

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

MOSCA-DAS-FRUTAS SUL-AMERICANA, *Anastrepha fraterculus* (Wied.)
(DIPTERA: TEPHRITIDAE) E PARASITÓIDES ASSOCIADOS: INFESTAÇÃO,
PARASITISMO E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL EM MIRTÁCEAS NATIVAS, NO
RIO GRANDE DO SUL

Diogo Ricardo Goulart Pereira Rêgo
Tecnólogo em Agropecuária/UERGS

Dissertação apresentada como um dos requisitos
à obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia
Ênfase Entomologia

Porto Alegre (RS), Brasil
Março de 2010

CIP - CATALOGAÇÃO INTERNACIONAL NA PUBLICAÇÃO
Biblioteca Setorial da Faculdade de Agronomia da UFRGS

P436m Pereira Rêgo, Diogo Ricardo Goulart

Mosca-das-frutas sul-americana, *Anastrepha fraterculus*(Wied.) (Diptera: Tephritidae) e parasitóides associados: infestação, parasitismo e distribuição espacial em mirtáceas nativas, no Rio Grande do Sul / Diogo Ricardo Goulart Pereira Rêgo. -- Porto Alegre : D.R.G. Pereira Rêgo, 2010.

xiv, 71f, Il.

Dissertação (Mestrado – Entomologia) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

1. Mosca das frutas sul americana : Parasitismo : Distribuição espacial : Mirtáceas nativas : Rio Grande do Sul. I. Título.

CDD: 632

DIOGO RICARDO GOULART PEREIRA RÊGO
Tecnólogo em Agropecuária - UERGS

DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

MESTRE EM FITOTECNIA

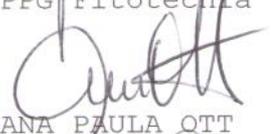
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 11.03.2010
Pela Banca Examinadora


SIMONE MUNDSTOCK JAHNKE
Orientadora - PPG Fitotecnia


LUIZA RODRIGUES REDAELLI
Co-orientadora - PPG Fitotecnia

JOSUÉ SANT'ANA
PPG Fitotecnia


ANA PAULA OTT
PPG Fitotecnia


CELSON ROBERTO CANTO SILVA
IFRS - Instituto Federal do
Rio Grande do Sul

Homologado em: 27.04.2010
Por


PAULO VITOR DUTRA DE SOUZA
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia


PEDRO ALBERTO SELBACH
Diretor da Faculdade de
Agronomia

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família que me fez o que eu sou.

“(...) uma campeira esperança de quem tem força no braço porque o que a mão não alcança se traz na ponta do laço.”

Luis Carlos Borges

AGRADECIMENTOS

Ao meu Pai e minha Mãe que sempre me incentivaram, por tudo que me ensinaram e por tornar tudo possível.

À minha irmã Zila pela ajuda além do imaginável e por estar comigo quando mais precisei.

À minha tia Sonia Nara por tudo que é, pelos conselhos, ajuda e pelo apoio incondicional.

Aos meus irmãos pelo exemplo, amizade e auxílio. Ao cunhado Max Gonçalves pelos mesmos motivos.

À minha orientadora Simone Mundstock Jahnke, por estar sempre pronta a me ajudar, pela paciência, pela dedicação e orientação na vida acadêmica além deste trabalho.

À minha co-orientadora Luiza Rodrigues Redaelli, por tudo que fez por mim, pelo carinho, compreensão e amizade sincera.

Muito especialmente à minha fiel escudeira Naihana Shaffer: pelos chocolates, pela amizade sincera, alegria e entusiasmo e por tudo que fez na realização deste trabalho.

Especialmente aos “bacanas”: Caio Efrom, Deisi Altafini, Rafael Lorscheiter, Rafael Meirelles, Thiago Idalgo, Camila Leão e Claudia Ourique pelos dias de convivência, colaboração e amizade, além do laboratório.

Aos colegas, bolsistas e amigos: Ricardo Bisotto, Rosana Morais, Patrícia Gregório, Eduardo Diehl, Carla Sausen, Caroline Reyes, Vanessa Chevarria, Fernanda Oliveira, Rita Machado, Luidi Antunes, Patrícia Pires, Lucas Oliveira, Milena Zanella e Fernando Fraga, pela ajuda, convívio e amizade. À bolsista Larissa Beduschi pela ajuda e disponibilidade.

A todos os professores do Departamento de Fitossanidade pelos ensinamentos, em especial ao professor Josué Sant'Ana pela amizade e auxílio e à professora Ana Paula Ott pela convivência no Lab 2.

Ao professor Celson Roberto Canto Silva pelo começo de tudo.

Aos funcionários do Departamento de Fitossanidade e do PPG pelo suporte e auxílio.

Ao Dr. Miguel Francisco de Souza Filho pela identificação dos parasitóides.

À UFRGS, CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro.

Ao CAD, EMBRAPA Uva e Vinho, UFRGS e Faculdade de Agronomia e a Luis Laux pelo acesso aos locais de coleta.

MOSCA-DAS-FRUTAS SUL-AMERICANA, *Anastrepha fraterculus* (Wied.)
(DIPTERA: TEPHRITIDAE) E PARASITÓIDES ASSOCIADOS: INFESTAÇÃO,
PARASITISMO E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL EM MIRTÁCEAS NATIVAS, NO
RIO GRANDE DO SUL¹

Autor: Diogo Ricardo Goulart Pereira Rêgo

Orientador: Simone Mundstock Jahnke

Co-orientador: Luiza Rodrigues Redaelli

RESUMO

A mosca-das-frutas sul-americana, *Anastrepha fraterculus* (Wied.) é uma praga de grande importância econômica para a fruticultura, por causar danos nos frutos, trazendo significativos prejuízos aos produtores. O objetivo deste trabalho foi avaliar índices de infestação de mosca-das-frutas e de seu parasitismo em frutos de araçazeiro-amarelo (*Psidium cattleyanum* Sabine var. *Lucidum*), araçazeiro-vermelho (*Psidium cattleyanum*), goiabeira (*Psidium guajava*) e goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*); verificar a associação entre o peso dos frutos e dos pupários e o tamanho das asas das moscas e, registrar o padrão de distribuição espacial de moscas e parasitóides em pomares de goiabeiras e goiabeiras-serranas. Para tanto, em árvores localizadas em Bento Gonçalves, Montenegro e Porto Alegre, RS, foram coletados frutos. No laboratório esses foram pesados e acondicionados, individualmente, em copos de plástico contendo areia no fundo e mantidos em temperatura ambiente. Os pupários obtidos permaneceram até a emergência a 25 ± 2 °C, $60 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo 16L:8E. O maior índice de infestação (pupário/g de fruto) ($0,50 \pm 0,03$) foi encontrado em goiaba-serrana e os menores ($0,22 \pm 0,01$) em goiaba e araçá-amarelo. O maior percentual de parasitismo foi obtido em goiaba-serrana (21,4%) e o menor, (2,6%) em araçá-amarelo. O peso dos frutos e o dos pupários de *A. fraterculus* em araçá-amarelo, vermelho e goiaba-serrana apresentaram correlação positiva de fraca intensidade, entretanto, a associação entre estas variáveis não foi significativa. Nos frutos de goiabeira, esta correlação foi negativa, também considerada fraca, sendo estas variáveis associadas. O peso dos frutos e a área da asa das moscas, em todas as espécies de mirtáceas, não evidenciaram correlação. O padrão de distribuição espacial, tanto da mosca-das-frutas sul-americana como de seus parasitóides, foi agregado nos pomares de goiabeiras e goiabeiras-serranas.

¹ Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (71 p.). Março, 2010.

SOUTH AMERICAN FRUIT FLY, *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (DIPTERA: TEPHRITIDAE) AND ASSOCIATED PARASITOIDS: INFESTATION, PARASITISM AND SPATIAL DISTRIBUTION ON NATIVE MYRTACEANS IN RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL¹

Author: Diogo Ricardo Goulart Pereira Rêgo

Adviser: Simone Mundstock Jahnke

Co-adviser: Luiza Rodrigues Redaelli

ABSTRACT

The South American fruit fly, *Anastrepha fraterculus* (Wied.) is a pest of critical economic importance to fruit culture, due to damage to fruit crops, causing significant losses to the agriculturists. The objective of this study was to evaluate the fruit fly infestation and its parasitism indexes in fruits of yellow strawberry guava (*Psidium cattleyanum* Sabine var. *Lucidum*), cattley guava (*Psidium cattleyanum*), guava (*Psidium guajava*) and feijoa (*Acca sellowiana*); to verify the association between fruit weight and puparium weight, and fruit weight and fly's wing size, and to register the patterns of spatial distribution of flies and parasitoids in guavas and feijoa orchards. To accomplish that, fruits were collected from trees located in Bento Gonçalves, Montenegro and Porto Alegre, RS. In the laboratory, those fruits were weighted and individually placed in plastic cups with a layer of sand on the bottom, at room temperature. The obtained puparies remained at $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ RH and photoperiod 16L:8D, until their emergence. The highest infestation index (puparium/g of fruit) (0.50 ± 0.03) was found for feijoa, and the lowest (0.22 ± 0.01) for guava and yellow strawberry guava. The largest parasitism percentage was obtained for feijoa (21.4%), and the smallest (2.6%) for yellow strawberry guava. The fruit weight and the *A. fraterculus* puparium weight in yellow strawberry guava, cattle guava and feijoa presented a positive correlation of low intensity; however, the association between these variables was not significant. For guava fruits, this correlation was negative of low intensity, with these variables being associated. The fruit weight and the fly's wing area did not point any correlation in all myrtaceans species. The pattern of spatial distribution of South American fruit fly, as well as of its parasitoids, was aggregated in both guava and feijoa orchards.

¹ Master of Science dissertation in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil (71 p.) March, 2010.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1 Caracterização do problema	2
2.2 Moscas-das-frutas - caracterização e aspectos biológicos	4
2.3 Danos e manejo da moscas-das-frutas sul-americana	5
2.4 Parasitóides de mosca-das-frutas	7
2.5 Hospedeiros de mosca-das-frutas	10
2.6 Uso da morfometria em estudos com insetos	11
2.7 Distribuição espacial de mosca-das-frutas e seus parasitóides	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Descrição das áreas de coleta de frutos	15
3.2 Avaliação dos frutos, da infestação e do parasitismo de mosca-das-frutas.....	17
3.3 Morfometria de mosca-das-frutas relacionadas a seus hospedeiros	20
3.4 Distribuição espacial de mosca-das-frutas e seus parasitóides	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1 Infestação e parasitismo de mosca-das-frutas.....	26
4.1.1 Araçá-amarelo.....	26
4.1.2 Araçá-vermelho	29
4.1.3 Goiaba.....	33
4.1.4 Goiaba-serrana	36
4.1.5 Comparação entre frutíferas	38
4.2 Morfometria de mosca-das-frutas relacionada a seus hospedeiros	41
4.2.1 Comparação entre frutíferas	41

	Página
4.2.2 Araçá-amarelo.....	42
4.2.3 Araçá-vermelho.....	44
4.2.4 Goiaba.....	46
4.2.5 Goiaba-serrana.....	47
4.3 Distribuição espacial de mosca-das-frutas e seus parasitóides.....	52
4.3.1 Goiaba.....	52
4.3.2 Goiaba-serrana.....	56
5 CONCLUSÕES.....	62
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Médias (\pm EP) do peso de frutos (g) e pupários (mg) e da área da asa direita de <i>Anastrepha fraterculus</i> (mm ²) oriundas de araçás-amarelos (<i>Psidium cattleianum</i> var. <i>Lucidum</i>), coletados nos municípios de Bento Gonçalves e Porto Alegre, de janeiro a fevereiro de 2009.....	43
2. Coeficiente de correlação (r) e de regressão (R ²) entre o peso de frutos, peso de pupários e área da asa direita de <i>Anastrepha fraterculus</i> oriundas de araçás-amarelos (<i>Psidium cattleianum</i> var. <i>Lucidum</i>), coletados nos municípios de Bento Gonçalves e Porto Alegre, RS de janeiro a fevereiro de 2009.....	44
3. Médias (\pm EP) do peso de frutos (g) e pupários (mg) e da área da asa direita de <i>Anastrepha fraterculus</i> (mm ²) oriundas de araçás-vermelhos (<i>Psidium cattleianum</i>), coletados nos municípios de Bento Gonçalves, Montenegro e Porto Alegre, de janeiro a fevereiro de 2009.....	45
4. Coeficiente de correlação (r) e de regressão (R ²) entre o peso de frutos peso de pupários e área da asa direita de <i>Anastrepha fraterculus</i> oriundas de araçás-vermelhos (<i>Psidium cattleianum</i>), coletados nos municípios de Bento Gonçalves, Montenegro e Porto Alegre, RS, de janeiro a fevereiro de 2009.....	45
5. Médias (\pm EP) do peso de frutos (g) e pupários (mg) e da área da asa direita de <i>Anastrepha fraterculus</i> (mm ²) oriundas de goiabas (<i>Psidium guajava</i>) coletadas no município de Porto Alegre de fevereiro a março de 2009.....	46
6. Coeficiente de correlação (r) e de regressão (R ²) entre o peso de frutos peso de pupários e área da asa direita de <i>Anastrepha fraterculus</i> oriundas de goiabas (<i>Psidium guajava</i>) coletadas no município de Porto Alegre, RS, de fevereiro a março de 2009.....	47
7. Médias (\pm EP) do peso de frutos (g) e pupários (mg), e da área da asa direita de <i>Anastrepha fraterculus</i> (mm ²) oriundas de goiabas-serranas (<i>Acca sellowiana</i>) coletadas no município de Montenegro durante o mês de março de 2009.....	48

8.	Coefficiente de correlação (r) e de regressão (R^2) entre o peso de frutos peso de pupários e área da asa direita de <i>Anastrepha fraterculus</i> de oriundas de goiabas-serranas (<i>Acca sellowiana</i>) coletadas no município de Montenegro, RS, durante o mês de março de 2009.....	48
9.	Índice I de dispersão para distribuição espacial, teste Qui-quadrado de aderência, k dos ajustes à Binomial Negativa e Índice de Morisita de mosca-das-frutas e parasitóides, em pomar de goiabeira (<i>Psidium guajava</i>), por ocasião de amostragem, Porto Alegre (30°07'S 51°05'W), RS.....	54
10.	Índice I de dispersão para distribuição espacial, teste Qui-quadrado de aderência, k dos ajustes à Binomial Negativa e Índice de Morisita de mosca-das-frutas e parasitóides em pomar de goiabeira-serrana (<i>Acca sellowiana</i>), Montenegro (29°40'S 51°32'W), RS.....	57

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. Araças-amarelos em três estágios de maturação: verde (A), semimaduro (B) e maduro (C).....	18
2. Copos plásticos contendo frutos, armazenados em câmara à temperatura ambiente.....	19
3. Detalhe dos potes contendo pupários (A e B) e peneira contendo pupários (C).....	19
4. Interface do software UTHSCSA Image Tool.....	21
5. Foto de asa direita de <i>Anastrepha fraterculus</i>	22
6. Câmera acoplada a estereomicroscópio.....	22
7. Esquema representativo do pomar de goiabeira (<i>Psidium guajava</i>), Porto Alegre (30°07'S 51°05'O), RS.....	24
8. Esquema representativo do pomar de goiabeira-serrana (<i>Acca sellowiana</i>) Montenegro (29°40'S 51°32'O) RS.....	25
9. Número médio de pupários de <i>Anastrepha fraterculus</i> , por grama de araças-amarelos, em diferentes estágios de maturação.....	27
10. Número médio de pupários de <i>Anastrepha fraterculus</i> , por grama de araças-amarelos coletados nas copas das árvores e no solo.....	28
11. Percentual médio de pupários de <i>Anastrepha fraterculus</i> parasitados, obtidos de araças-amarelos em diferentes estágios de maturação.....	29
12. Número médio de pupários de <i>Anastrepha fraterculus</i> , por grama de araças-vermelhos, em diferentes estágios de maturação.....	30

13.	Número médio de pupários de <i>Anastrepha fraterculus</i> , por grama de araçás-vermelhos coletados nas copas das árvores e no solo.....	31
14.	Percentual médio de pupários de <i>Anastrepha fraterculus</i> parasitados obtidos de araçás-vermelhos em diferentes estágios de maturação.	32
15.	Número médio de pupários de <i>Anastrepha fraterculus</i> , por grama de goiabas, em diferentes estágios de maturação.)....	34
16.	Número médio de pupários de <i>Anastrepha fraterculus</i> , por grama de goiabas coletadas nas copas das árvores e no solo...	34
17.	Percentual médio de pupários de <i>Anastrepha fraterculus</i> parasitados, obtidos de goiabas em diferentes estágios de maturação.....	35
18.	Número médio de pupários de <i>Anastrepha fraterculus</i> , por grama de goiabas-serranas coletadas nas copas das árvores e no solo.....	37
19.	Percentual médio de pupários de <i>Anastrepha fraterculus</i> parasitados, obtidos de goiabas-serranas coletadas nas copas das árvores e no solo.....	38
20.	Número médio de pupários de <i>Anastrepha fraterculus</i> , por grama de fruto em diferentes espécies frutíferas.....	39
21.	Percentual médio de pupários de <i>Anastrepha fraterculus</i> parasitados, obtidos de frutos coletados em quatro espécies frutíferas.....	40
22.	Média do peso de pupários (mg) de <i>Anastrepha fraterculus</i> para cada espécie de frutífera amostrada.....	43
23.	Média da área da asa direita de <i>Anastrepha fraterculus</i> (mm ²) para cada espécie de frutífera amostrada.....	42
24.	Esquema representativo do pomar de goiabeira (<i>Psidium guajava</i>) com a distribuição espacial de <i>Anastrepha fraterculus</i> , nas duas ocasiões de amostragem, (1 ^a) 06/03/2009 e (2 ^a) 18/03/2009. Porto Alegre (30°07'S 51°05'W), RS.....	54

25. Esquema representativo do pomar de goiabeira (*Psidium guajava*) com a distribuição espacial de *Doryctobracon areolatus* nas duas ocasiões de amostragem, (1^a) 06/03/2009 e (2^a) 18/03/2009. Porto Alegre (30°07'S 51°05'W), RS..... 55
26. Esquema representativo do pomar de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) com a distribuição espacial de *Anastrepha fraterculus* registrada nas duas ocasiões de amostragem, (1^a) 26/02/2009 e (2^a) 11/03/2009, Montenegro (29°40'S 51°32'W), RS..... 58
27. Esquema representativo do pomar de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) com a distribuição espacial de *Doryctobracon areolatus* registrada nas duas ocasiões de amostragem (1^a) 26/02/2009 e (2^a) 11/03/2009, Montenegro (29°40'S 51°32'W), RS..... 59

1 INTRODUÇÃO

A mosca-das-frutas sul-americana, *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) é uma praga de grande importância econômica para a fruticultura, especialmente no sul do Brasil. Seus danos trazem significativos prejuízos aos produtores deste setor, sendo responsável por grandes perdas, depreciando frutos e limitando a exportação destes.

O principal método de controle dessa praga é baseado em inseticidas aplicados como iscas tóxicas ou pulverizados em cobertura na copa. Essas práticas tem sido alvo de muitas dúvidas por parte dos produtores e também do mercado consumidor, devido a questões referentes ao impacto ambiental e a segurança alimentar. Desta maneira, para que se formulem programas de controle desta praga levando em conta estas questões, é necessário que se conheça aspectos referentes à biologia e à ecologia da praga e sua interação com os hospedeiros e com inimigos naturais, como os parasitóides, organismos com potencial para atuar como agentes de controle.

Neste sentido, os objetivos deste trabalho foram avaliar índices de infestação da mosca-das-frutas e do parasitismo em araçás amarelo e vermelho, goiaba e goiaba-serrana; verificar a associação entre peso dos frutos e dos pupários e o tamanho das asas das moscas nestas mirtáceas e, registrar o padrão de distribuição espacial, tanto de mosca-das-frutas, quanto de parasitóides em pomares de goiabeiras e goiabeiras-serranas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Caracterização do Problema

A fruticultura no Brasil assume cada vez mais uma posição importante no setor de produção primária (João *et al.*, 2004). No segmento de frutas cítricas, o Brasil é o maior produtor mundial, tendo gerado aproximadamente, 20 milhões de toneladas na safra de 2006, numa área de cerca de 921mil hectares cultivados (IBGE, 2008). Além dos citros, frutas como a banana e a uva têm contribuído com produções que variam de 1.355.112 toneladas (uva) a 7.091.841 toneladas (banana), na safra de 2006, criando um montante de mais de R\$ 2.500.000 neste mesmo ano (IBGE, 2008).

No Rio Grande do Sul, a fruticultura vem se tornando cada vez mais significativa como alternativa econômica, estando presente em praticamente todas as regiões do estado, em função das diferentes condições climáticas e de solo que tornam possível o cultivo, tanto de frutas de clima temperado, como as de clima tropical (João *et al.*, 2004).

A Serra Gaúcha destaca-se pela maior área cultivada com viticultura e frutíferas de clima temperado, o Vale do Caí, pela citricultura, o Litoral Norte, com as culturas da bananeira e do abacaxizeiro e, a Região Metropolitana de Porto Alegre, com as do pessegueiro, citros e melancia (João *et al.*, 2004). Além dessas, merece ser referida a região de Pelotas, com o cultivo de pessegueiro, morangueiro e figueira, cujos frutos são destinados à industrialização. Outros pólos de fruticultura

estão em fase de implantação, ocupando áreas no Alto Uruguai, Campanha e Depressão Central (João *et al.*, 2004).

Pragas e doenças, além de fatores climáticos, são os principais responsáveis por grandes prejuízos na fruticultura (João *et al.*, 2004) e, segundo Claro (2001), podem surgir devido ao desequilíbrio gerado pela própria forma de cultivo adotado. No sistema convencional de cultivo, tem-se um agroecossistema simplificado, que se vale de aplicações sistemáticas de insumos químicos para suprir as demandas e amenizar desequilíbrios biológicos (Claro, 2001). Gliessmann (2001) alerta que as práticas da agricultura empresarial, com sua grande carga de agrotóxicos, estão degradando o ambiente e conduzindo a biodiversidade a um declínio, o que compromete a base de recursos naturais, dos quais os seres humanos e a agricultura são dependentes. O uso indiscriminado de defensivos por parte dos agricultores tem preocupado alguns segmentos da sociedade, não só sobre o aspecto de poluição ambiental, mas, também, a qualidade da fruta (Grellmann *et al.*, 1992).

Em relação à exportação de frutos, são inúmeras as barreiras. Os mercados importadores exigem um padrão de qualidade, segurança alimentar para os consumidores e adoção de práticas de cultivo que levem em consideração aspectos ambientais e sociais. Afora essas, as barreiras fitossanitárias, requerem a certificação dos frutos quanto à presença de resíduos de agrotóxicos e infestação por pragas (Passoni *et al.*, 2006).

A adoção de práticas que favoreçam o controle biológico natural, efetuando-se o controle químico somente quando o monitoramento indicar a necessidade de intervenção promove a redução dos desequilíbrios ambientais e maior segurança para o produtor (Salles, 1998). Para tanto, o conhecimento da biologia dos organismos associados ao agroecossistema, quais sejam pragas e inimigos

naturais, é ferramenta indispensável para o desenvolvimento destas tecnologias melhorando a qualidade dos produtos oriundos da fruticultura (Lopes & Alves, 2000).

Uma das principais pragas da fruticultura brasileira é a mosca-das-frutas. No Rio Grande do Sul, o gênero *Anastrepha*, em função do grande número de espécies existentes, é o que mais se destaca, sendo *A. fraterculus* a mais abundante, ocorrendo em diversas frutíferas (Kovaleski *et al.*, 2000). A espécie assume grande importância, pois pode ocorrer durante todo o ano, migrando de um hospedeiro para outro à medida que estes frutificam (Salles, 1995). Pequenas populações podem causar sérios danos à produção, ou seja, o nível de dano econômico é atingido muito rápido e com baixas densidades da praga; as frutas “preferidas” por este grupo de insetos geralmente são consumidas *in natura* o que aumenta a chance de efeito residual de agrotóxicos (Nascimento & Carvalho, 2000).

A incursão de adultos de *A. fraterculus* em pomares ocorre a partir de hospedeiros localizados nas áreas adjacentes do pomar, como mirtáceas (Malvasi *et al.*, 1994). De acordo com Ribeiro *et al.* (1995), os frutos da periferia de pomares comerciais e os localizados mais próximos das áreas de mata, são os primeiros a serem atacados por mosca-das-frutas, sugerindo que a migração tem origem de hospedeiros silvestres.

2.2 Moscas-das-frutas – caracterização e aspectos biológicos

As moscas-das-frutas referidas como pragas de frutíferas, são da ordem Diptera, família Tephritidae, tendo espécies nocivas em todos os continentes do globo terrestre (Aluja, 1994). Os gêneros com espécies de importância econômica no Brasil são *Anastrepha* Schiner, *Bactrocera* Macquart, *Ceratitis* Macleay, e *Rhagoletis* Loew, (Zucchi, 2000b).

No Brasil foram identificadas 94 espécies do gênero *Anastrepha*, sendo este considerado o de maior relevância na fruticultura nacional (Zucchi, 2000b). No gênero *Ceratitidis*, no Brasil ocorre apenas uma espécie, *Ceratitidis capitata* (Wied.), a qual foi introduzida no início do século passado causando sérios danos à fruticultura nacional (Zucchi, 2000b).

O adulto de *A. fraterculus* mede cerca de 6,5 mm de comprimento, apresenta um colorido predominantemente amarelo e possui uma mancha amarela em forma de “S” que vai da base à extremidade da asa. No bordo posterior da asa e junto a esta, há outra mancha de mesma cor e em forma de “V” invertido, ambas as manchas são sombreadas de preto (Gallo *et al.*, 2002).

Os ovos medem cerca de 1,0 mm de comprimento, são fusiformes, levemente curvados e de coloração branca e são postos dentro do fruto, próximos à superfície. (Salles, 1995). O período de oviposição, em *A. fraterculus* é de aproximadamente 46 dias (Salles, 1995). Três dias após a oviposição, a larva eclode (Salles, 2000). As larvas são vermiformes, ápodes, sem cápsula cefálica definida e de coloração branco-amarelada com as peças bucais escuras, o período larval dura de 12 a 15 dias e as larvas passam por três instares (Aluja, 1994; Salles, 1995).

Os pupários tem forma oval, medem 2 a 2,5 mm de largura por 5 a 5,6 mm de comprimento e cor que pode variar de marrom à branca (Da Cruz *et al.*, 2000). A fase de pupa compreende um período entre 15 a 20 dias, a uma temperatura de 25°C. A longevidade, em laboratório, é de 161 a 196 dias (Salles, 1993).

2.3 Danos e manejo da mosca-das-frutas sul-americana

Larvas de *A. fraterculus*, ao se alimentarem, destroem a polpa dos frutos (Aguiar-Menezes *et al.*, 2004). Isto resulta em alterações fisiológicas, que aceleram a maturação e levam o fruto à queda prematura (Salles, 2000). As fêmeas, ao

efetuarem a postura nos frutos, deixam um orifício pelo qual pode ocorrer a entrada de patógenos, que aceleram o apodrecimento dos mesmos (Salles, 1995; 2000).

Várias fêmeas podem ovipositar num único fruto e também realizar puncturas de "prova", não ovipositando, para avaliar se as condições do fruto estão adequadas para o desenvolvimento da prole (Salles, 2000). As perfurações são imperceptíveis no início, mas logo as células dos tecidos danificados morrem, e uma zona de aproximadamente 0,5 mm de diâmetro fica escurecida (Salles, 2000).

O controle da mosca-das-frutas tradicionalmente é feito através de iscas tóxicas compostas de proteína hidrolisada associada a um inseticida. Esse controle tem efetividade comprovada, porém traz riscos ambientais e em relação à saúde humana. A tendência moderna preconiza formas de controle, onde possa se obter a sustentabilidade nos sistemas de produção ocasionando assim uma migração para técnicas que proporcionem menor impacto nos organismos não alvos e que sejam inócuas no ponto de vista ambiental e de segurança alimentar (Carvalho, 2004)

Princípios do manejo integrado de pragas (MIP) já são empregados no controle de mosca-das-frutas, porém existem particularidades que exigem do produtor um maior cuidado ao adotar tal prática. O MIP é um conceito para controle de insetos-praga com bases ecológicas que envolve qualquer tipo de problema que limite a produção agrícola decorrente de uma competição específica. O manejo integrado de pragas se vale de um somatório interdisciplinar de conhecimentos e técnicas não deletérias ao meio ambiente para diminuir densidades populacionais de pragas que aumentam o nível de dano econômico nas plantas cultivadas (Gallo *et al.*, 2002).

Programas de manejo integrado de pragas em fruticultura têm incentivado o uso do controle biológico com o intuito de reduzir a densidade populacional da praga e favorecer as populações de seus inimigos naturais minimizando os impactos

biológicos causados pelo controle químico (Carvalho *et al.*, 2000). Para o controle biológico da mosca-das-frutas, os himenópteros parasitóides têm sido os mais utilizados (Malavasi & Zucchi, 2002).

Parasitóides generalistas, que atacam uma gama maior de espécies de hospedeiros em uma diversidade de plantas hospedeiras, são os mais eficientes nos programas de controle biológico (Carvalho *et al.*, 2000). Programas de controle biológico de moscas-das-frutas foram implementados no México com a utilização de himenópteros parasitóides, obtendo resultados satisfatórios com 40% das larvas parasitadas (Ovruski *et al.*, 2000). No Brasil, programas de controle da mosca-das-frutas com uma espécie de himenóptero parasitóide exótica, *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) foi introduzido por iniciativa da EMBRAPA Mandioca e Fruticultura em áreas piloto do Nordeste (Paranhos *et al.*, 2001). No entanto, estudos com espécies de parasitóides nativas, principalmente nos estados onde a fruticultura tem importância econômica, são muito incipientes (Araujo & Zucchi, 2002).

2.4 Parasitóides de moscas-das-frutas

Para *Anastrepha* spp., os himenópteros parasitóides descritos estão distribuídos em cinco famílias, Braconidae, Eulophidae, Pteromalidae, Chalcididae e Diapriidae. A família Braconidae é representada por 59% das 46 espécies registradas para a Região Neotropical. Dessas espécies, 65% são encontradas na América do Sul (Ovruski *et al.*, 2000). O Brasil, segundo Ovruski *et al.* (2000), possui 17 espécies. Canal & Zucchi (2000) constataram 13 espécies distribuídas em três famílias, Braconidae, Eulophidae e Pteromalidae. No Rio Grande do Sul, Salles (1996) identificou quatro espécies de Braconidae e três espécies de Eulophidae parasitando *A. fraterculus* em várias espécies frutíferas nativas na região de Pelotas.

Sugayama (2000) registrou os himenópteros *Utetes anastrephae* (Viereck) (Braconidae), *Doryctobracon brasiliensis* (Szépligeti) (Braconidae), *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti) (Braconidae) e *Aganaspis pelleranoi* (Brèthes) (Figitidae) em *Campomanesia xanthocarpa* Berg (Myrtaceae) e em *Acca sellowiana* Berg (Myrtaceae).

O parasitismo natural de mosca-das-frutas por braconídeos é afetado por vários fatores, sendo o fruto hospedeiro da larva da mosca um dos principais (Salles, 1996). A espessura da polpa (Leonel Jr. *et al.*, 1996), bem como o odor, ponto de maturação (Salles, 1996) e cor do fruto, influenciam os índices de parasitismo (Canal & Zucchi, 2000). As larvas de moscas são mais facilmente parasitadas em frutos de pericarpo fino e mesocarpo raso (Canal & Zucchi, 2000). Isto acontece pela facilidade do parasitóide em encontrar a larva no fruto (Carvalho *et al.*, 2000).

D. areolatus é um parasitóide nativo da subfamília Opiinae, com grande potencial para programas de controle biológico de *A. fraterculus* (Canal & Zucchi, 2000). Segundo Wharton (2004), *D. areolatus* parasita o último instar larval de várias espécies de *Anastrepha*. Os adultos de *D. areolatus* localizam a larva do hospedeiro com as antenas, através da vibração que ela produz ao se alimentar. A fêmea introduz o ovipositor através do fruto e faz a postura no interior do corpo da larva hospedeira. Ovos fecundados dão origem a fêmeas e os partenogênicos originam machos. O desenvolvimento do parasitóide acontece dentro da larva até que esta passe à fase de pupa, quando então é consumida pelo parasitóide (Carvalho *et al.*, 2000).

D. areolatus já foi registrado em vários países da região Neotropical, como no Paraguai (Silva, 2005), Argentina (Ovruski *et al.*, 2000), Colômbia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala e México (Ovruski, 2003) entre outros. No Brasil, Carvalho *et al.* (2000), apontam *D. areolatus* como o parasitóide nativo de moscas-das-frutas,

mais abundante e presente em um maior número de espécies de frutíferas hospedeiras de mosca-das-frutas em diferentes regiões. Canal & Zucchi (2000) relatam, em trabalho de distribuição geográfica, *D. areolatus* como uma das espécies ocorrentes no sul do Brasil e no estado do Rio Grande do Sul. Salles (1996), estudando a incidência de parasitismo em *A. fraterculus*, na região de Pelotas RS, observou que *D. areolatus* foi o parasitóide mais freqüente principalmente em frutíferas da família *Mirtaceae*. No município de Limeira, SP, 65% dos parasitóides coletados por Leonel Jr. *et al.* (1995) eram *D. areolatus*, amostrando diversas espécies de hospedeiros. No mesmo Estado, Souza-Filho *et al.*, (1999), constataram que, dos parasitóides coletados, 83,4% eram dessa espécie. Aguiar-Menezes *et al.* (2001) e Aguiar-Menezes & Menezes (2001), no estado do Rio de Janeiro, apuraram *D. areolatus* como a espécie mais abundante em suas coletas. Souza *et al.* (2007), no mesmo Estado, mas no município de Seropédica, registraram 82,1% de indivíduos dessa espécie. No município de Tancredo Neves, BA, Carvalho *et al.* (2004) verificaram, em frutas de cajazeira, *Spondias mombim* L. (Anacardiaceae), que 70,8% dos parasitóides coletados pertenciam a esta mesma espécie. Araújo & Zucchi (2002), coletando no município de Mossoró Assú, RN, registraram que 96% eram *D. areolatus*.

A aptidão de *D. areolatus* para o controle de tefritídios nas regiões neotropicais, decorre de sua grande agressividade na ocupação dos nichos ecológicos e também por já estar adaptado às condições climáticas dessa região (Carvalho *et al.*, 2000).

Segundo Carvalho (2004) e Canal & Zucchi (2000), o conhecimento básico sobre a biologia, o comportamento e a distribuição geográfica dos parasitóides nativos são preponderantes para programas de controle.

2.5 Hospedeiros de mosca-das-frutas

Para um melhor entendimento sobre mosca das frutas é de fundamental importância associá-las a um hospedeiro. Muitas vezes é difícil estabelecer uma relação entre os grupos existentes de *Anastrepha* e suas plantas hospedeiras primárias, pois grande parte dos trabalhos disponíveis se referem a hospedeiras exóticas de interesse econômico (Zucchi, 2000a).

Dentro do gênero *Anastrepha*, assim como em outros gêneros, as espécies se adaptaram a hospedeiros como resultado de um processo de co-evolução e apresentam diferentes graus de especialização (Malavasi *et al*, 2000). A espécie mais polífaga é *A. fraterculus*, desenvolvendo-se em 67 hospedeiros, (Zucchi, 2000a). A principal família de hospedeiros primários de *A. fraterculus* é Myrtaceae (Malavasi *et al*, 2000) e, dentre as espécies de *Anastrepha* com hospedeiros conhecidos, 37% desenvolvem-se em mirtáceas (Zucchi, 2000a). No Brasil, desde a zona litorânea do nordeste até a região sul, as goiabas são principalmente infestadas por *A. fraterculus* (Selivon, 2000).

Espécies nativas de moscas sob condições ambientais perturbadas podem vir a utilizar plantas introduzidas como hospedeiras, ou seja, perturbações antrópicas favorecem o deslocamento dos insetos fitófagos (Selivon, 2000). Dados obtidos em coletas de frutos, monitoramento e marcação-recaptura sugerem que as populações de *A. fraterculus* que não estão estabelecidas nos pomares, iniciam sua infestação a cada safra, sendo os hospedeiros nativos o repositório nos períodos inter-safra (Kovaleski, 1997). Se uma espécie tem preferência por certo grupo de hospedeiro nativo, ela pode ter maior capacidade adaptativa na utilização de recursos introduzidos e, portanto, teria uma maior capacidade de colonização (Selivon, 2000). Neste sentido, o entendimento das relações entre esta praga e seus hospedeiros primários, que circundam pomares comerciais, pode vir a contribuir na elaboração

de programas de controle mais eficientes e economicamente viáveis (Malavasi & Zucchi, 2000).

2.6 Uso da morfometria em estudos com insetos

A morfometria é a formalização matemática das diferenças entre as formas (Silva, 2008). Análises morfométricas, aliadas à estatística, tem sido aplicadas em estudos das mais diferentes áreas, tais como paleontologia, antropologia, citologia, entre outras (Araujo *et al.*, 1998) Na entomologia, o estudo morfométrico aplica-se como ferramenta que auxilia os diversos ramos desta ciência, principalmente em estudos taxonômicos (Pires, 2006).

A maioria, se não todos os processos fisiológicos, ecológicos e comportamentais dos insetos ocorrem em um contexto nutricional (Panizzi & Parra, 1991). O consumo e a utilização de alimentos representam condição fundamental para que qualquer animal cresça se desenvolva e se reproduza. No caso de insetos, a quantidade e a qualidade dos alimentos ingeridos afetam o desenvolvimento da fase imatura e adulta. Na fase imatura, a alimentação e, conseqüentemente, a nutrição, afetam a taxa de crescimento, a variação do peso, o tempo de desenvolvimento, a sobrevivência, a composição química do corpo, bem como influenciam a fecundidade, longevidade, movimentação e capacidade de competição de adultos. Larvas alimentadas inadequadamente levam a “pupas de má qualidade” (Panizzi & Parra, 1991; Zucoloto, 2000).

De forma geral, a maioria dos trabalhos sobre variação morfológica em Diptera foi realizada com espécies da família Drosophilidae (Silva, 2008), sendo que, para tefritídeos, trabalhos que relacionam peso de pupários ao tamanho de adultos visando o sucesso reprodutivo e vantagens ecológicas, ainda são escassos. Da Cruz *et al.* (2000), trabalhando com pupários de moscas-das-frutas, referem o peso

destes como um fator importante para processos fisiológicos relacionados à formação do adulto. Desta forma, o tamanho pode ser um bom indicador de aptidão ou de fecundidade. Determinar hospedeiros que maximizem os tamanhos dos inimigos naturais, pode ser um elemento importante na estruturação e viabilização de programas de controle biológico ou de manejo integrado de pragas (Vaz *et al.*, 2004).

Dentre as estruturas corporais utilizadas para estudos morfométricos, o uso da asa como parâmetro de medida se justifica por esta estrutura ser plana, o que permite medidas mais acuradas, sem muitas distorções (Vaz *et al.*, 2004).

2.7 Distribuição espacial de mosca-das-frutas e seus parasitóides

Nos estudos de ecologia, população se entende por um grupo de indivíduos de uma mesma espécie, que coexistem em uma mesma área gerando descendência, ou seja, trocando informações gênicas (Krebs, 1985; Begon & Mortimer, 1986). Todas as populações apresentam uma estrutura espacial, ou seja, dentro de um espaço determinado os indivíduos vivem em partes de habitat adequadas (Ricklefs, 1996). Estes arranjos espaciais, bem como a quantidade de indivíduos que os compõe, são afetados por quatro processos básicos: natalidade, mortalidade, migração e dispersão (Begon & Mortimer, 1986). As populações apresentam características comuns que são densidade, estrutura etária, razão sexual e distribuição espacial (Ricklefs, 1996).

A distribuição espacial é definida como a posição que os indivíduos ocupam, uns em relação aos outros, no habitat, em determinado momento (Southwood, 1978; Ricklefs, 1996). O padrão de distribuição das populações, o qual pode ser aleatório, regular ou agregado acaba por influenciar a dinâmica entre uma população e outra,

o que traz variações em suas interações, tais como taxas de mortalidade (Begon *et al.*, 2007).

A distribuição ao acaso, ou aleatória ocorre quando há uma probabilidade igual de um organismo ocupar qualquer ponto no espaço (independente da posição de outros organismos). Quando um indivíduo possui uma tendência de evitar outros, o que resulta em indivíduos uniformemente espaçados, temos um padrão de distribuição regular. Por outro lado, quando os indivíduos tendem a ser atraídos para locais particulares do ambiente, ficando bem próximos uns dos outros, a distribuição é agregada ou contagiosa (Ricklefs, 1996; Begon *et al.*, 2007).

Para identificar o padrão biológico de distribuição dos organismos, vários modelos matemáticos de distribuição de frequência e índices de dispersão têm sido utilizados (Elliott, 1983; Krebs, 1998). Para tanto, são necessários dados de contagem dos indivíduos no ambiente a ser considerado e que estes permitam a realização de amostragens (Melo *et al.*, 2006). Essas amostragens, de acordo com Young & Young (1998), podem ser utilizadas para inferir sobre a forma e as características da distribuição da população amostrada.

Os índices de agregação ou dispersão, apesar de não descreverem matematicamente a distribuição da população estudada, fornecem uma idéia bastante aproximada dessa realidade (Elliott *et al.*, 1990). A confirmação do tipo de distribuição ocorre apenas com o conhecimento das distribuições de frequência dos números de indivíduos (Barbosa & Perecin, 1982).

Os modelos matemáticos mais utilizados para o estudo da distribuição espacial de insetos são: a distribuição de Poisson, que descreve a disposição ao acaso ou aleatória de um indivíduo no campo com variância igual à média (Elliott, 1983); a distribuição binomial positiva, que representa a disposição regular ou uniforme, com variância inferior à média (Rabinovich, 1980) e a distribuição binomial

negativa, que caracteriza distribuição contagiosa ou agregada e apresenta variância maior que a média (Elliott, 1983).

O conhecimento do padrão de distribuição espacial de insetos-praga é importante para o estabelecimento de critérios adequados de amostragem, análises estatísticas e decisão sobre o controle (Taylor, 1984; Gyenge *et al.*, 1999). A determinação do tipo de distribuição é o primeiro passo para o estabelecimento de um plano de amostragem com o fim de aplicação de manejo integrado de pragas (Barbosa & Perecin, 1982).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição das áreas e das coletas de frutos

As amostragens foram realizadas de janeiro a março de 2009 em pomares domésticos ou experimentais, ou, em árvores isoladas. As espécies amostradas foram: araçá-amarelo (*Psidium cattleianum* Sabine var. *Lucidum*), araçá-vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine), em janeiro e fevereiro; goiaba (*Psidium guajava* L. var. *Paluma*) em fevereiro e março e goiaba-serrana (*Acca sellowiana* Berg.), em março.

As goiabeiras constituíam um pomar experimental com 29 árvores dispostas em cinco linhas, com espaçamento de 3 m entre linhas e árvores, localizado no Centro Agrícola Demonstrativo da Prefeitura Municipal de Porto Alegre (CAD), unidade administrativa da Supervisão de Abastecimento/SMIC da Prefeitura Municipal de Porto Alegre, bairro Lomba do Pinheiro (30°07' S, 51°05' O), Porto Alegre, RS. O CAD está situado numa região de clima subtropical úmido, com precipitação pluvial anual de 1.309 mm e temperatura média anual de 19,5 °C (Maluf, 2000). O solo da área é um Argissolo Vermelho Eutrófico típico com textura média, profundo, relevo ondulado e substrato granito (Rech, 2006).

Os araçás-amarelos foram coletados de árvores isoladas de três locais. Uma situada no CAD e que faz parte da coleção que compõe a arborização do local. Três localizadas no Campus do Vale da UFRGS, e que constituem as alamedas que dão acesso aos prédios e benfeitorias. Uma na Estação Experimental da Embrapa Uva e

Vinho, em Bento Gonçalves, RS, que faz parte da arborização da estação (defronte ao prédio da administração).

O Campus do Vale da UFRGS (30°07'S 51°05'O) situa-se no bairro Agronomia, Porto Alegre, RS, a 10 m acima do nível do mar, faz parte da mesma região climática do CAD bem como seu solo e relevo. A Estação Experimental da Embrapa Uva e Vinho (29°09'S 51°31'O) está situada numa região de clima subtropical, numa altitude de 645 m acima do nível do mar, com precipitação pluvial anual de 1.500 mm e temperaturas médias variando entre 12,8 °C e 21,8 °C ao longo do ano (Clima Brasileiro, 2008). O solo da área é um Neossolo Litólico com textura média (Rech, 2006).

Os arazás-vermelhos foram coletados de três árvores situadas no Campus do Vale da UFRGS, uma na Estação Experimental da Embrapa Uva e Vinho e uma em propriedade particular em Montenegro RS.

A coleta de goiabas-serranas foi realizada num pomar com manejo orgânico, com 68 árvores dispostas em três linhas, com espaçamento de 3 m entre linhas e entre árvores, o qual faz limite em sua face norte, sul e oeste com pomares de citros com mesmo tipo de manejo, e a leste com outro de goiaba-serrana. O pomar é de propriedade particular e está localizado no município de Montenegro (29°40'S, 51°32'O), RS. O clima é subtropical úmido, a altitude é de 34 m acima do mar. A precipitação pluvial anual gira em torno de 1.537 mm e a temperatura média anual é de 19,4 °C. O solo é um Argissolo Vermelho Distrófico (Rech, 2006).

Todas as árvores de onde foram coletados os frutos, não recebiam tratamentos fitossanitários. De cada uma das espécies de frutíferas foram realizadas coletas em cinco árvores, escolhidas conforme a quantidade de frutos que possuíam. As coletas preconizaram dois locais: solo e copa. Todos os frutos coletados no solo estavam íntegros. Nas coletas efetuadas nas copas dos

araçazeiros e das goiabeiras, foram amostrados três estágios diferentes de maturação dos frutos: verde, intermediário (semimaduro) e maduro. Os estágios de maturação foram determinados visualmente, através da cor (Figura 1).

Nos araçazeiros-amarelo e vermelho, em cada estágio de maturação e no solo, sob a copa das árvores, foram coletados 20 frutos, totalizando 80 frutos por árvore. Nas goiabeiras, no solo, sob a copa das árvores, e, de cada estágio de maturação, foram coletados dez frutos, totalizando 40 por árvore. Nas goiabeiras-serranas coletou-se somente 20 frutos da copa e 20 do solo, ignorando seus estágios de maturação, uma vez que visualmente não é possível diferenciá-los com clareza, totalizando 40 frutos por árvore.

3.2 Avaliação dos frutos, da infestação e do parasitismo de mosca-das-frutas

Os frutos coletados foram levados para o laboratório de Biologia, Ecologia e Controle Biológico de Insetos, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em sacos plásticos acondicionados em caixas de isopor. No laboratório os frutos foram lavados com água e hipoclorito 0,03% e pesados em balança de precisão marca Gehaka, modelo BG 200. Posteriormente, foram acondicionados, individualmente, em recipientes plásticos de 500 ml (Figura 2), contendo no fundo uma camada (± 5 cm de espessura) de areia esterilizada. Os copos foram cobertos com tecido tipo “voile” e dispostos em uma casa de vegetação sob condições ambientais até a formação de pupários. Cada recipiente foi numerado, registrando-se a data e o local de coleta, o ponto de maturação do fruto e o local no pomar (copa ou solo).



FIGURA1. Araçás-amarelos em três estágios de maturação: verde (A), semimaduro (B) e maduro (C).

Para a obtenção dos pupários, a areia depositada no fundo dos recipientes plásticos foi peneirada (Figura 3) aos 12 e 24 dias após a coleta. Os pupários foram individualizados e acondicionados em potes plásticos de 100 ml contendo uma camada (± 1 cm de espessura) de areia esterilizada tratada com antifúngico (nipagim 0,01%) e um frasco, tipo Ependorff, contendo água destilada, tampado com um chumaço de algodão hidrofílico, para manutenção da umidade (Figura 3). Os potes foram tampados e armazenados em câmara climatizada a 25 ± 2 °C, $60 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo 16L:8E, até a emergência dos parasitóides ou das moscas.

Os potes foram revisados de dois em dois dias durante os meses de fevereiro, março, abril e maio de 2009 para a retirada das moscas e/ou parasitóides, os quais foram conservados em álcool 70%. Os parasitóides foram identificados pelo Dr. Miguel Francisco de Souza Filho, pesquisador do Laboratório de Entomologia Econômica do Centro Experimental do Instituto Biológico do estado de São Paulo. Para identificação das moscas utilizou-se a chave proposta por Zucchi (2000b).



FIGURA 2. Copos plásticos contendo frutos, armazenados em câmara à temperatura ambiente.



FIGURA 3. Detalhe dos potes contendo pupários (A e B) e peneira contendo pupários (C).

Foi registrado o número e o peso dos frutos; o número total de pupários e o de insetos emergidos e descartados (moscas e parasitóides), além do sexo.

O índice de intensidade de infestação foi obtido através do número médio de pupários por fruto e do número médio de pupários por grama de fruto.

O índice de parasitismo aparente (Pa) foi determinado a partir da fórmula:

$$Pa = P/(M+P) \times 100,$$

onde, P é o número de parasitóides emergidos e M o número de moscas emergidas.

A razão sexual (*RS*) das moscas e parasitóides emergidos foi calculada pela fórmula:

$$RS = \frac{\text{♀}}{\text{♂}} + \text{♀},$$

onde, ♀ é o número de fêmeas emergidos e ♂ o número de machos.

As análises dos dados foram feitas para a intensidade de infestação e parasitismo, comparando o número de pupários por grama de fruto entre os estágios de maturação e o local de coleta (copa e solo), sendo a copa o somatório dos frutos coletados para os três estágios. Comparou-se, também, a intensidade de infestação e o parasitismo entre as espécies de frutíferas amostradas. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) ou teste Kruskal Wallis, as médias comparadas pelo teste de Dunn, para dados não paramétricos, e Tukey para os com distribuição normal. O nível de significância considerado foi $\alpha = 0,05$. O teste utilizado para significância das diferenças na razão sexual foi o Qui-quadrado de heterogeneidade. Para os cálculos foram utilizados os aplicativos Microsoft Excel e Bioestat 5.0.

3.3 Morfometria de mosca-das-frutas relacionada a seus hospedeiros

A partir dos frutos coletados e pesados, foram obtidos pupários, peneirando a areia 12 dias após a coleta, conforme descrito no item 3.2. Destes, cinco potes contendo um pupário cada, de frutos coletados no solo e mais cinco para cada estágio de maturação foram, aleatoriamente, escolhidos e pesados, individualmente, em balança de precisão (Gehaka modelo BG 200). Após, foram individualizados em potes plásticos de 200 ml tampados, contendo uma camada (± 1 cm de espessura) de areia esterilizada e antifúngico, além de um endorff com água esterilizada, tampado com um chumaço de algodão hidrófilico para manutenção da umidade. Os

potes foram armazenados em câmara a 25 ± 2 °C, $60 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo 16L:8E, até a emergência dos parasitóides ou das moscas.

Os potes foram revisados de dois em dois dias durante os meses de fevereiro, março, abril e maio de 2009 para a retirada das moscas e/ou parasitóides. Os insetos emergidos foram mortos, sexados e conservados em álcool 70%.

Foi registrado o número de frutos e seus pesos; número de pupários (total) e peso dos pupários selecionados, número e sexo das moscas e parasitóides. Foi medida a área total da asa direita (Vaz *et al.*, 2004) das moscas utilizando-se o software UTHSCSA Image Tool (Figura 4), que tem como base imagens digitais (Figura 5) para obter os valores lineares e o da área destas. As imagens foram obtidas com a câmera fotográfica marca Nikon Coolpix 4.500 acoplada a um estereomicroscópio (Figura 6).

Foram comparados pesos médios dos pupários e tamanhos de asas entre os diferentes frutos e pontos de maturação, através de Anova. Foram realizados testes de correlação e regressão linear simples para avaliar a relação e a influência do peso dos frutos no peso dos pupários e, destes dois, no tamanho da área da asa das moscas, através dos softwares Microsoft Excel e Bioestat 5.0.

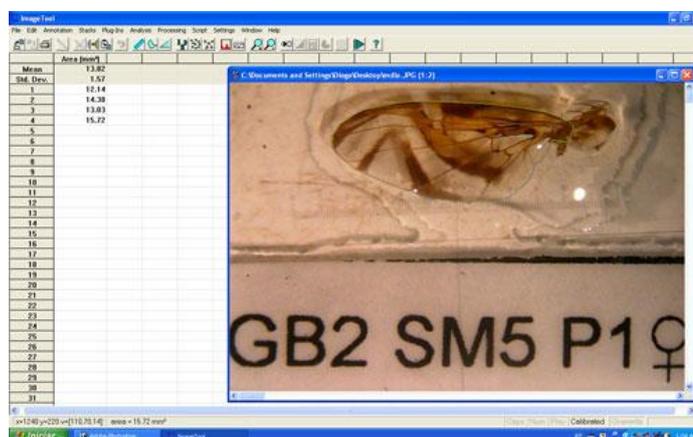


FIGURA 4. Interface do software UTHSCSA Image Tool.



FIGURA 5. Foto de asa direita de *Anastrepha fraterculus*.



FIGURA 6. Câmera fotográfica acoplada a estereomicroscópio.

3.4 Distribuição espacial de mosca-das-frutas e seus parasitóides

Foram realizadas duas ocasiões de coletas de frutos nos pomares de goiabeira e goiabeira-serrana (conforme descrito no item 3.1), no período de fevereiro a março de 2009, com um intervalo de 15 dias entre uma e outra, seguindo o período de frutificação das espécies. Foram coletados, em ponto de colheita, cinco frutos, da face sul e cinco da norte da copa de cada uma das 29 árvores de goiabeira e 68 de goiabeira-serrana, em cada ocasião.

Os frutos foram levados para laboratório em sacos plásticos acondicionados em caixas de isopor. No laboratório, foram lavados com água e hipoclorito 0,03% e individualizados em recipientes plásticos de 1.000 ml, contendo uma camada (± 1 cm de espessura) de areia esterilizada ao fundo, cobertos com tecido tipo “voile” e dispostos em câmara sob condições ambientais até a formação de pupários. Cada frasco foi numerado, registrando-se a espécie da planta, o número da árvore e a face de coleta. Para a obtenção dos pupários, a areia foi peneirada aos 12 e 24 dias após a coleta.

Os pupários foram agrupados por espécie de mirtácea, número da árvore e face da mesma, conforme haviam sido coletados, e acondicionados em copos plásticos de 200 ml tampados, nas mesmas condições daqueles descritos no experimento 3.3. Os potes foram revisados de dois em dois dias durante os meses de março, abril e maio de 2009, para a retirada das moscas e/ou parasitóides. Em setembro, os pupários dos quais não haviam emergido insetos, foram dissecados e os organismos não identificados, descartados. Registrou-se o número de frutos coletados, de pupários obtidos destes frutos, de adultos emergidos, de indivíduos identificados na dissecação (moscas e parasitóides) e de pupários descartados ao final do registro.

Foram avaliados os índices de infestação nos pomares (percentual de frutos infestados em relação ao número de frutos coletados), infestação no fruto (número médio de pupários por fruto) e percentual de parasitismo real, seguindo a fórmula:

$$Pr = P/(M+P) \times 100,$$

onde, P é o número de parasitóides emergidos e dissecados e M é o número de moscas emergidas e dissecadas. A média de infestação por fruto e o percentual de parasitismo foram apurados para os frutos coletados nas faces norte e sul de cada árvore (intra-planta) e para as quatro bordas dos pomares (Figura 7 e 8).

A distribuição espacial, tanto de moscas como de parasitóides, nos pomares nas duas ocasiões de coleta foi avaliada. Para tanto obteve-se os seguintes índices de dispersão: índice de agregação I e índice de Morisita (Krebs, 1998).

O índice de agregação I avalia a relação da variância com a média da amostra seguindo a fórmula:

$$I = s^2 / \bar{x}$$

onde, s^2 = variância; \bar{x} = média aritmética. Os valores obtidos de I foram testados pelo Qui-quadrado de aderência (Krebs, 1998):

$$\chi^2 = I (n-1),$$

onde, χ^2 = valor do Qui-quadrado calculado; I = índice de dispersão; n = n^o unidades de amostra.

Para o pomar de goiabeiras-serranas, foi feita uma transformação no valor do Qui-quadrado para d , sugerido por Elliott (1983), quando $n > 51$, através da fórmula:

$$d = \sqrt{2\chi^2 - \sqrt{2n-1}}$$

onde, χ^2 = valor do Qui-quadrado; n = n^o unidades de amostra.

O índice de Morisita é independente da média amostral, indicando distribuição aleatória quando $I_{\delta} = 0,9-1,1$; distribuição regular quando $I_{\delta} < 0,9$ e distribuição agregada quando $I_{\delta} > 1,1$ seguindo a seguinte fórmula (Krebs, 1998):

$$I_{\delta} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i \right)}{\left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 - \sum_{i=1}^n x_i}$$

onde, n = tamanho da amostra, x_i = número de indivíduos na i -ésima unidade amostral. Todos os testes foram realizados utilizando o aplicativo Microsoft Excel 2007.

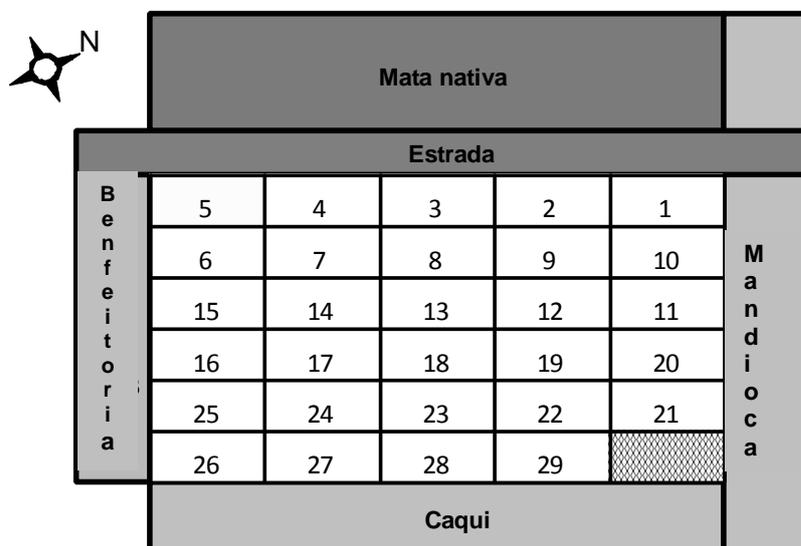


FIGURA 7. Esquema representativo do pomar de goiabeira (*Psidium guajava*), Porto Alegre (30°07'S 51°05'O), RS. Área hachurada não possuía árvore.

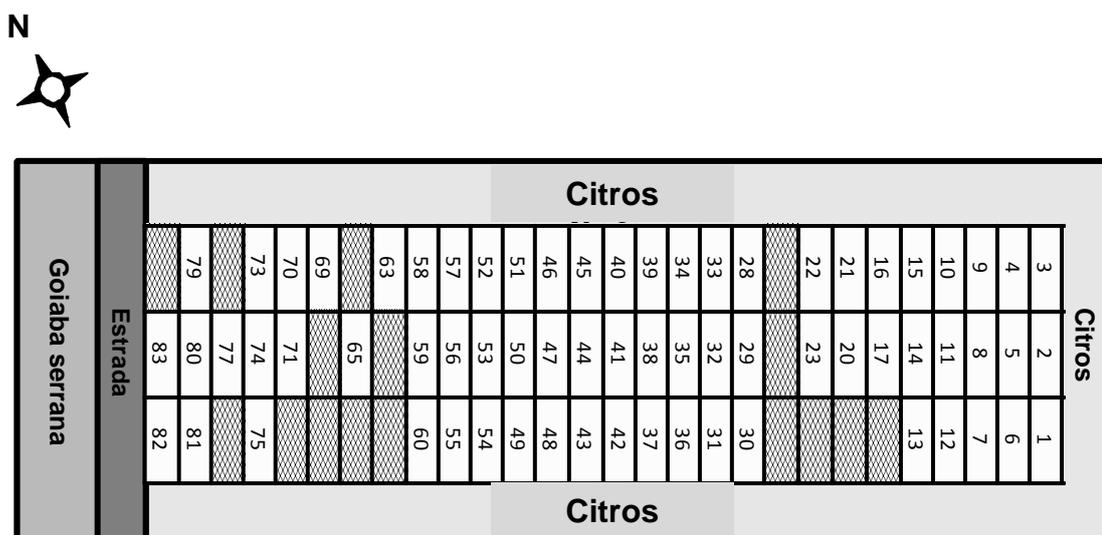


FIGURA 8. Esquema representativo do pomar de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) Montenegro (29°40'S 51°32'O), RS. Área hachurada não possuía árvore.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Infestação e parasitismo

4.1.1 Araçá-amarelo

Foi coletado um total de 400 frutos, sendo que 80% destes possuíam pupários de mosca-das-frutas. No total foram obtidos 786 pupários, em média, 1,96 pupários/fruto, índice semelhante ao encontrado por Kovaleski (1997), 2,06 pupários/fruto de araçazeiro-amarelo, no município de Vacaria, RS. Nunes *et al.* (2008), no município de Pelotas no ano de 2008, verificaram valores superiores em uma localidade (2,16 pupários/fruto) e noutra, inferiores ao do presente estudo (1,67 pupários/fruto), entretanto, os autores não descrevem com clareza as características das duas localidades em que se efetuaram as coletas, nem a metodologia utilizada.

A média de pupários por grama de fruto (pupários/g), no presente trabalho, foi de 0,22, semelhante ao encontrado por Kovaleski (1997), no trabalho citado anteriormente, que foi 0,25. Tais valores podem ser comparados uma vez que as metodologias utilizadas nos trabalhos foram semelhantes.

Em relação ao índice médio de infestação por estágio de maturação (Figura 9), observou-se em frutos verdes a menor média, corroborando os resultados de Kovaleski (1997), que registrou baixa infestação em frutos de mirtáceas nativas, coletados no início do período de maturação. Segundo o autor, isto se deve à falta de condições do substrato para o desenvolvimento larval. Kovaleski *et al.* (2000), avaliando a flutuação populacional e os índices de infestação de mosca-das-frutas em mirtáceas nativas, na região de Vacaria, RS, semelhante ao presente estudo,

apuraram, de modo geral, os maiores índices nos períodos mais avançados de maturação dos frutos.

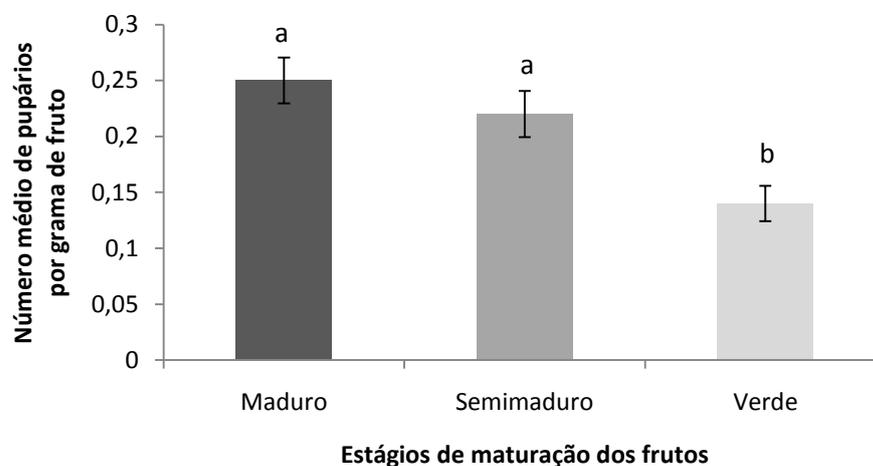


FIGURA 9. Número médio de pupários de *Anastrepha fraterculus*, por grama de araçás-amarelos, em diferentes estágios de maturação (barras seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal Wallis, $P < 0,05$).

Comparando o índice de infestação entre os frutos coletados nas copas das árvores e no solo, este foi maior no segundo (Figura 10), provavelmente devido ao maior tempo de exposição destes frutos à mosca, também se deve considerar que nos frutos coletados na copa o estágio verde de maturação acabou baixando a média para os frutos da copa.

Do total de pupários emergiram 352 indivíduos, sendo 343 *A. fraterculus* e nove *D. areolatus*. O índice de parasitismo aparente foi de 2,7%, para os frutos coletados na copa, e 2,4% para os do solo, não havendo diferença entre eles ($H = 0,3872$; $gl = 1$; $P = 0,5338$). Nunes *et al.* (2008) registraram um parasitismo de 4% amostrando araçá-amarelo no município de Pelotas, RS. Tanto os percentuais obtidos neste trabalho quanto os de Nunes *et al.* (2008), podem ser considerados baixos quando comparados com a média referida por Salles (1996), 17,6%, em três

anos de amostragens em Pelotas, RS. Os locais onde se encontravam as árvores amostradas, no presente trabalho, podem ter contribuído para subestimar o parasitismo, principalmente, por sua maioria encontrar-se em ambiente urbano, sujeitas a muitas perturbações, diferentes do estudo anterior, onde as coletas ocorreram em zonas rurais.

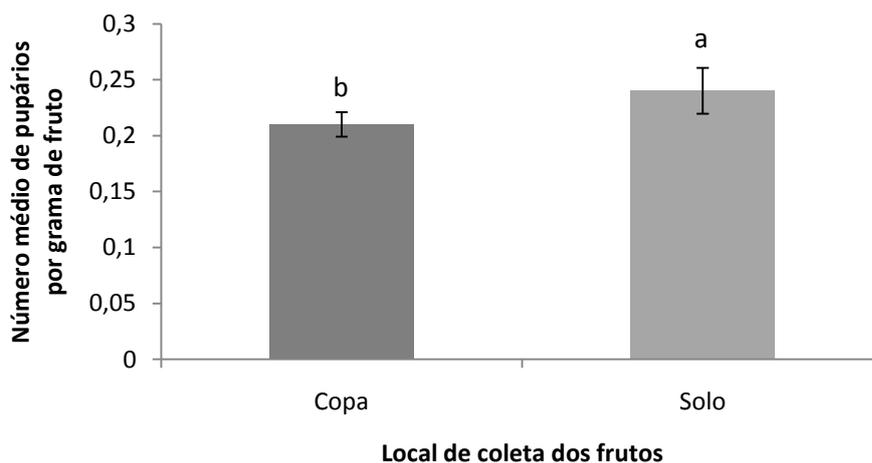


FIGURA 10. Número médio de pupários de *Anastrepha fraterculus*, por grama de araçás-amarelos coletados nas copas das árvores e no solo (barras seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Kruskal Wallis, $P < 0,05$).

Para os três estágios de maturação avaliados, embora o índice de parasitismo nos frutos maduros seja aparentemente menor, não houve diferença significativa entre o três estágios ($H = 0,08$; $gl = 2$; $P = 0,9608$) (Figura 11) isto se deve a forma como foi analisado os dados efetuando uma análise de variancia em cima da média dos percentuais de pupários parasitados.

Do total de insetos emergidos, registrou-se 199 fêmeas e 144 machos de *A. fraterculus*, sendo a razão sexual de 0,58. Obteve-se, da espécie *D. areolatus*, três machos e seis fêmeas e razão de 0,66. Nos frutos coletados nas copas das árvores, a razão sexual calculada para *A. fraterculus* foi de 0,57 enquanto para os do solo foi de 0,59. Para *D. areolatus*, nos frutos da copa a razão foi de 0,57 e nos do solo,

esta não pode ser calculada, visto que somente emergiu uma fêmea destes pupários. Comparando os resultados entre copa e solo, os percentuais não diferiram estatisticamente para moscas ($\chi^2 = 0,05$; gl = 1; $P > 0,05$).

Quando comparados os estágios de maturação, a razão sexual não diferiu entre estes, tanto para moscas ($\chi^2 = 1,23$; gl = 2; $P > 0,05$), quanto para parasitóides ($\chi^2 = 1,24$; gl = 2; $P > 0,05$).

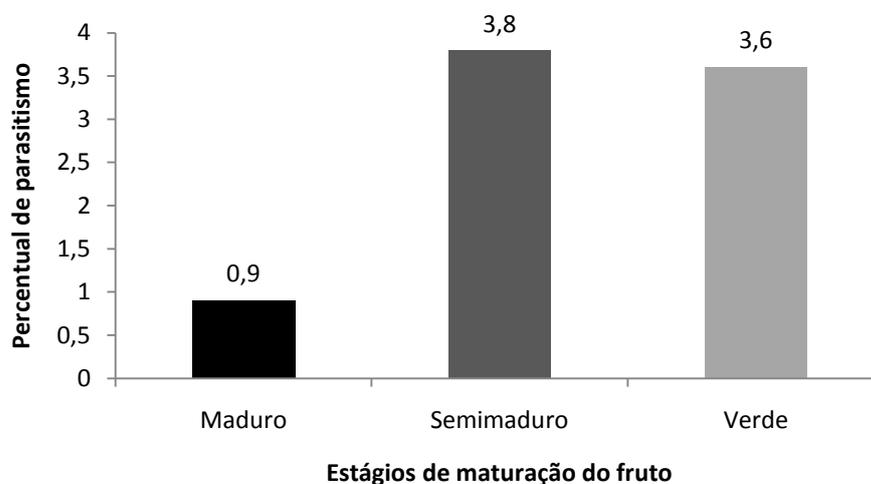


FIGURA 11. Percentual médio de pupários de *Anastrepha fraterculus* parasitados, obtidos de araçás-amarelos em diferentes estágios de maturação (médias não diferem entre si pelo teste de Kruskal Wallis, $P > 0,05$).

4.1.2 Araçá-vermelho

A partir de 400 frutos coletados de araçazeiros-vermelhos, 69,2% estavam infestados por mosca-das-frutas, totalizando 649 pupários, em média 1,62 pupários/fruto. Raga *et al.* (2005) avaliando infestação de mosca-das-frutas em araçá-vermelho, no estado de São Paulo, obtiveram a média de 1,21 pupários/fruto, valor aparentemente menor do que o registrado no presente trabalho. Nunes *et al.* (2008), por outro lado, em duas localidades diferentes de Pelotas, RS, constataram, em média, 1,80 e 1,46 pupários/fruto, números semelhantes ao deste estudo. Considerando a média de pupários/g, esta foi de 0,29, também maior do que a

encontrada por Raga *et al.* (2005) em São Paulo, que foi de 0,16. O índice de infestação foi menor nos araçás-vermelhos maduros, entretanto, não diferiu do obtido nos verdes (Figura 12). Nos frutos coletados no solo constatou-se um número médio de pupários/g significativamente superior, ao dos oriundos da copa (Figura 13). Gatelli (2006), coletando a mesma espécie de fruto, em Montenegro, RS, registrou o oposto, 0,21 pupários/g nos frutos provenientes do solo e, 0,24 para os da copa. Estas variações podem estar relacionadas a condições ambientais climáticas no momento das posturas (Taufer *et al.*, 2000), onde principalmente a quantidade de chuvas durante as amostragem de Gatelli foram bem mais escassas do que no presente trabalho, entretanto, este aspecto não foi registrado no presente estudo.

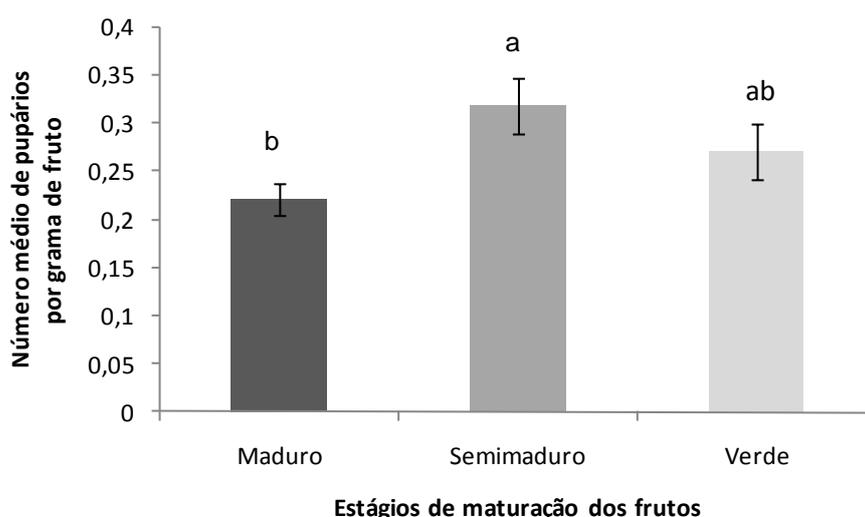


FIGURA 12. Número médio de pupários de *Anastrepha fraterculus*, por grama de araçás-vermelhos, em diferentes estágios de maturação (barras com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Kruskal Wallis, $P < 0,05$).

Emergiram, do total de pupários amostrados, 320 indivíduos, sendo 274 de *A. fraterculus* e 46 de *D. areolatus*. O percentual de parasitismo total aparente foi de 14,4%, próximo ao registrado por Leonel Jr. *et al.* (1996) (11%), em araçá, nos municípios de Limeira e Piracicaba, SP. O índice de parasitismo não diferiu entre os

frutos da copa (12,9%) e os do solo (18,7%) ($H = 1,9825$; $gl = 1$; $P = 0,1591$). Comparando esses valores com os encontrados por Gatelli (2006), 3,7% para frutos coletados no solo e 2% para os da copa, observa-se que os registrados pela autora são bem inferiores aos do presente trabalho. Segundo a autora, anos de estiagem seguidos, que antecederam o da sua amostragem, podem ter afetado os índices de parasitismo.

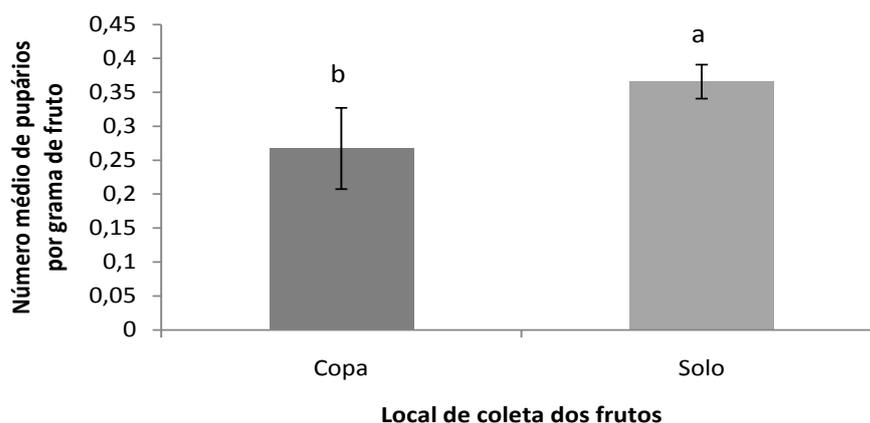


FIGURA 13. Número médio de pupários de *Anastrepha fraterculus*, por grama de arazás-vermelhos coletados nas copas das árvores e no solo (barras com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Kruskal Wallis, $P < 0,05$).

Em relação aos três estágios de maturação avaliados (Figura 14), não houve diferença significativa no índice de parasitismo, indicando que, nestes frutos, os parasitóides são capazes de localizar e parasitar o hospedeiro independente do estágio de maturação.

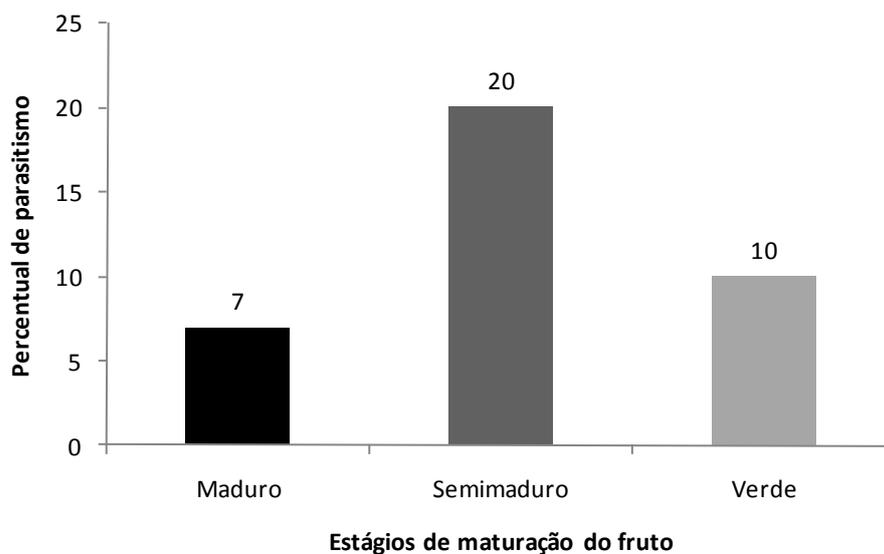


FIGURA 14. Percentual médio de pupários de *Anastrepha fraterculus* parasitados obtidos de araçás-vermelhos em diferentes estágios de maturação (percentuais não diferiram entre si pelo teste de Kruskal Wallis, $P > 0,05$).

A razão sexual total de *A. fraterculus* foi de 0,60 (166 fêmeas e 108 machos), diferente do percentual encontrado por Raga *et al.* (2005) de 37%. Emergiram, no total, 12 machos e 34 fêmeas de *D. areolatus*, obtendo-se a razão sexual de 0,73. Eitam (2003), em criação massal de *D. areolatus* em laboratório, na geração F2 obteve resultados menores (0,48) que os encontrados no presente trabalho, indicando, possivelmente, condições menos favoráveis ao desenvolvimento da prole (Godfray, 1994). Nos frutos coletados nas copas das árvores, a razão sexual calculada para *A. fraterculus* foi de 0,62, e para *D. areolatus* 0,80, enquanto que para os do solo, estes valores foram, respectivamente, 0,53 e 0,60. Quando comparados copa e solo, a razão sexual não diferiu tanto para as moscas ($\chi^2 = 0,63$; $gl = 1$; $P > 0,05$) quanto para *D. areolatus* ($\chi^2 = 0,58$; $gl = 1$; $P > 0,05$). Considerando os três estágios de maturação, a razão sexual não diferiu, tanto para moscas ($\chi^2 = 1,40$; $gl = 2$; $P > 0,05$), quanto para parasitóides ($\chi^2 = 1,34$; $gl = 2$; $P > 0,05$).

4.1.3 Goiaba

Um total de 200 goiabas foram coletadas. Destas, 89,5% destas estavam infestadas, contabilizando-se 3.466 pupários de mosca-das-frutas. Apurou-se uma média de 17,33 pupários/fruto, inferior à encontrada por Leal *et al.* (2009), em pomares comerciais de goiabeiras da região noroeste do estado do Rio de Janeiro (26,5 pupários/fruto).

Em relação à média total de pupários/g, no presente estudo o valor constatado foi de 0,22, superior aos encontrados em pomares comerciais de goiabeiras, por Corsato (2004) em dois municípios em Minas Gerais (0,025 e 0,028). Entretanto, vale ressaltar que no presente trabalho, as goiabeiras não recebiam qualquer tratamento, enquanto que nos pomares comerciais avaliados por Corsato (2004), estes ocorreram.

O índice de infestação não diferiu entre os três estágios de maturação (Figura 15), o mesmo foi detectado entre os índices calculados para os frutos coletados nas copas das árvores e no solo (Figura 16). Gatelli (2006) observou 0,17 pupários/g de fruto para a copa e 0,10 para o solo, ambos valores inferiores aos registrados neste trabalho. Estas diferenças podem ser explicadas devido a estiagens enfrentadas no período do experimento desta autora.

Dos 1.333 indivíduos emergidos, 1.236 foram de *A. fraterculus* e 53 de *D. areolatus*, 43 *A. pelleranoi* e um *D. brasiliensis*. O percentual geral de parasitismo aparente foi de 7,3%, semelhante ao encontrado por Matrangolo *et al.* (1998) 7,4%, em goiabas coletadas na região do Recôncavo Baiano, BA, demonstrando que o parasitismo nesta espécie de frutífera se apresenta nesta faixa percentual.

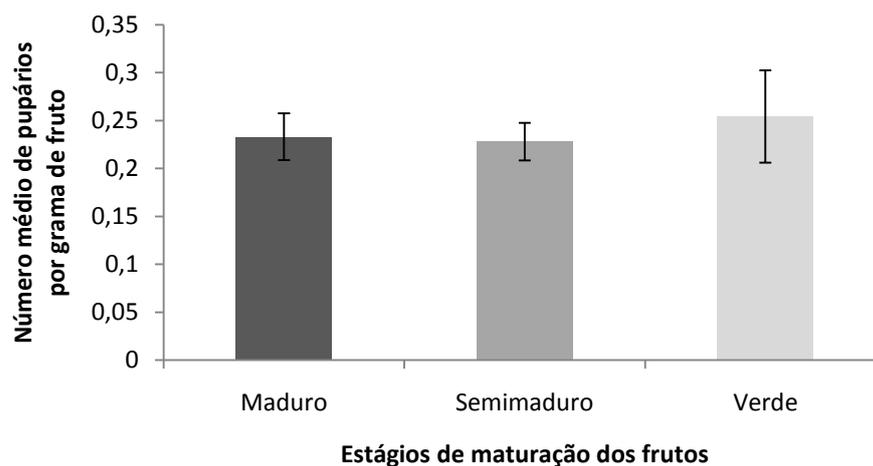


FIGURA 15. Número médio de pupários de *Anastrepha fraterculus*, por grama de goiabas, em diferentes estágios de maturação (médias não diferiram pelo teste de Kruskal Wallis, $P > 0,05$).

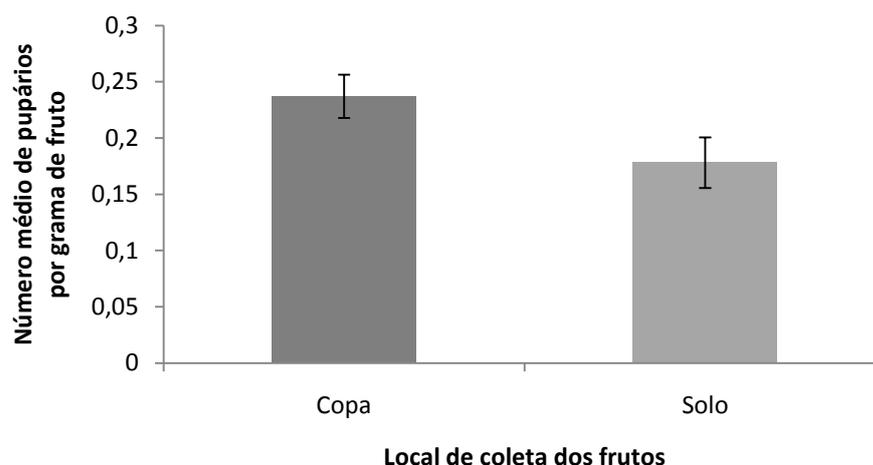


FIGURA 16. Número médio de pupários de *Anastrepha fraterculus*, por grama de goiabas coletadas nas copas das árvores e no solo (médias não diferiram pelo teste de Kruskal Wallis, $P > 0,05$).

Nos frutos coletados nas copas das árvores, o parasitismo médio foi de 4,5 % e para os do solo, 6,9 %, não diferindo estatisticamente ($F = 1,9825$; $gl = 1$; $P = 0,6811$). Dos três estágios de maturação avaliados (Figura 17), o verde apresentou o menor percentual de parasitismo. Isto nos leva acreditar que existe uma preferência do parasitóide em procurar frutos em estágios mais avançados de

maturação, pois estes conteriam larvas em ínstares adequados para a oviposição. Segundo Canal & Zucchi (2000), o fruto é o principal fator que influencia o parasitismo em tefritídeos, e ressaltam ainda que o estágio de maturação é um dos fatores que determinam a escolha do parasitóide na hora da oviposição.

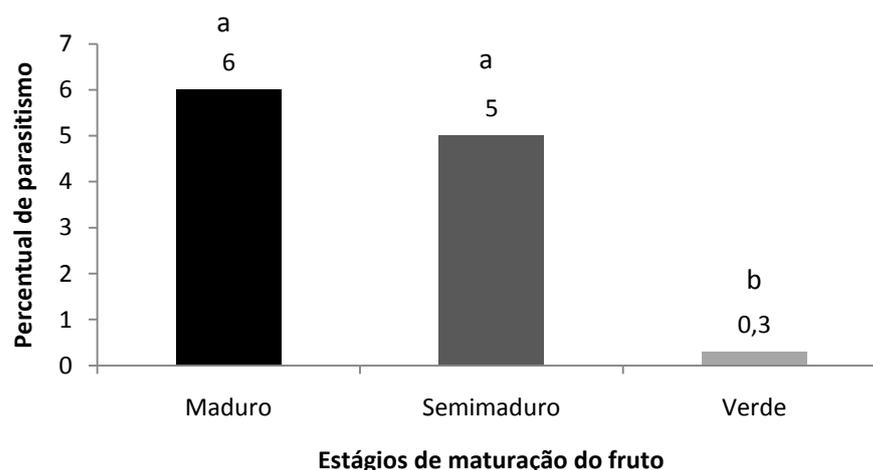


FIGURA 17. Percentual médio de pupários de *Anastrepha fraterculus* parasitados, obtidos de goiabas em diferentes estágios de maturação (barras seguidas de letras diferentes diferiram pelo teste de Tukey, $P < 0,05$).

Nas goiabas, verificou-se 605 fêmeas e 631 machos de *A. fraterculus*, sendo a razão sexual de 0,51, semelhante ao encontrado por Corsato (2004) que obteve num total de 5.625 adultos, 2.818 fêmeas com uma razão sexual de 0,50. No presente estudo, constatou-se 19 machos e 31 fêmeas de *D. areolatus*, e a razão sexual de 0,58.

Quando comparadas as razões sexuais entre copa e solo, os percentuais não diferiram estatisticamente para moscas (49% copa e 56% solo) ($\chi^2 = 1,77$ gl = 1; $P > 0,05$), tão pouco para *D. areolatus* (63% copa e 58% solo) ($\chi^2 = 0,50$; gl = 1; $P > 0,05$).

A razão sexual para moscas, entretanto, diferiu estatisticamente quando comparada entre os estágios de maturação, havendo um maior número de fêmeas no estágio verde (0,55), do que no semimaduro (0,44) e maduro (0,48) ($\chi^2 = 6,91$; gl = 2; $P > 0,05$). Com relação à razão sexual de *D. areolatus*, esta não diferiu entre frutos maduros (0,73), semimaduro (0,50) e verdes (0), onde indivíduos desta espécie não foram encontrados ($\chi^2 = 1,41$; gl = 2; $P > 0,05$).

4.1.4 Goiaba-serrana

Foram coletadas, no total, 200 goiabas-serranas, das quais, 63% estavam infestadas com mosca-das-frutas. Obteve-se 1.600 pupários e, em média, 8 pupários/fruto, semelhante ao encontrado por Kovaleski (1997) nesta mesma frutífera (8,49 pupários/fruto). No entanto, avaliando-se o número médio de pupários por grama de fruto, encontrou-se 0,50, maior que o apresentado por Kovaleski (1997), 0,20. Esta diferença talvez esteja relacionada ao tamanho e peso dos frutos coletados, entretanto, o autor não faz referência a este aspecto.

O índice de infestação, para frutos coletados na copa das árvores e no solo, foi de 0,26 e 0,70 pupários/g, respectivamente (Figura 18), diferentes das médias encontradas por Gatelli (2006) em goiabas-serranas, 0,19 pupários/g, para frutos da copa e 0,10 para os do solo. Os altos índices de infestação em goiaba-serrana no presente estudo podem ser explicados pelas características do local de coleta. No presente estudo as goiabeiras-serranas constituíam um pomar com 68 árvores e não plantas isoladas, como as que Gatelli (2006) amostrou. Além disso, o pomar amostrado é circundado por áreas de citros, cultura considerada um hospedeiro alternativo para a mosca, nos períodos em que os hospedeiros naturais não possuem frutos.

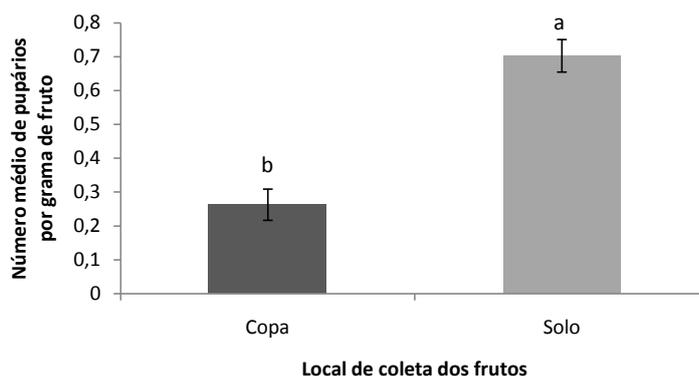


FIGURA 18. Número médio de pupários de *Anastrepha fraterculus*, por grama de goiabas-serranas coletadas nas copas das árvores e no solo (barras seguidas de letras diferentes diferiram pelo teste de Tukey, $P < 0,01$).

Emergiram dos pupários armazenados, 628 *A. fraterculus*, 137 *D. areolatus*, 33 *A. pelleranoi* e apenas um *D. brasiliensis*. O índice geral de parasitismo aparente foi de 21,4%, muito superior ao registrado por Salles (1996), 4,4% a 5,4%, em goiabas-serranas no município de Pelotas, RS. O índice para os frutos coletados nas copas das árvores foi de 28% e, no solo, 18,1% (Figura 19) não diferindo entre si ($H = 0,0972$; $gl = 1$; $P = 0,7552$). Os percentuais de parasitismo altos observados em goiaba-serrana podem estar associados a alguns fatores como, a intensidade de infestação elevada de moscas, o manejo do pomar, a localização geográfica, além da vegetação do entorno.

A razão sexual, considerando o total de goiabas-serranas coletadas na copa, foi de 0,53 para *A. fraterculus* e 0,48 para *D. areolatus*. Para os frutos coletados no solo, a razão sexual foi de 0,55 para *A. fraterculus* e 0,38 para *D. areolatus*, não variando estatisticamente quando comparados solo e copa, tanto para moscas ($\chi^2 = 0,20$; $gl = 1$; $P > 0,05$) quanto para parasitóides ($\chi^2 = 1,57$; $gl = 1$; $P > 0,05$).

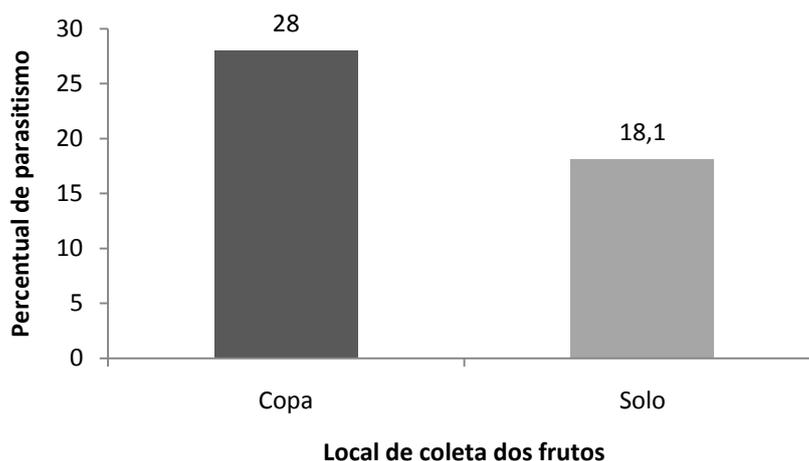


FIGURA 19. Percentual médio de pupários de *Anastrepha fraterculus* parasitados, obtidos de goiabas-serranas coletadas nas copas das árvores e no solo (médias não diferiram entre si pelo teste de Kruskal Wallis, $P > 0,05$).

4.1.5 Comparações entre frutíferas

Quando comparados os índices de infestação total entre as espécies de frutíferas amostradas, observou-se que a maior média de pupários por fruto foi encontrada na goiaba, 17,33 e a menor no araçá-vermelho, 1,62. Carvalho *et al.* (2004) encontraram correlação positiva entre tamanho de frutos amostrados e a quantidade de pupários de mosca-das-frutas, sugerindo que, quanto maior o fruto, maior o número de pupários. Entretanto, quando se avaliou a média de pupários por grama de fruto, verificou-se que em goiaba este valor foi semelhante aos registrados, tanto em araçá-amarelo quanto em vermelho (Figura 20), indicando que outros fatores, além do tamanho do fruto, estão correlacionados com a intensidade de infestação. A goiaba-serrana obteve a maior média nesta avaliação, provavelmente devido ao manejo adotado neste pomar, bem como sua localização, distante de centros urbanos, longe de possíveis perturbações.

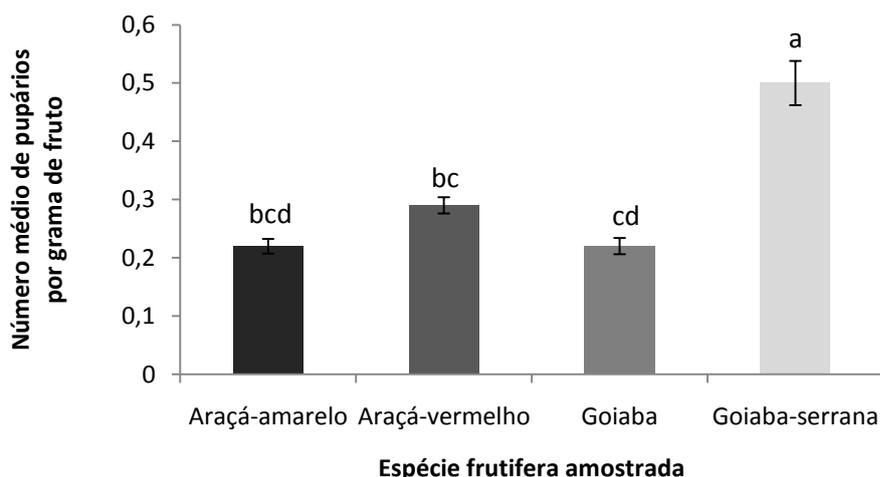


FIGURA 20. Número médio de pupários de *Anastrepha fraterculus*, por grama de fruto em diferentes espécies frutíferas amostradas (barras seguidas de letras diferentes diferiram pelo teste de Kruskal Wallis, $P < 0,05$).

Comparando-se o percentual de parasitismo entre cada espécie frutífera amostrada, observou-se que as porcentagens encontradas na goiaba-serrana, e no araçá-vermelho foram semelhantes (Figura 21), embora a densidade de moscas nestas tenha sido diferente. Isso sugere que, não só a densidade de hospedeiros pode afetar a população de parasitóides, como também outros fatores bióticos e abióticos do ambiente. A proximidade com outras frutíferas que ocorrem num período anterior de frutificação, nas quais a geração parental de parasitóides tenha se desenvolvido, pode resultar numa resposta numérica destes organismos, aumentando os índices de parasitismo (Hassel, 1986).

A região e o entorno, além do manejo do pomar de goiabeiras-serranas, como já citado anteriormente, podem ter sido os fatores preponderantes para os altos índices de infestação e parasitismo. As outras frutíferas nas quais foram feitas coletas, como os araçás não formavam propriamente pomares ou algumas estão muito próximas a ambientes urbanos, expostas a grandes perturbações, como são as áreas do Campus e do CAD. O pomar de goiabeiras-serranas encontra-se em numa área rural, cercada de cultivos que adotam sistema orgânico, portanto sujeito

a poucas perturbações, criando condições favoráveis para o crescimento e a manutenção de populações tanto de fitófagos, quanto dos seus inimigos naturais.

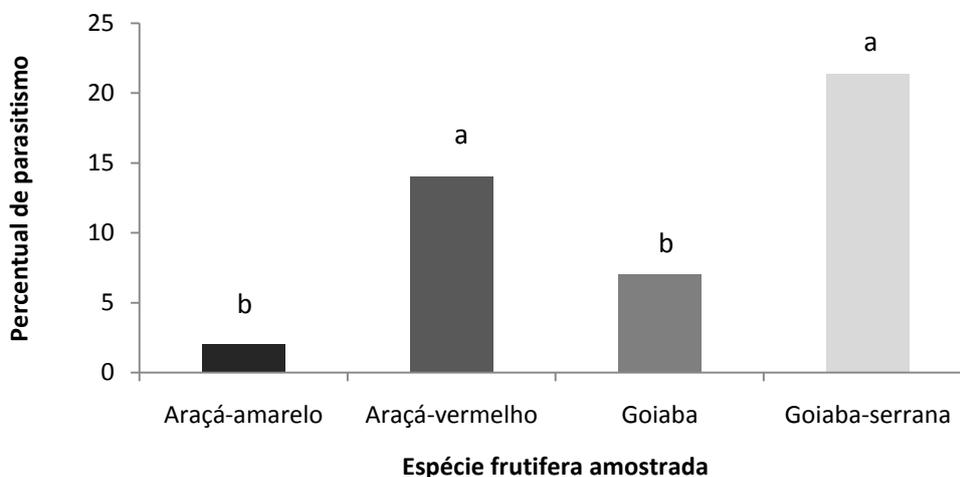


FIGURA 21. Percentual médio de pupários de *Anastrepha fraterculus* parasitados, obtidos de frutos coletados em quatro espécies frutíferas (barras seguidas de letras diferentes diferiram pelo teste de Kruskal Wallis, $P < 0,01$).

Outro fator que pode ter influenciado no parasitismo, especialmente em goiaba-serrana, é a sua época de frutificação, que ocorre no início do outono, após todas as demais frutíferas, amostradas neste estudo. Assim, tanto a população das moscas neste período do ano já atingiu um pico de crescimento, quanto à de parasitóides, tendo em vista que o aumento na população dos últimos é uma resposta ao da população da praga (Jervis, 2005). Segundo o autor, há um retardo na resposta da população dos parasitóides.

Vale também ressaltar que, segundo Matrangolo *et al.* (1998), quando se analisa dados de parasitismo em material de campo trazido para o laboratório, acaba-se por subestimá-lo devido a perturbações na remoção, armazenamento e, principalmente, pelo fato de algumas larvas de mosca-das-frutas, que ainda não

havam sido parasitadas, escaparem do inimigo natural. Entretanto, este procedimento é válido e reflete às tendências do campo.

4.2 Morfometria de mosca-das-frutas relacionada com seus hospedeiros

4.2.1 Comparação entre frutíferas

Foram pesados 400 frutos (100 de cada espécie de mirtácea) e um pupário oriundo de cada um destes. Dos pupários, obteve-se, 318 moscas-das-frutas, cuja área da asa direita foi medida. 82 pupários foram desconsiderados, por serem inviáveis, ou por terem originado parasitóides.

Todas as moscas-das-frutas obtidas, eram da espécie *A. fraterculus*, conforme chave proposta por Zucchi (2000b).

O peso médio dos pupários oriundos da goiaba ($16,6 \pm 0,60$ mg) e do araçá-vermelho ($14,5 \pm 0,68$ mg) foi semelhante (Figura 22), o mesmo foi observado entre os de araçá-amarelo ($13,4 \pm 0,64$ mg), goiaba-serrana ($11,5 \pm 0,59$ mg) e araçá-vermelho (Figura 22).

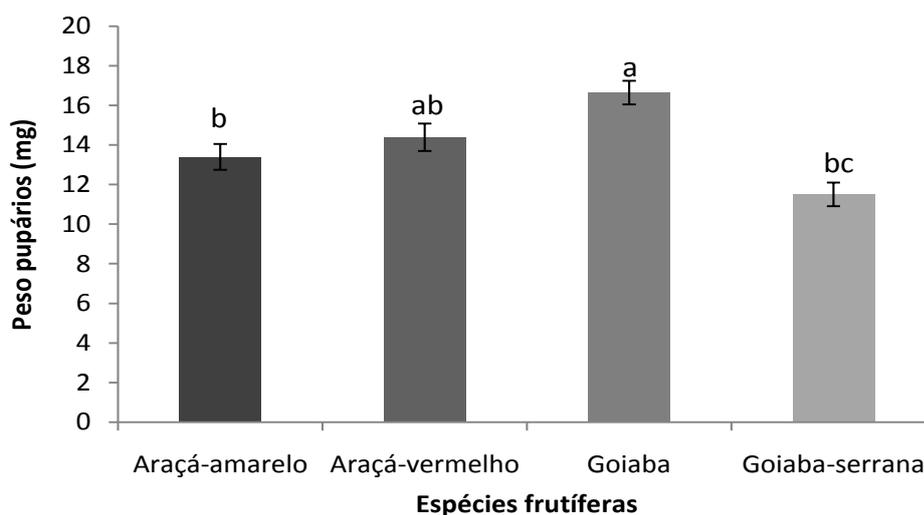


FIGURA 22. Média do peso de pupários (mg) de *Anastrepha fraterculus* para cada espécie de frutífera amostrada (barras com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal Wallis, a 5% de probabilidade).

Em relação à área média da asa direita das moscas-das-frutas, as que se desenvolveram em goiaba ($12,9 \pm 0,20 \text{ mm}^2$), araçá-vermelho ($12,6 \pm 0,22 \text{ mm}^2$) e goiaba-serrana ($12,2 \pm 0,28 \text{ mm}^2$) foram semelhantes. As oriundas do araçá-amarelo ($12,0 \pm 0,23 \text{ mm}^2$) foram somente significativamente menores do que as de goiaba (Figura 23).

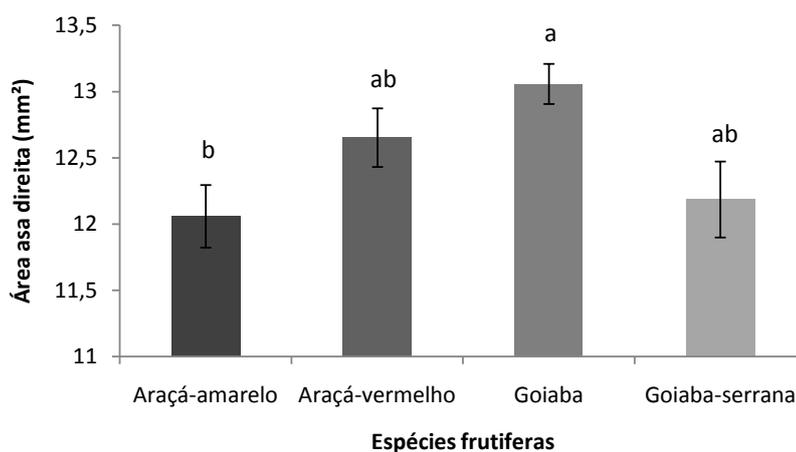


FIGURA 23. Média da área da asa direita de *Anastrepha fraterculus* (mm²) para cada espécie de frutífera amostrada (barras com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal Wallis, a 5% de probabilidade).

4.2.2 Araçá-amarelo

Os araçás-amarelos no estágio verde pesaram $9,6 \pm 0,75 \text{ g}$, os semimaduros $8,9 \pm 0,72 \text{ g}$ e os maduros $7,9 \pm 0,66 \text{ g}$ e não diferiram entre si ($H = 2,6003$; $gl = 2$; $P = 0,2725$). Considerando-se todos os frutos obtidos da copa, o peso médio foi de $8,8 \pm 0,41 \text{ g}$ e nos coletados no solo, sob a copa das árvores, foi de $8,3 \pm 0,70 \text{ g}$, semelhantes entre si ($H = 0,4332$; $gl = 1$; $P = 0,5104$) (Tabela 1).

TABELA 1. Médias (\pm EP) do peso de frutos (g) e pupários (mg) e da área da asa direita de *Anastrepha fraterculus* (mm^2) oriundas de araçás-amarelos (*Psidium cattleianum* var. *Lucidum*), coletados nos municípios de Bento Gonçalves e Porto Alegre, de janeiro a fevereiro de 2009.

Estágio de maturação/local	Peso		Área da asa (mm^2)
	frutos (g)	pupários (mg)	
Verde	9,6 \pm 0,75	12,7 \pm 1,20	12,2 \pm 0,54
Semimaduro	8,9 \pm 0,72	12,8 \pm 1,72	12,1 \pm 0,40
Maduro	7,9 \pm 0,66	12,9 \pm 1,12	12,1 \pm 0,45
Copa (total)	8,8 \pm 0,1	12,8 \pm 0,76	12,1 \pm 0,26
Solo	8,2 \pm 0,70	15,1 \pm 1,16	11,7 \pm 0,50
Total	8,6 \pm 0,35	13,3 \pm 0,64	12,0 \pm 0,23

Médias não diferiram estatisticamente (Kruskal Wallis, $P > 0,05$).

Nos frutos verdes, registrou-se uma correlação positiva entre o peso dos frutos e o dos pupários, sendo que 30% da variação do peso dos pupários pode ser explicada pelo peso dos frutos. Nos frutos coletados no solo, a correlação foi positiva, no entanto, não foi apurada associação. Considerando todos os frutos coletados na árvore (copa + solo), a correlação foi significativa, entre pesos de frutos e pupários, porém o coeficiente de determinação não foi significativo. Nos frutos coletados na copa, encontrou-se uma correlação positiva entre área da asa e peso dos pupários. Entretanto, não foi possível registrar uma associação entre estes dois parâmetros, uma vez que o coeficiente de determinação não foi significativo (Tabela 2). A pequena variação no tamanho dos frutos, dessa espécie de frutífera, pode explicar a ausência de associação entre o tamanho dos indivíduos e o peso dos frutos.

TABELA 2. Coeficiente de correlação (r) e de regressão (R²) entre o peso de frutos, peso de pupários e área da asa direita de *Anastrepha fraterculus* oriundas de araçás-amarelos (*Psidium cattleianum* var. *Lucidum*), coletados nos municípios de Bento Gonçalves e Porto Alegre, RS de janeiro a fevereiro de 2009.

Estágio de maturação/local	Peso pupários x peso frutos				Peso frutos x área asa				Peso pupários x área asa			
	r	p	R ²	p	r	p	R ²	p	r	p	R ²	p
Verde	0,637	0,001	0,300	0,007	0,328	0,126	-	-	0,360	0,092	-	-
Semimaduro	0,371	0,098	-	-	0,243	0,289	-	-	0,091	0,694	-	-
Maduro	0,183	0,382	-	-	0,294	0,153	-	-	0,252	0,224	-	-
Copa	0,212	0,097	-	-	0,054	0,657	-	-	0,255	0,034	0,011	0,612
Solo	0,550	0,008	0,129	0,620	0,200	0,372	-	-	0,232	0,918	-	-
Total	0,240	0,219	0,0046	0,530	0,104	0,326	-	-	0,192	0,069	-	-

4.2.3 Araçá-vermelho

Os araçás-vermelhos pesaram, em média, $4,9 \pm 0,60$ no estágio verde, $5,1 \pm 0,55$ mm no semimaduro e $6,5 \pm 0,75$ g no maduro, não diferindo ($H = 2,2589$; $gl = 2$; $P = 0,3232$) entre si. Considerando a totalidade dos frutos coletados na copa, dos três estágios, a média foi de $5,5 \pm 0,37$ g, não diferindo dos coletados no solo $5,5 \pm 0,70$ g ($H = 0,1341$; $gl = 1$; $P = 0,7142$).

O peso médio dos pupários assim como a área média das asas das moscas-das-frutas, oriundas de araçás-vermelhos, nos três estágios de maturação, não diferiram entre si. O mesmo foi observado quando estes parâmetros foram comparados entre os frutos da copa e do solo (Tabela 3).

No solo, a correlação foi positiva, sendo 20% da variação do peso dos pupários, explicada pelo peso dos frutos. Na árvore como um todo (copa+solo), embora a correlação tenha significância não foi detectada associação. Apesar do peso médio dos pupários não diferir entre os estágios de maturação, constatou-se uma correlação positiva entre o peso dos frutos e dos pupários, nos maduros, sendo

que 17,9% da variação do peso dos pupários foi explicada pelo peso dos frutos. Na copa (somatório dos estágios de maturação), também foi registrada uma correlação positiva, entretanto não se apurou, neste caso, uma associação entre estas variáveis (Tabela 4).

TABELA 3. Médias (\pm EP) do peso de frutos (g) e pupários (mg) e da área da asa direita de *Anastrepha fraterculus* (mm²) oriundas de araçás-vermelhos (*Psidium cattleianum*), coletados nos municípios de Bento Gonçalves, Montenegro e Porto Alegre, de janeiro a fevereiro de 2009

Estágio de maturação/local	Peso		Área da asa (mm ²)
	frutos (g)	pupários (mg)	
Verde	4,9 \pm 0,60	18,4 \pm 6,24	12,4 \pm 0,48
Semimaduro	5,0 \pm 0,55	16,0 \pm 1,37	12,1 \pm 0,57
Maduro	6,4 \pm 0,75	15,5 \pm 1,29	12,8 \pm 0,38
Copa (total)	5,4 \pm 0,37	16,6 \pm 2,00	12,4 \pm 0,27
Solo	5,5 \pm 0,70	14,0 \pm 1,38	13,1 \pm 0,28
Total	5,5 \pm 0,32	16,0 \pm 1,55	12,6 \pm 0,22

Médias não diferiram estatisticamente (Kruskal Wallis, $P > 0,05$).

TABELA 4. Coeficiente de correlação (r) e de regressão (R^2) entre o peso de frutos, peso de pupários e área da asa direita de *Anastrepha fraterculus* oriundas de araçás-vermelhos (*Psidium cattleianum*), coletados nos municípios de Bento Gonçalves, Montenegro e Porto Alegre, RS, de janeiro a fevereiro de 2009.

Estágio de maturação/local	Peso pupários x peso frutos				Peso frutos x área asa				Peso pupários x área asa			
	r	p	R^2	p	r	p	R^2	p	r	p	R^2	p
Verde	0,718	0,757	-	-	-0,338	0,087	-	-	0,253	0,268	-	-
Semimaduro	0,291	0,178	-	-	0,189	0,389	-	-	-0,308	0,153	-	-
Maduro	0,487	0,019	0,179	0,042	-0,284	0,190	-	-	-0,365	0,087	-	-
Copa	0,309	0,010	0,014	0,055	0,066	0,593	-	-	-0,104	0,398	-	-
Solo	0,436	0,042	0,203	0,030	-0,142	0,529	-	-	-0,270	0,225	-	-
Total	0,339	0,001	0,222	0,164	0,023	0,830	-	-	-0,143	0,180	-	-

4.2.4 Goiaba

Os frutos verdes de goiaba pesaram, em média, $61,1 \pm 5,04$ g e foram significativamente mais leves que os semimaduros ($92,8 \pm 9,38$ g), e maduros ($79,2 \pm 6,14$ g) ($H = 12,2652$; $gl = 2$; $P = 0,0022$) (Tabela 3). Não houve diferença entre o peso dos frutos coletados na copa ($77,4 \pm 4,34$ g) e no solo ($74,2 \pm 8,36$ g) ($F = 0,131$; $gl = 1$; $P = 0,7191$). O peso médio dos pupários não diferiu, nem entre os estágios de maturação, nem em relação ao local coletado, assim como a área média das asas das moscas (Tabela 5).

TABELA 5. Médias (\pm EP) do peso de frutos (g) e pupários (mg) e da área da asa direita de *Anastrepha fraterculus* (mm^2) oriundas de goiabas (*Psidium guajava*) coletadas no município de Porto Alegre de fevereiro a março de 2009.

Estágio de maturação/local	Peso		Área da asa (mm^2)
	frutos (g)	pupários (mg)	
Verde	$61,1 \pm 5,04$ b*	$14,3 \pm 0,88$	$12,8 \pm 0,26$
Semimaduro	$92,8 \pm 9,38$ a	$17,7 \pm 0,74$	$13,0 \pm 0,38$
Maduro	$79,2 \pm 6,14$ a	$18,1 \pm 1,71$	$12,9 \pm 0,28$
Copa (total)	$77,4 \pm 4,34$	$16,6 \pm 0,68$	$12,9 \pm 0,18$
Solo	$74,2 \pm 8,36$	$16,5 \pm 1,28$	$13,3 \pm 0,26$
Total	$76,5 \pm 3,85$	$16,0 \pm 0,60$	$12,9 \pm 0,20$

* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas, não diferem significativamente (Tukey, $P > 0,05$).

Em goiaba, registrou-se uma associação negativa entre o peso dos frutos e o dos pupários, em frutos, maduros, considerando toda a copa e os frutos da copa e do solo juntos. Verificou-se em todas as associações, que quanto maior o peso dos frutos, menor o peso dos pupários, o que, possivelmente está relacionado à

intensidade de infestação que foi de 0,22 pupários/g, conforme descrito no item 4.1. Observou-se também correlação entre o peso dos pupários e a área das asas das moscas obtidas em frutos do solo e da árvore toda, entretanto, não foi possível detectar uma relação de causa-efeito entre as duas variáveis, tanto para o solo, quanto para o total (Tabela 6).

TABELA 6. Coeficiente de correlação (r) e de regressão (R²) entre o peso de frutos, peso de pupários e área da asa direita de *Anastrepha fraterculus* oriundas de goiabas (*Psidium guajava*) coletadas no município de Porto Alegre, RS, de fevereiro a março de 2009.

Estágio de maturação/local	Peso pupários x peso frutos				Peso frutos x área asa				Peso pupários x área asa			
	r	p	R ²	p	r	p	R ²	p	r	p	R ²	p
Verde	-0,432	0,031	0,305	0,004	-0,272	0,189	-	-	0,300	0,145	-	-
Semimaduro	-0,317	0,132	-	-	-0,236	0,266	-	-	0,113	0,598	-	-
Maduro	-0,509	0,016	0,280	0,011	-0,093	0,849	-	-	0,227	0,309	-	-
Copa	-0,284	0,017	0,056	0,044	-0,200	0,095	-	-	0,224	0,060	-	-
Solo	-0,147	0,493	-	-	-0,144	0,502	-	-	0,541	0,006	0,147	0,500
Total	-0,237	0,021	0,229	0,024	-0,187	0,070	-	-	0,295	0,004	0,026	0,113

4.2.5 Goiaba-serrana

Na goiaba-serrana o peso médio dos frutos coletados na copa ($14,2 \pm 1,52$ g) foi significativamente menor do que os do solo, ($17,6 \pm 1,13$ g,) ($H = 6,1577$; $gl = 1$; $P = 0,0131$). Considerando toda a planta (copa + solo), o peso médio dos frutos foi de $15,9 \pm 0,97$ g. Em relação ao peso médio dos pupários e a área média das asas das moscas, estas não diferiram estatisticamente em relação ao local de coleta (Tabela 7).

Registrou-se, em goiaba-serrana, uma associação entre o peso dos frutos coletados no solo e o peso dos pupários, sendo este influenciado pelo primeiro.

Considerando-se a totalidade dos frutos (copa e solo), entretanto, embora a correlação tenha sido significativa, a associação não foi apurada (Tabela 8).

TABELA 7. Médias (\pm EP) do peso de frutos (g) e pupários (mg), e da área da asa direita de *Anastrepha fraterculus* (mm^2) oriundas de goiabas-serranas (*Acca sellowiana*) coletadas no município de Montenegro durante o mês de março de 2009.

Estágio de maturação/local	Peso		Área da asa (mm^2)
	frutos (g)	pupários (mg)	
Copa	14,2 \pm 1,52 a*	10,8 \pm 0,81	12,3 \pm 0,37
Solo	17,6 \pm 1,13 b	12,1 \pm 0,85	12,1 \pm 0,44
Total	15,9 \pm 0,97	11,5 \pm 0,59	12,2 \pm 0,28

* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas, não diferem significativamente (Kruskal Wallis, $P > 0,05$).

TABELA 8. Coeficiente de correlação (r) e de regressão (R^2) entre o peso de frutos, peso de pupários e área da asa direita de *Anastrepha fraterculus* de oriundas de goiabas-serranas (*Acca sellowiana*) coletadas no município de Montenegro, RS, durante o mês de março de 2009.

Local coleta	Peso pupários x peso frutos				Peso frutos x área asa				Peso pupários x área asa			
	r	p	R ²	p	r	p	R ²	p	r	p	R ²	p
Copa	0,169	0,464	-	-	0,171	0,460	-	-	0,390	0,080	-	-
Solo	0,472	0,031	0,195	0,040	0,237	0,300	-	-	0,398	0,074	-	-
Total	0,319	0,039	0,082	0,060	0,096	0,545	-	-	0,298	0,055	-	-

Com base no peso dos pupários, a goiaba e o araçá-vermelho parecem ter fornecido as condições mais satisfatórias para o desenvolvimento nas fases imaturas de *A. fraterculus*. Isto se refletiu na fase adulta, pois a área das asas das moscas oriundas desses frutos foram também as maiores, muito embora não tenham diferido das registradas em goiaba-serrana. O alimento, conforme Panizzi &

Parra (1991), constitui a condição básica para a formação e o desenvolvimento dos insetos. Segundo os autores, todos os processos ecológicos, fisiológicos e comportamentais ocorrem em um contexto nutricional. No caso de insetos carpófagos, portanto, de frutos maiores e com melhor composição nutricional, são esperados adultos com melhor desempenho, especialmente no tocante ao sucesso reprodutivo, o qual está relacionado à ingestão, durante a fase larval, de dois nutrientes primários, proteínas e carboidratos (Zucoloto, 2000).

Duas características da fase larval são importantes para que um inseto adulto seja reprodutivamente competitivo: o tamanho, que influencia no sucesso da cópula, e o peso, que indica a condição nutricional armazenada e que afetará diretamente a fecundidade (Panizzi & Parra, 1991). Na fase imatura a quantidade e a qualidade dos nutrientes ingeridos afetam o peso, o tempo de desenvolvimento, a composição química do corpo, o tamanho do adulto e a produção de óvulos (Zucoloto, 2000). Segundo Panizzi & Parra (2009), os insetos necessitam uma série de substâncias para o desenvolvimento, tais como carboidratos, lipídios, proteínas, vitaminas e sais minerais.

O teor de proteína da goiaba variedade Paluma referido por Gouveia *et al.* (2004) varia entre 0,74% a 0,82%, no araçá-vermelho este teor é bem mais alto, 3,9% (Galho *et al.*, 2007) e, a goiaba-serrana tem o menor valor 0,11% (Kinupp & Barros, 2008). A baixa concentração de proteínas pode no caso da goiaba-serrana, estar interferindo no peso dos pupários, uma vez que os oriundos destes frutos foram os mais leves. Esta suposição se apoia no trabalho de Panizzi & Parra (2009) que referem que as proteínas são, dentre os nutrientes, as que mais influenciam no desenvolvimento do inseto, pois estão diretamente relacionadas com a construção e a manutenção dos tecidos, interferindo na formação de estruturas de sustentação assim como de órgãos. A concentração de proteínas pode acarretar em algumas

vantagens em relação ao desenvolvimento do adulto, principalmente sob o aspecto reprodutivo (Zucoloto, 2000).

Em aração-vermelho observou-se que a correlação entre peso de pupários e peso de frutos, ocorreu quando estes estavam no estágio maduro. Nesta mesma espécie frutífera, em frutos coletados no solo, 20% da variação do peso dos pupários é explicada em função do peso dos frutos. Resultados que também foram observados em relação a peso de frutos e de pupários, para frutos coletados no solo em goiaba-serrana (19%). Da Cruz *et al.* (2000) ressalta a preferência alimentar de larvas de mosca-das-frutas por frutos hospedeiros em estágio maduro, pelo efeito fagoestimulante devido à riqueza em açúcares. Fatores como a cor, textura e voláteis emitidos pela planta, também interferem na escolha do fruto pela mosca para a oviposição. O sucesso reprodutivo das moscas-das-frutas depende da habilidade da fêmea em encontrar um hospedeiro que forneça todos os nutrientes para o imaturo (Zucoloto, 2000). Outro aspecto a se considerar é o de que as necessidades nutricionais dos insetos não são constantes, variando de acordo com fatores bióticos (fases de desenvolvimento) e abióticos (temperatura, umidade, etc) (Panizzi & Parra, 2009). Portanto, a disponibilidade do recurso alimentar bem como sua qualidade, quando disponíveis, são fatores que acabam determinando o peso e tamanho dos indivíduos e, conseqüentemente, o sucesso reprodutivo.

As goiabas, no presente estudo, foram os frutos coletados mais pesados, o mesmo foi observado com os pupários oriundos destas, em média. Entretanto, a maior densidade de pupas por peso de fruto encontrado nestas, pode ter diminuído a disponibilidade de nutrientes para as larvas. As correlações negativas registradas entre peso de frutos e peso de pupários para frutos verdes, maduros e para o total da planta, sugerem que o tamanho do fruto não foi o único fator que afetou o desenvolvimento das moscas-das-frutas. A competição por alimento também pode

exercer influência sobre características morfométricas dos indivíduos (Souza *et al.*, 2007). Frutos maiores como a goiaba e a goiaba-serrana, proporcionam recurso para abrigar um maior número de indivíduos por fruto, entretanto, aumenta assim a competição por alimento, o que pode diminuir o peso e tamanho dos indivíduos. Segundo Lomônaco & Germanos (2001) parece haver consenso de que a densidade constitui um fator causador de estresse, não somente porque promove a competição explorativa por recursos, mas também porque causa alterações químicas no substrato alimentar decorrentes do metabolismo larval.

Os resultados do presente trabalho indicam que, nestas espécies de frutíferas, o peso de frutos, onde as larvas de moscas se desenvolveram, influenciou, em alguns casos, o peso de pupários. Entretanto as relações entre peso de pupários e tamanho de asas, embora tenha ocorrido em alguns casos, mostrou correlações fracas segundo Callegari-Jacques (2003). O autor, avaliando qualitativamente o grau de correlação entre dois fatores o valor de r , ou seja o coeficiente de correlação, determina que os mesmos variam entre regular (r entre 0,3 a 0,6) e fraco (r entre 0 a 0,3) (Tabelas 2,4, 6 e 8).

O peso dos frutos e a área das asas de *A. fraterculus*, em todas as espécies de mirtáceas, não evidenciaram correlação. Estes dados podem indicar certo generalismo no hábito alimentar da larva em relação a espécies de frutíferas utilizadas. Processos de adaptação a diferentes fontes de alimentos no que se referem a espécies frutíferas utilizadas pelas larvas da mosca podem lhes garantir vantagens em relação a disponibilidade deste alimento durante todo o ano ou pelo menos parte dele. O fato da larva da mosca-das-frutas desenvolverem-se de forma regular em uma ou outra espécie de mirtácea pode lhe assegurar recursos alimentares durante o tempo de frutificação destas diferentes espécies frutíferas, o

que lhe garante a possibilidade de desenvolvimento e reprodução ao longo de todo ano.

4.3 Distribuição espacial de mosca das frutas e seus parasitóides

4.3.1 Goiaba

Foram coletados 580 frutos e, destes, obteve-se 3.671 pupários, numa média de $12,6 \pm 0,23$ pupários por fruto. Registrou-se a emergência de 2.638 indivíduos de *A. fraterculus*, o que indica uma viabilidade de 78,3%. Obteve-se 239 adultos de *D. areolatus*, sendo o parasitismo aparente, de 8,3%. Os 794 pupários que restaram foram dissecados, identificando-se 48 indivíduos de *A. fraterculus* e 36 de *D. areolatus*, os 710 pupários restantes foram descartados por impossibilidade de identificação. O parasitismo real foi de 9,2%.

O número médio de pupários por fruto, na primeira amostragem ($10,1 \pm 0,65$) foi maior que na segunda ($2,5 \pm 0,70$) ($H = 29,1245$; $gl = 1$; $P < 0,0001$). Considerando as duas faces das árvores, esse número não diferiu entre sul ($7,1 \pm 0,69$) e norte ($5,4 \pm 0,60$) ($F = 3,5283$; $gl = 1$; $P = 0,0623$).

Avaliando a média de pupários por fruto, registrada nas plantas que constituíam as bordas do pomar, verificou-se no norte $8,24 \pm 0,51$, sendo semelhantes às médias da primeira ($11,2 \pm 1,15$) e da segunda amostragem ($5,2 \pm 2,43$) ($F = 4,9784$; $gl = 1$; $P = 0,0544$). Para a borda sul, a média foi de $8,9 \pm 0,40$ e, todos os pupários foram obtidos na primeira amostragem, pois na segunda coleta, não se formaram pupários nos frutos. Na borda leste do pomar, a média da primeira amostragem foi de $9,2 \pm 1,01$ pupários/fruto, significativamente maior que a da segunda, $0,2 \pm 0,16$, ($H = 6,8182$; $gl = 1$; $P = 0,009$), sendo a média total de $4,7 \pm 0,48$. Na borda oeste também se registrou uma média significativamente maior na primeira ($10,6 \pm 1,25$) do que na segunda ($2,3 \pm 1,67$) amostragem ($F = 15,7403$; $gl =$

1; $P = 0,0077$). A média total na borda oeste foi de $6,5 \pm 0,59$. Não se constatou diferença, entre as quatro bordas do pomar, com relação ao número médio total de pupários/fruto ($H = 3,1113$; $gl = 3$; $P = 0,3748$).

O parasitismo total na primeira amostragem foi 7,3% menor que na segunda 17,1% ($\chi^2 = 48,8$; $gl = 1$; $P < 0,05$). Nos frutos coletados na face sul de cada planta, o parasitismo total de 9,3%, igual ao da face norte (9,1%) ($\chi^2 = 0,01$; $gl = 1$; $P > 0,05$). Na borda norte, o parasitismo na primeira amostragem foi de 6,7%, significativamente maior que na segunda (15,8%) ($\chi^2 = 10,3$; $gl = 1$; $P < 0,05$). Na borda sul, o parasitismo total foi de 6,9%.

Na borda leste, na primeira coleta o parasitismo (6,5%) foi muito inferior ao registrado na segunda (54,5%) ($\chi^2 = 31,0$; $gl = 1$; $P < 0,05$), sendo o total 7,9%. O parasitismo total na borda oeste foi de 10%, e na primeira amostragem (6,9%) foi menor que na segunda, 22,6% ($\chi^2 = 14,9$; $gl = 1$; $P < 0,05$). Os percentuais totais de parasitismo diferiram entre as bordas do pomar ($\chi^2 = 118,5$; $gl = 3$; $P < 0,05$), sendo o registrado na borda leste, o que mais contribuiu para esta diferença ($\chi^2 = 36,5$; $gl = 3$; $P < 0,05$).

Analisando a relação entre a média de insetos por árvore e a variância destas médias, tanto para moscas, como para parasitóides, observou-se que os valores da variância sempre foram maiores, indicando um ajustamento ao padrão agregado de distribuição espacial, nas duas amostragens. O índice de dispersão I , ajustado pelo teste do χ^2 de aderência também confirmou esse padrão em ambas as ocasiões, para mosca-das-frutas e parasitóides. Para um grau de liberdade igual a 26 os valores do χ^2 calculado mantiveram-se acima dos valores do χ^2 tabelado ($\chi^2_{0,975}=13,84$; $\chi^2_{0,025}=41,92$) (Rohlf & Sokal, 1981) (Tabela 9).

A distribuição agregada é verificada quando, em parcelas semelhantes, o número de indivíduos varia fortemente de uma parcela a outra, a ponto de formarem

conjuntos, de acordo com a densidade de indivíduos (Krebs, 1998). O Índice de Morisita (I_δ) manteve-se sempre acima de 1,1 demonstrando, para mosca-das-frutas e parasitóides, alto grau de agregação no pomar, no momento das amostragens (Tabela 9). A análise visual da representação gráfica dos dois dias de amostragem indica a distribuição agregada, nas duas ocasiões de amostragem, tanto para moscas (Figura 32) quanto para os parasitóides (Figura 33).

TABELA 9. Índice I de dispersão para distribuição espacial, teste Qui-quadrado de aderência, k dos ajustes à Binomial Negativa e Índice de Morisita de mosca-das-frutas e parasitóides, em pomar de goiabeira (*Psidium guajava*), por ocasião de amostragem, Porto Alegre (30°07'S 51°05'W), RS.

	Amostragem	Média	Variância	I	χ^2	I_δ
Parasitóide	06/03/2009	6,0 ± 0,64	72,0	1,9	133,6*	1,4
	18/03/2009	3,4 ± 1,27	47,4	3,7	922,3*	6,6
Mosca	06/03/2009	76,3 ± 5,59	906,7	11,8	796,1*	1,2
	18/03/2009	16,5 ± 4,25	525,8	31,5	2115,1*	3,0

* $\alpha=0,02$

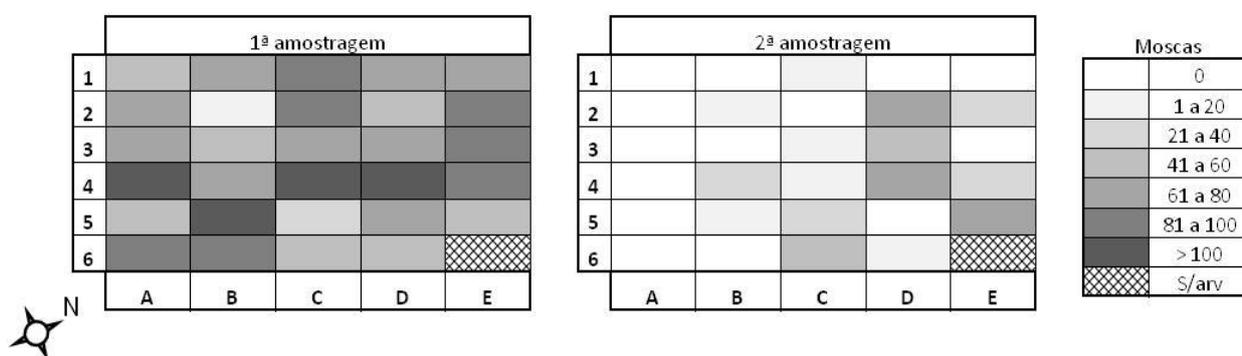


FIGURA 23. Esquema representativo do pomar de goiabeira (*Psidium guajava*) com a distribuição espacial de *Anastrepha fraterculus*, nas duas ocasiões de amostragem, (1ª) 06/03/2009 e (2ª) 18/03/2009. Porto Alegre (30°07'S 51°05'W), RS.

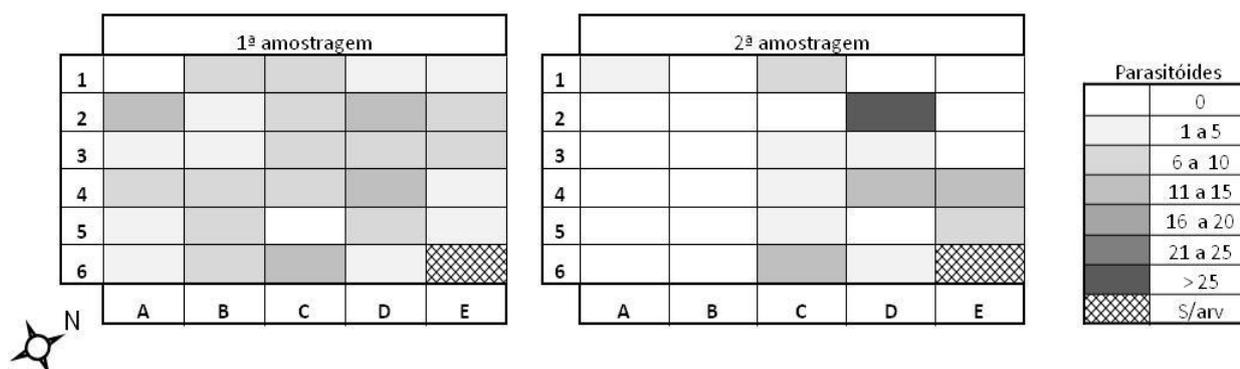


FIGURA 24. Esquema representativo do pomar de goiabeira (*Psidium guajava*) com a distribuição espacial de *Doryctobracon areolatus* nas duas ocasiões de amostragem, (1ª) 06/03/2009 e (2ª) 18/03/2009. Porto Alegre (30°07'S 51°05'W), RS.

4.3.2 Goiaba-serrana

Nas goiabeiras-serranas foram coletados 1.360 frutos e obteve-se 3.531 pupários, sendo a média de pupários por fruto de $5,2 \pm 0,05$. Dos pupários emergiram 1.686 indivíduos de *A. fraterculus* e 578 de *D. areolatus*. A viabilidade foi de 64,1% e o parasitismo aparente 25,5%. Os pupários que não emergiram (1.267) foram dissecados, sendo possível identificar 31 indivíduos de *A. fraterculus* e 52 de *D. areolatus*, descartando-se os 1.184 pupários por impossibilidade de identificar seu conteúdo. O parasitismo real foi de 26,8%.

O número médio de pupários por fruto na primeira amostragem ($2,8 \pm 0,10$) foi igual ao encontrado na segunda ($2,4 \pm 0,10$) ($H = 1,1655$; $gl = 1$; $P = 0,2803$). Considerando as faces de cada árvore, o número registrado ao sul ($2,7 \pm 0,10$) não diferiu do norte ($2,5 \pm 0,09$) ($H = 0,2149$; $gl = 1$; $P = 0,6429$).

Nas plantas localizadas na borda do pomar voltada para o norte, obteve-se uma média de $1,6 \pm 0,11$ pupários/fruto. Sendo, na primeira amostragem, $2,0 \pm 0,59$, e, na segunda, $1,1 \pm 0,36$, não havendo diferença ($H = 0,8804$; $gl = 1$; $P = 0,3481$) entre as ocasiões. A média para as plantas localizadas na borda ao sul, foi de $3,2 \pm$

0,13, não diferindo os valores da primeira ocasião amostral ($3,4 \pm 0,56$) e da segunda ($3,0 \pm 0,66$) ($H = 1,2974$; $gl = 1$; $P = 0,2547$). Nas bordas leste e oeste o número de árvores era pequeno (três em cada), não permitindo esta avaliação. Quando comparadas as médias totais entre as bordas norte e sul do pomar, constatou-se que a infestação nas plantas localizadas na borda sul do pomar foi significativamente maior ($H = 13,8892$; $gl = 1$; $P = 0,0002$). Na primeira amostragem, o parasitismo total (25%) foi menor que na segunda (29,4%) ($\chi^2 = 4,05$; $gl = 1$; $P < 0,05$). O parasitismo total foi igual nos frutos coletados na face sul 28% e na norte 25,6% de cada árvore ($\chi^2 = 1,30$; $gl = 1$; $P > 0,05$).

Comparando-se as bordas do pomar, naquela voltada para o norte o percentual total de parasitismo foi de 25,5%, não diferindo entre a primeira (25%) e a segunda (26,1%) ocasião amostral ($\chi^2 = 0,06$; $gl = 1$; $P > 0,05$). Na borda sul, o parasitismo total foi de 30%, e semelhante entre a primeira (28,5%) e a segunda amostragem (32,8%) ($\chi^2 = 1,0$; $gl = 1$; $P > 0,05$). Os percentuais totais de parasitismo não diferiram entre as plantas localizadas nas bordas norte e sul do pomar ($\chi^2 = 2,21$; $gl = 1$; $P > 0,05$), embora a infestação de moscas tenha sido maior ao sul.

Relacionando a média de insetos por árvore e a variância destas médias tanto para moscas, como parasitóides constatou-se sempre valores superiores para a variância, apontando um padrão agregado de distribuição espacial nas duas amostragens. O ajustamento do teste I pelo teste do χ^2 de aderência (transformados para o índice d) confirmou que, tanto mosca-das-frutas, como parasitóides, em ambas as ocasiões de amostragem, tinham distribuição agregada. O Índice de Morisita (I_d) manteve-se sempre acima de 1,1 confirmando um alto índice de agregação destes indivíduos. Para um grau de liberdade igual a 65 os valores do χ^2 calculado mantiveram-se acima dos valores do χ^2 tabelado ($\chi^2_{0,975}=44,60$; $\chi^2_{0,025}=89,17$) (Rohlf & Sokal, 1981) (Tabela 10) .

TABELA 10. Índice I de dispersão para distribuição espacial, teste Qui-quadrado de aderência, k dos ajustes à Binomial Negativa e Índice de Morisita de mosca-das-frutas e parasitóides em pomar de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*), Montenegro (29°40'S 51°32'W), RS.

	Amostragem	Média	Variância	I	χ^2	I_0
Parasitóide	26/02/2009	5,0 ± 0,70	33,5	6,6	343,2*	2,6
	11/03/2009	4,1 ± 0,82	46,2	11,0	443,3*	4,4
Mosca	26/02/2009	15,1 ± 2,52	432,9	28,5	712,7*	3,0
	11/03/2009	10,0 ± 1,58	169,8	16,8	548,5*	2,8

* $\alpha=0,02$

A análise visual da representação gráfica dos dois dias de amostragem da mesma forma indica a agregação nas duas ocasiões de amostragem, tanto para moscas (Figura 34), quanto para parasitóides (Figura 35).

Em ambos os pomares de frutíferas, os resultados apontam que, tanto as moscas-das-frutas, quanto os parasitóides, nas duas ocasiões de amostragem, seguiram um padrão agregado de distribuição espacial. Isto se torna mais claro, observando as Figuras 32 e 34, no caso das moscas, e as 33 e 35, no caso dos parasitóides. Uramoto *et al.* (2005), avaliando a distribuição de fêmeas de moscas-das-frutas, coletadas em armadilhas atrativas em diversas plantas hospedeiras, em Piracicaba, SP, encontrou este mesmo padrão de distribuição.

A maioria dos insetos raramente se dispersa ao acaso em seu ambiente natural, pois poucos ambientes são homogêneos e as respostas comportamentais que governam a dispersão dos mesmos são usualmente específicas e não ao acaso (Southwood, 1978; Taylor, 1984).

A heterogeneidade do habitat é, de acordo com Poole (1974), a causa mais óbvia da agregação. Alguns fatores como luminosidade, temperatura, vento,

umidade e outros ecológicos, tais como, disputa por alimento, estímulos sexuais e predação, podem influenciar nos padrões de agregação dos indivíduos de uma população (Farias *et al.*, 2001; Jahnke, 2004; Jesus, 2005).

Dessa maneira, fatores como o estado nutricional das plantas, a disponibilidade de frutos e sua qualidade nutricional, além de características do entorno desses pomares podem ter interferido na distribuição espacial tanto das moscas quanto dos parasitóides.

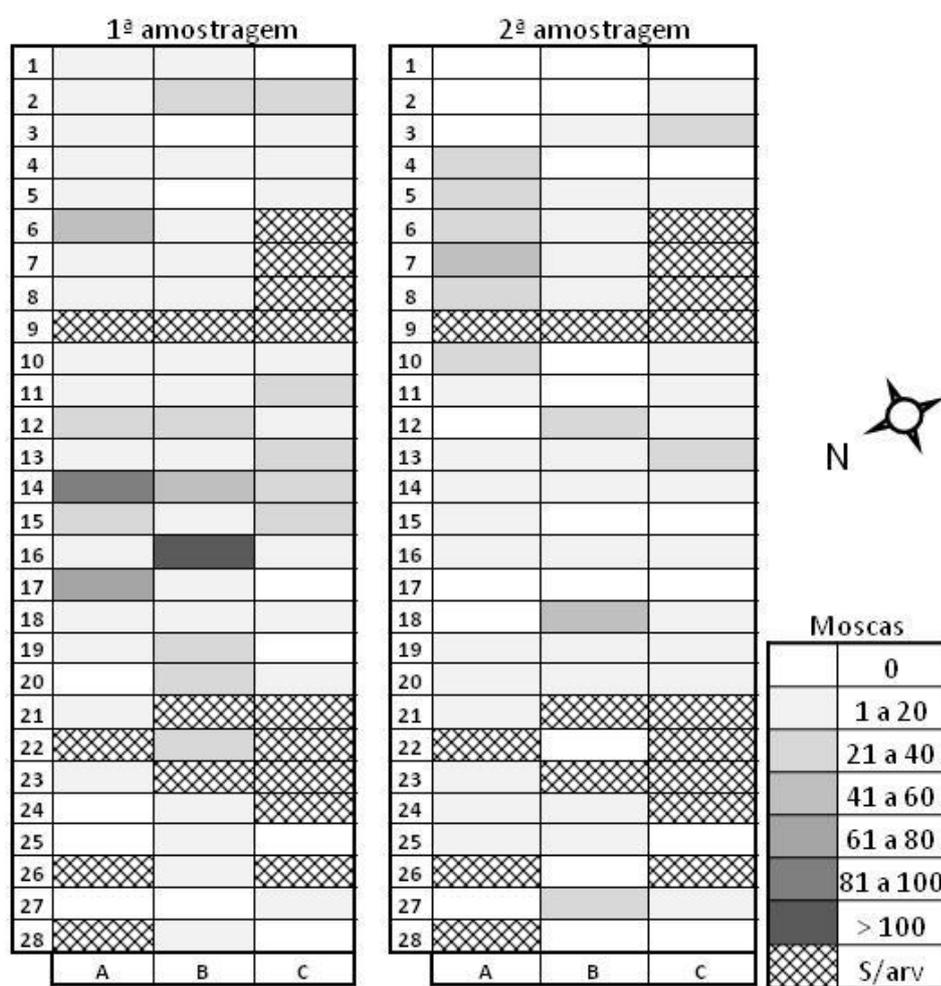


FIGURA 25. Esquema representativo do pomar de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) com a distribuição espacial de *Anastrepha fraterculus* registrada nas duas ocasiões de amostragem, (1ª) 26/02/2009 e (2ª) 11/03/2009, Montenegro (29°40'S 51°32'W), RS.

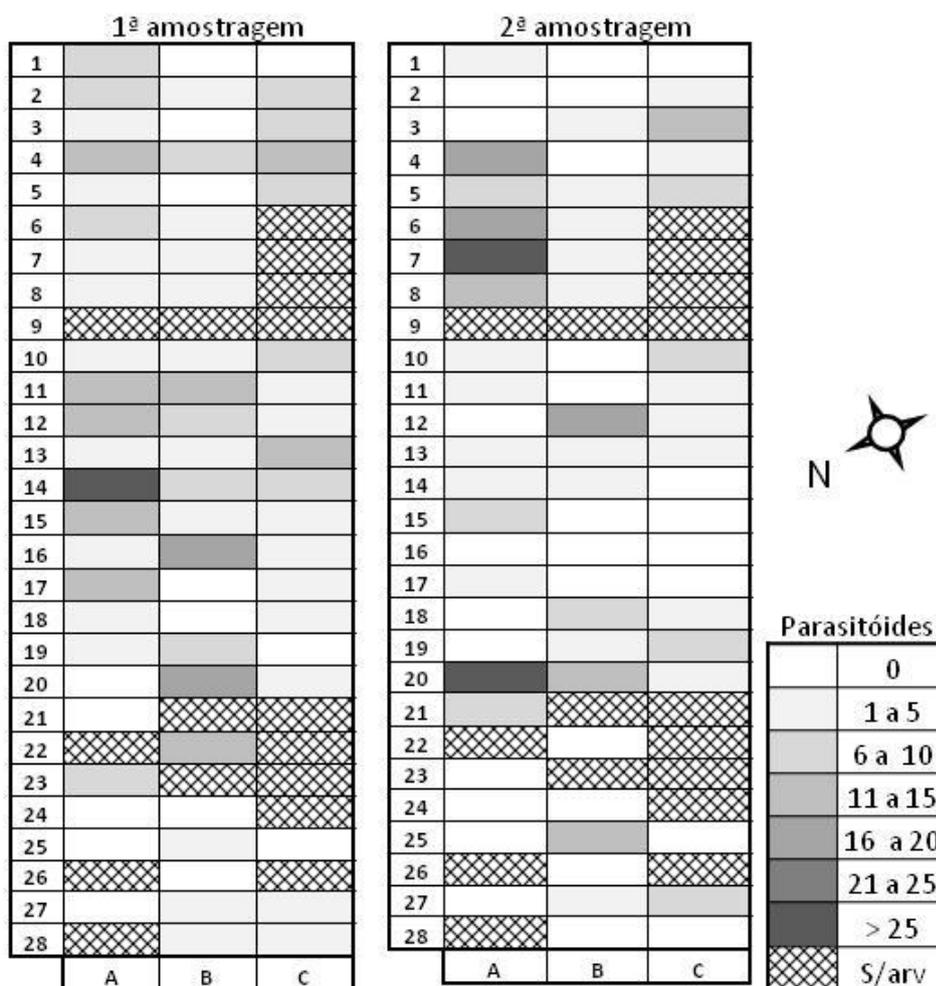


FIGURA 25. Esquema representativo do pomar de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) com a distribuição espacial de *Doryctobracon areolatus* registrada nas duas ocasiões de amostragem (1ª) 26/02/2009 e (2ª) 11/03/2009, Montenegro (29°40'S 51°32'W), RS.

Verificou-se que as moscas-das-frutas tenderam a formar agregados em algumas plantas e áreas dos pomares, o que pode ter sido em decorrência da busca por sítios de alimentação ou como consequência do comportamento de acasalamento e oviposição. Segundo Waters & Henson (1959), as verdadeiras bases biológicas da agregação são: 1) respostas aos fatores físicos do ambiente; 2) respostas à planta hospedeira; 3) comportamento de reprodução; 4) atração mútua a indivíduos da mesma espécie e 5) interação com outros organismos.

A busca por recursos alimentares pode conduzir à agregação. Por ocasião da emergência, as moscas-das-frutas são sexualmente imaturas, a ingestão de alimento protéico e energético é fundamental para a produção de gametas (Malavasi *et al.*, 2000). O comportamento sexual das moscas-das-frutas pode fazer o mesmo. Machos de tefritídeos costumam formar agregados para atrair as fêmeas, as quais, após a cópula, não se dispersam para ovipositar (Malavasi & Zucchi, 2000).

Outro ponto a considerar é a densidade populacional. Conforme Turnock *et al.* (1987), altas densidades populacionais influenciam o padrão agregado. Na análise dos índices de infestação, verifica-se uma maior infestação de mosca-das-frutas na primeira amostragem, principalmente nas bordas leste e oeste do pomar. A orientação solar, nos pomares amostrados, parece não ter influenciado os índices de infestação e a distribuição espacial, uma vez que não foi constatada diferença no número de indivíduos entre as faces sul e norte da copa. Entretanto, cabe ressaltar a não emergência de indivíduos, da segunda amostragem, provenientes da borda sul do pomar de goiabeiras, a qual é limitada por uma benfeitoria que se estende por toda a lateral do pomar. O sombreamento excessivo pode, de alguma forma, ter afetado o hospedeiro não garantindo o desenvolvimento das moscas e/ou parasitóides. Outro fato importante a relatar é que os frutos dessa borda amadureceram antes que os do restante do pomar.

Em relação aos parasitóides, também foi registrado um padrão agregado. Conforme Hassel & May (1974), a agregação de parasitóides em algumas unidades do ambiente parece ter forte influência sobre a persistência da interação. Diversos processos podem ter gerado os padrões agregados no campo, como a exploração contínua pelos parasitóides de regiões previamente colonizadas e/ou a concentração de cairomônios resultando no menor tempo de busca por novos

hospedeiros (Waage, 1983). É sabido que, de modo geral, os parasitóides seguem a distribuição populacional de seus hospedeiros.

No pomar de goiabeiras, o parasitismo médio também apresentou valores maiores na segunda amostragem e essa tendência foi observada nas três bordas avaliadas do pomar, norte, leste e oeste, ao passo que o sul não houve emergência de adultos. Esse aumento no percentual de parasitismo pode ser explicado como um retardo na resposta do inimigo ao alto índice de infestação encontrado na primeira amostragem, fenômeno esse descrito por Jervis & Kidd (1996).

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente estudo e nas condições sob as quais foram realizados os experimentos, foi possível concluir que:

- *Anastrepha fraterculus* foi a única espécie de Tephritidae presente em araçá-amarelo (*Psidium cattleianum* Sabine var. *Lucidum*), araçá-vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine), goiaba (*Psidium guajava* L. var. *Paluma*) e goiaba-serrana (*Acca sellowiana* Berg.);
- a maior infestação de *A. fraterculus* por grama de fruto foi encontrada em goiabas-serranas;
- a maior infestação (pupários/g) de *A. fraterculus*, foi em frutos coletados no solo no araçazeiro-amarelo, no vermelho e nas goiabeiras-serranas;
- os maiores percentuais de parasitismo em pupários de *A. fraterculus* foram registrados em araçá-vermelho e goiaba-serrana;
- o percentual de parasitismo em pupários de *A. fraterculus* foi semelhante entre os frutos coletados na copa e no solo em todas as espécies de mirtáceas amostradas;
- o peso médio (mg) dos pupários de *A. fraterculus* foi maior em goiaba e araçá-vermelho;
- a maior área média (mm²) da asa de *A. fraterculus* foi registrada nos indivíduos emergidos de goiabas e a menor nos oriundos de araçás-amarelos;

- o peso dos frutos e o dos pupários de *A. fraterculus* em araçá-amarelo, vermelho e goiaba-serrana apresentaram correlação positiva considerada fraca e a associação entre estas variáveis não foi significativa;
- nos frutos de goiabeira, a correlação entre o peso dos frutos e o dos pupários de *A. fraterculus* foi negativa e também considerada fraca, sendo estas variáveis associadas;
- o peso do frutos e a área da asa de *A. fraterculus*, em todas as espécies de mirtáceas, não evidenciaram correlação;
- o padrão de distribuição espacial, tanto da mosca-das-frutas sul-americana como de seus parasitóides, foi agregado nos pomares de goiabeiras e goiabeiras-serranas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR-MENEZES, E. L.; FERRARA, F. A. A.; MENEZES, E. B. Moscas-das-frutas. In: CASSINO P. C. R.; RODRIGUES W. C. (Coord) **Citricultura Fluminense: principais pragas e seus inimigos naturais**. Seropédica: Ed. Universidade Rural, 2004. p 67 - 84.

AGUIAR-MENEZES, E. L.; MENEZES, E. B. Parasitismo sazonal e flutuação populacional de Opiinae (Hymenoptera: Braconidae), parasitóides de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae), em Seropédica, RJ. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 613-623, 2001.

AGUIAR-MENEZES, E. L.; MENEZES, E. B.; SILVA, P. S.; BITAR, A. C.; CASSINO, P. C. R. Native Hymenopteran parasitoids associated with *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in Seropédica city, Rio de Janeiro, Brazil. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 84, n.4, p. 706-711, 2001.

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

ARAUJO, E. L.; NASCIMENTO, F. M. ZUCCHI, R. A. Utilização da análise discriminante em estudos taxonômicos de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha Schiner*, 1868 (Diptera: Tephritidae). **Scientia Agricola** Piracicaba, v. 55, n. 1, 1998 .

ARAÚJO, E. L.; ZUCCHI, R. A. Parasitóides (Hymenoptera: Braconidae) de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na região de Mossoró/Assu, Estado do Rio Grande do Norte. **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, v. 69 n. 2, p. 65 – 68, 2002.

BARBOSA, J. C.; PERECIN, D. Modelos probabilísticos para distribuição de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), na cultura do milho. **Científica**, São Paulo, v.10, p. 181-191, 1982.

BEGON, M.; MORTIMER, M. **Population ecology: a unified study of animals and plants**. 2. Ed. Oxford: Blackwell Scientific, 1986. 219p.

BEGON, M.; HAPPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 740p.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística princípios e aplicações**. Porto Alegre : Artmed, 2003. 255p.

CANAL, N. A.; ZUCCHI, R. A. Parasitóides – Braconidae. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto : Holos, 2000. p.119-126.

CARVALHO, C. A. L. de; SANTOS, W. da S.; DANTAS, A. C. V. L.; MARQUES, O. M.; PINTO, W. da S. Mosca-das-frutas e parasitóides associados a frutos de cajazeiras em Presidente Tancredo Neves – Bahia. **Magistra**, Cruz das Almas - BA, v.16, n.2, p. 85-90, 2004.

CARVALHO, R. S. **Monitoramento de parasitoides nativos e tefritídeos antes da liberação de *Diachasmimorpha longicaudata* no Submédio São Francisco**. [S.l.] : Embrapa-CNPMPF, 2004. (Comunicado Técnico, 100)

CARVALHO, R. S.; NASCIMENTO, A. S.; MATRANGALO, W. J. R. Controle Biológico In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.113-117.

CLARO, S. A. **Referenciais tecnológicos para a agricultura familiar ecológica: a experiência da Região Centro-Serra do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Emater/RS-ASCAR, 2001. 250p.

CLIMA brasileiro, Disponível em: <http://www.climabrasileiro.hpg.com.br/sul.htm>
Acesso em: 16/09/2008.

CORSATO, C. D. A. **Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares de goiaba no norte de Minas Gerais: biodiversidade, parasitóides e controle biológico**. 2004. 95f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

DA CRUZ, I. B. M.; NASCIMENTO, J. C. do; TAUFER, M.; OLIVEIRA, A. K. de. Morfologia do aparelho reprodutor e biologia do desenvolvimento. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.55 -66.

EITAM, A.; HOLLER, T.; SIVINSKI, J.; ALUJA, M. Use of host fruit chemical cues for laboratory rearing of *Doryctobracon areolatus* (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of *Anastrepha* Spp. (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 86, n. 2, p. 211-216, 2003

ELLIOTT, J. M. **Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates**. 2ed. London: Freshwater Biological Association, 1983. 157p.

ELLIOTT, N. C.; KIECKHEFER, R. W.; WALGENBACH, D. D. Binomial sequential sampling methods for cereal aphids in small grains. **Journal of Economic Entomology**, Riverside, CA, v. 83, p. 1381-1387, 1990.

FARIAS, P. R. S.; BARBOSA, J. C.; BUSOLI, A. C. Distribuição espacial da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), na cultura do milho. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n.4, p. 681-689, 2001.

GALHO, A. S.; LOPES, N. F.; BACARIN, M. A.; LIMA, M. da G. de S. Composição química e respiração de crescimento em frutos de *Psidium Cattleianum* Sabine durante o ciclo de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Fruticultura** Jaboticabal - SP, v. 29, n. 1, p. 061-066, 2007.

GALLO, D. et al. **Entomología agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GATTELLI, T. **Moscas frugívoras (Diptera: Tephritoidea) e parasitóides associados a mirtáceas e laranjeira 'céu' em Montenegro e Harmonia, RS**. 2006. 81f. Dissertação(Mestrado_ – Programa de Pós Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2001. 639 p.

GODFRAY, H. C. J. **Parasitoids: behavior and evolutionary ecology**. Princeton: Princenton University Press, 1994. 473p.

GOUVEIA, J. P. G. de; ALMEIDA, F. de A. C.; MEDEIROS, B. G. de S.; RIBEIRO, C. A. de F. A.; DUARTE, S. M. A. Determinação de características físico-químicas da goiaba: goiabeiras adubadas no Semi-Árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.6, n.1, p.35-38, 2004.

GRELLMANN, E. O.; LOECK, A. E.; SALLES, L. A. B.; FACHINELLO, J. C. Necessidades térmicas e estimativa do número de gerações de *Grapholita molesta* (BUSCK, 1916) em Pelotas, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.7, p.999-1004, 1992.

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

HASSEL, M. P. Parasitoids and population regulation. In: WAAGE, J.; GREATHED, D. **Insect parasitoids**. Orlando: Academic Press, 1986. p.201-224.

HASSEL, M. P.; MAY, R. M. Aggregation in predators and insect parasites and its effect on stability. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 43, p. 567-594, 1974.

IBGE. **Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes 2006**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 25 set. 2008.

JAHNKE, S. M. **Parasitóides de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) em pomares de citros em Montenegro, RS**. 2004. 99f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2004.

JERVIS, M.; KIDD, N. **Insect natural enemies: Practical approaches to their study and evaluation**. London : 1996. 491p.

JERVIS, M. A. **Insects: as natural enemies a practical perspective**. New York: Springer Springer. 2005. 748p.

JESUS, C. R. **Dinâmica populacional de *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 Montenegro, RS**. 2005. 102f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2005.

JOÃO, P. L. et al. **Levantamento da fruticultura comercial do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre: EMATER/RS - ASCAR, 2004. 89p.

KINUPP, V. F.; BARROS, I. B. I. de. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 846-857, 2008

KOVALESKI, A. **Processos adaptativos na colonização da macieira (*Malus domestica*) por *Anastrepha fraterclus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) na região de Vacaria, RS**. 1997. 122f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo SP, 1997.

KOVALESKI, A.; SUGAYAMA, R. L.; URAMOTO, K.; MALAVASI, A. 2000. Rio Grande do Sul. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. 285-290.

KREBS C. J. **Ecological methodology**. New York: Addison Wesley Longman, 1998. 620p.

KREBS, C. J. **Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance**. 4. Ed. New York: Harper Collins, 1985. 801p.

LEAL, M. R.; SOUZA, S. A. da S.; AGUIAR-MENEZES, E. de L.; LIMA FILHO, M.; MENEZES, E. B. Diversidade de moscas-das-frutas, suas plantas hospedeiras e seus parasitóides nas regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 627-634, 2009.

LEONEL Jr., F. L.; ZUCCHI, R. A.; CANAL, N. A. Parasitismo de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) por Braconidae (Hymenoptera) em duas localidades do Estado de São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 25, p. 2, 199-206, 1996.

LEONEL Jr., F. L.; ZUCCHI, R. A.; WHARTON, R. A. Distribution and tephritid (Diptera) of braconid parasitoids (Hymenoptera) in Brazil. **International Journal of Pest Management**, Londres, v. 41, n. 4, p. 208-213, 1995.

LOMÔNACO, C.; GERMANOS, E. Variações fenotípicas em *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) em resposta à competição larval por alimento. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 223-231, 2001.

LOPES, R. B.; ALVES, S. B. Ecologia, comportamento e bionomia, criação e observações preliminares da biologia de *Frankliniella occidentalis* (Pergande)

(Thysanoptera: Thripidae) em feijão-de-porco *Canavalia ensiformis* (L.) **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.29, n.1, p.39-47, 2000.

MALAVASI, A.; NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. da S. Moscas-das-frutas no MIP-citros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS, 3., Bebedouro, 1994. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1994. p.211-231.

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

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. **Moscas das frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000.

MALUF, J. R. T. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 141-150, 2000.

MATRANGOLO, W. J. R.; NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. S.; MELO, E. D.; JESUS, M. de. Parasitóides de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associados a fruteiras tropicais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 27 n. 4, p. 593-603, 1998.

MELO, E. P. de; FERNANDES, M. G.; DEGRANDE, P. E.; CESSA, R. M. A.; SALOMÃO, J. L.; NOGUEIRA, R. F. Distribuição espacial de plantas infestadas por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. **Neotropical Entomology**, Londrina v. 35, n. 5, p. 689-697, 2006.

NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. da S. Manejo integrado de moscas-das-frutas. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p. 169-173.

NUNES, A. M.; GARCIA M. S.; NAVA, D. E.; HÄRTER, W. da R.; CASAGRANDE, J. G.; URAMOTO, K.; COSTA, V. A. 2008. Distribuição de *Ceratitidis capitata* e de seus parasitóides em frutíferas na localidade de Pelotas, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20. :ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 54., 2008, Vitória. **Resumos**. Vitória: SBF.

OVRUSKI, S. M. Nuevos aportes a la taxonomia de las especies de Opiinae (Hymenoptera: Braconidae), parasitoides de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) en la provincia de Tucuman, Argentina. **Acta Zoologica Lilloana**, Tucuman, v.47, p.15-44, 2003.

OVRUSKI, S.; ALUJA, M.; SIVISNKI, J.; WHARTON, R. Hymenoptera parasitoids on fruit-infesting Tephritidae (Diptera) in Latin America and Southern United States: Diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control. **Integrated Pest Management Reviews**, Holanda, v. 5, p. 81–107, 2000.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. 350p.

- PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Bioecologia e nutrição de insetos**: base para o manejo integrado de pragas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 1.164p.
- PARANHOS, B. A. J. et al. Controle biológico de *Anastrepha* sp. (Diptera: Tephritidae) em seringueiras e goiabas, pela liberação do *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 7., 2001, Poços de Caldas. **Resumos....** Minas Gerais: SCB, 2001. p140.
- PASCHOAL, A. D. O ônus do modelo da agricultura industrial. **Revista Brasileira de Tecnologia**, Brasília, v.14, n.1, 1983.
- PASSONI, A. C.; NEVES, M. C. M.; RODRIGUES, B. B.; BOTEON, M. **Análise dos principais entraves na exportação de frutas brasileiras**. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 44., Fortaleza, 2006. **Anais...** [Fortaleza, 2006].
- PIRES, E. M. **Estágios imaturos, morfologia interna e morfometria de *Plastyscytus decempunctatus* (Carvalho, 1945) (Heteroptera: Miridae)**. 2006. 72 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- POOLE, R. W. **Introduction to quantitative ecology**. New York: McGraw-Hill, 1974. 532p.
- RABINOVICH, J. E. **Introducción a la ecología de poblaciones animales**. México: Continental, 1980. 313p.
- RAGA, A.; MACHADO, R. A.; SOUZA FILHO, M. F.; SATO, M. E.; SILOTO, R. C. Tephritoidea (Diptera) species from Myrtaceae fruits in the State of São Paulo, Brazil. **Entomotropica**, Maracay, v. 20, n. 1, p. 11-14, 2005.
- RECH, E. G.; FRANKE, L. B.; BARROS, I. B. de. Adubação orgânica e mineral na produção de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, São Paulo, v.28, n.2, p.110-116, 2006.
- RIBEIRO, L. G.; KOVALESKI, A.; HUMERES, E. Distribuição de mosca-das-frutas *Anastrepha fraterculus* em pomares de macieira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15, 1995, Caxambu. **Resumos...** Lavras: Seb/Esal, 1995. p.116.
- RICKLEFS R. E. **A economia da natureza**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara/Koogan, 1996. 470p.
- ROHLF, F. J.; SOKAL R. R. **Statistical Tables**. 2 ed. New York: W. H. Freeman and Company. 1981. 219p.
- SALLES, L. A. B. Parasitismo de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) por Hymenoptera, na região de Pelotas, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 11, p. 769-774, 1996.

SALLES, L. A. B. Efeito da temperatura constante na oviposição e no ciclo de vida de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 22, n. 1, p. 57-62, 1993.

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

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

SALLES, L. A. B. Principais pragas e seu controle. In: MEDEIROS, C. A.; RASEIRA, M. C. B. **A cultura do pessegueiro**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1998. p.205-239.

SELIVON, D. Relações com as Plantas Hospedeiras 2000. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.87-91.

SILVA, F. F. **Espécies de moscas frugívoras (Diptera: Tephritidae e Lonchaeidae), quantificação de danos e avaliação de medidas alternativas para o manejo em pomares de citros**. 2005.187 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, RS.

SILVA, T. G. A. **Caracterização morfológica e molecular de *Anastrepha bistrigata* Bezzi e *Anastrepha striata* Schiner (Diptera: Tephritidae)**. 2008. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciências – Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2008.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods**. 2. ed. New York: J.Wiley & Sons, 1978. 525p.

SOUZA FILHO, M. F.; RAGA, A.; CANAL, N.A.; ZUCCHI, R.A.. *Anastrepha amita* Zucchi (Diptera: Tephritidae): primeiro registro de hospedeiro, nível de infestação e parasitóides associados. **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, v.66, n.2, p 77-84, 1999.

SOUZA, S. A. A. et al. Índices de infestação de *Spondias lutea* L. por moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e seus parasitóides no município de Seropédica, RJ. **Magistra**, Cruz das Almas, v.29, n.1, p.25-30, 2007.

SUGAYAMA, R. L. ***Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera, Tephritidae) na região produtora de maçãs do Rio Grande do Sul: relação com seus inimigos naturais e potencial para controle biológico**. 2000. 117 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2000.

TAUFER, M.; NASCIMENTO, J. C. DO; CRUZ, I. B. M. DA; OLIVEIRA, A. K. DE. Efeito da temperatura na maturação ovariana e longevidade de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina. v.29, n.4, p.639-648, 2000.

TAYLOR, L. R. Assessing and interpreting the spatial distribution of insect populations. **Annual Review Entomology**, Stanford, V. 29, p. 231-57, 1984.

TURNOCK, W. J.; LAMB, R. J.; BILODEAU, R. J. Abundance, winter survival, and spring emergence of flea Beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in Manitoba grove. **Canadian Entomology**, Ottawa, v. 119, p. 419-426, 1987.

URAMOTO, K.; WALDER, J. M. M.; ZUCCHI, R. A. Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no Campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 033-039, 2005.

VAZ, L. A. L.; TAVARES, M. T.; LOMÔNACO, C. Diversidade e tamanho de himenópteros parasitóides de *Brevicoryne brassicae* L. E *Aphis nerii* Boyer de Fonscolombre (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.32, n.2, p.225-230, 2004.

WAAGE, J. K. Aggregation in field parasitoid population: foraging time allocation by a population of *Diadegma* (Hymenoptera: Ichneumonidae). **Ecological Entomology**, London, v. 8 p. 447-453, 1983.

WATERS, W. E.; HENSON, W. R. Some sampling attributes of the negative binomial distribution with special reference to Forest insects. **Forest Science**, Lawrence, v.5, n. 4, p. 1180-1183, 1959.

WHARTON, R. A. **Parasitoids of fruit-Infesting Tephritidae: *Doryctobracon areolatus***. Disponível em: <http://www.hymenoptera.tamu.edu/paroffit> Acesso em: 25 out. 2006.

YOUNG, L. J. ; YOUNG, J. H. **Statistical ecology: a population perspective**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998. 565p.

ZUCCHI, R. A. Espécies de *Anastrepha*, sinónimas, plantas hospedeiras e parasitóides. In: MALAVASI, A; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos: 2000a. p.41-48.

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

ZUCOLOTO, F. S. Alimentação e nutrição de Mosca-das-frutas. In: MALAVASI, A; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.67-80.