V.; FALEIRO, J.R.; VERGHESE, A. Spatial distribution of major *Bactrocera* fruit flies attracted to methyl eugenol in different ecological zones of Goa, India. **International Journal of Tropical Insect Science**, v.29, n.4, p.195-201, 2009.

SCHNEIDER, D.C. **Quantitative ecology. Spatial and temporal scaling**. Academic Press, San Diego, 1994. 399p.

SCIARRETTA, A.; TREMATERRA, P. Spatio-temporal distribution of *Ceratitidis capitata* population in a heterogeneous landscape in central Italy. **Journal of Applied Entomology**, v.135, n.4, p. 241-251, 2011.

SCIARRETTA, A.; TREMATERRA, P. Geostatistical tools for the study of insect spatial distribution: practical implications in the integrated management of orchard and vineyard pests. **Plant Protection Science**, v.50, n.2, p.97-110, 2014.

SCOZ, P.L.; BOTTON, M.; GARCIA, M.S.; PASTORI, P.L. Avaliação de atrativos alimentares e armadilhas para o monitoramento de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) na cultura do pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsh). **IDESIA**, v. 24, n.2, p.7-13, 2006.

SILVA, A.P.; LIBARDI, P.L.; VIEIRA, S.R. Variabilidade espacial da resistência à penetração de um latossolo vermelho-escuro ao longo de uma transeção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.13, n.1, p.1-5, 1989.

SILVA, J.; MONTEIRO, P.; NEGREIROS, J.; AGUILAR, F.; AGUILAR, M. Modelação espacial da precipitação na Ilha de Santiago, Cabo Verde, com GeoStatistical Analyst<sup>®</sup>. **Livro de Actas IASK**. Cabo Verde, v.2, n.3, p.1-5, 2011.

SILVA, L.F.M; ALVES, H.M.R.; VIEIRA T.G.C.; VOLPATO M.M.L.; BORÉM, F.M. Avaliação de interpoladores espaciais para representação do ar na região da Serra da Mantiqueira, Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 42, Fortaleza. **Anais do...** Fortaleza: SBEA, 2013. Disponível em: < [www.epamig.ufla.br/geosolos/publicacoes/2013/17.pdf](http://www.epamig.ufla.br/geosolos/publicacoes/2013/17.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2014.

- SIMÕES, M.F.S. **Validação de sistema de amostragem para monitoramento de formigas cortadeiras *Atta* spp. (Hymenoptera: Formicidae) em plantações de eucalipto.** 2014. 55f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- SOARES, V.P.; ZANETI, L.Z.; SANTOS, N.T.; LEITE, H.G. Análise espacial da distribuição de cigarras (*Quesada gigas* Oliver) em povoamentos de Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) na região de Dom Eliseu, PA. **Revista da Árvore**, v.32, n.2, p.251-258, 2008.
- SOEMARGONO, A.; MURYATI, A.H.; ISTIANTO, M. Spatial distribution pattern of the fruit fly, *Bactrocera dorsalis* complex (Diptera: Tephritidae) in mango orchard. **AGRIVITA**, v.33, n.3, p.207-213, 2011.
- SORIA, S. de J. **A mosca-da-fruta e seu controle.** Bento Gonçalves: EMBRAPA-CNPUV, 1985. 3 p. (Comunicado Técnico, 3 ).
- SOUZA, L.S. **Variabilidade espacial do solo em sistemas de manejo.** 1992. 162f. Tese (Doutorado)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- STECCA, C.S. **Distribuição espaço-temporal e flutuação populacional de lagartas desfolhadoras de soja.** 2011. 86f. Dissertação de mestrado (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- STEINER, L.F. Fruit fly control in Hawaii with poison bait sprays containing protein hydrolysates. **Journal of Economic Entomology**, v.45, n.5, p. 838-843, 1952.
- TAYLOR, L.R. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. **Annual Review of Entomology**, v.29, p.321-357, 1984.
- TILLMAN, P.G.; NORTHFIELD, T.D.; MIZELL, R.F.; RIDDLE, T.C. Spatiotemporal patterns and dispersal of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae) in peanut-cotton farmscapes. **Environmental Entomology**, v.38, n.4, p.1038-1052, 2009.
- TÍMBOLA, R.S. **Avaliação de metodologias geoestatísticas na análise da distribuição espacial de variáveis ambientais em solos da Europa.** 2011.115f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental)-Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.
- TOMASETO, A.F. **Capacidade de dispersão de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae).** 2012. 78f. Dissertação (Mestrado Ciências)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- TONIETTO, J.; MANDELLI, F.; CAMARGO, U.A. **Uvas americanas e híbridas para processamento em clima temperado.** Embrapa Uva e Vinho, 2003 (Versão Eletrônica). Disponível em:  
<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvaAmericanaHibridaClimaTemperado/tabclima.htm>>. Acesso: 15 jan. 2015.
- UTGÉS, M.E.; VILARDI, J.C.; OROPEZA, A.; TOLEDO, J.; LIEDO, P. Pre-release diet effect on field survival and dispersal of *Anastrepha ludens* and *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Applied Entomology**, v.137, sp. 1, p.163–177, 2011.

- VARGAS, R.; STARK, J.D.; NISHIDA, T. Abundance, distribution, and dispersion indices of the oriental fruit fly and melon fly (Diptera: Tephritidae) on Kauai, Hawaiian Islands. **Journal of Economic Entomology**, v.82, n.6, p.1609-1615, 1989.
- VENDRUSCULO, L.G. **Uso de índices de desempenho e do critério de Akaike para ajuste de modelos de semivariograma**. Campinas: Informática Agropecuária, 2003. 5p. (Comunicado Técnico, 58).
- VENTURA, J.D.D. **Evaluación de la distribución y dispersión de la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata* W., Tephritidae) en la región de Chuvá, Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango**. 2014. 61f. Monografía (Graduação em Ciências Agrícolas)-Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Universidad Rafael Landívar, Guatemala.
- VIEIRA, S.R.; HATFIELD, J.L.; NIELSON, D.R.; BIGGAR, J.W. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. **Hilgardia**, v.51, n.3, p.1-75, 1983.
- VIEIRA, S.R.; NIELSEN, D.R.; BIGGAR, J.W. Spatial variability of field-measured infiltration rate. **Soil Science Society of America Journal**, v. 45, n.6, p.1040-1048, 1981.
- VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, G.R.(Eds.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p.1-54.
- VILAJELIU, M.; BATLLORI, L; ESCUDERO, A. Captura massiva para el control de *Ceratitis capitata*. **Horticultura Internacional**, v.56, p.46-52, 2007.
- WATERS, W.E. A quantitative measure of aggregation in insects. **Journal of Economic Entomology**, v.52, n.6, p.1180-1183, 1959.
- WITZGALL, P.; KIRSCH, P.; CORK, A. Sex pheromones and their impact on pest management. **Journal Chemical Ecologic**, v. 36, n.1, p.80–100, 2010.
- ZART, M. **Bioecologia de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) em videira**. 2008. 73f. Dissertação (Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- ZART, M.; FERNANDES, O. A.; BOTTON, M. **Bioecologia e controle da moscadas-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) na cultura da videira**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2009. 8p. (Circular Técnica 81).
- ZART, M.; BOTTON, M.; FERNANDES, O.A. Injúrias causadas por mosca-das-frutas sul-americana em cultivares de videira. **Bragantia**, v. 70, n. 1, p.64-71, 2011.
- ZONETE, M.C.C. **Avaliação do uso de técnicas de interpolação para estimativa de volume em florestas clonais de *Eucalyptus* sp.** 2009. 86f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- ZUCCHI, R.A. Taxonomia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. **Mosca-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. 2000. p.13-24.

ZUCCHI, R.A. Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species their host plants and parasitoids. Disponível em: <[www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/](http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/)>. Acesso: 20 abr. 2015.