**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Análise quantitativa, sobreposição de nicho e coocorrência de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em três pomares adjacentes

Gleidyane Novais Lopes-Mielezrski

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em Ciências. Área de concentração: Entomologia

**Piracicaba
2014**

Gleidyane Novais Lopes-Mielezrski
Engenheira Agrônoma

**Análise quantitativa, sobreposição de nicho e coocorrência de moscas-das-frutas
(Diptera: Tephritidae) em três pomares adjacentes**

Orientador:
Prof. Dr. **ROBERTO ANTONIO ZUCCHI**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em
Ciências. Área de concentração: Entomologia

Piracicaba
2014

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Lopes-Mielezrski, Gleidyane Novais

Análise quantitativa, sobreposição de nicho e coocorrência de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em três pomares adjacentes / Gleidyane Novais
Lopes Mielezrski .- - Piracicaba, 2014.

78 p: il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2014.

1. Índices faunísticos 2. Dinâmica populacional 3. *Anastrepha* 4. *Ceratitis capitata* 5. Modelos nulos I. Título

CDD 632.774
M631a

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte -O autor"

Com Amor
Dedico

Ao meu esposo, Fabio Mielezski

Aos meus pais, Edmundo Lopes Bahia e Julia Novais Lopes

Às minhas irmãs, Elane, Jucilane e Elisângela

À minha sobrinha, Lanna Sephya

Ofereço

AGRADECIMENTOS

Toda minha gratidão e honra ao Eterno e Soberano Deus, pelos seus feitos inquestionáveis e por me dar força e sabedoria, para a concretização de mais uma etapa da minha vida;

Ao Prof. Dr. Roberto Antonio Zucchi por toda a orientação, ensinamentos, compreensão, apoio e confiança demonstrados ao longo desses anos de convivência. Agradeço também pela oportunidade de conviver com um profissional tão admirável desde o meu estágio de conclusão de curso (graduação) até o doutorado;

Ao Prof. Dr. Sinval Silveira Neto pela simpatia, ensinamentos, sugestões e pela preciosa convivência, que certamente lembrarei por toda vida;

Ao Prof. Dr. Nicholas J. Gotelli por, gentilmente, me receber no seu laboratório na “University of Vermont – USA”, pelos ensinamentos e pela valiosa contribuição com este trabalho;

Ao Prof. Dr. Wesley A.C. Godoy por toda ajuda, sugestões, disponibilidade, paciência, ensinamentos e por ter me apresentado ao Dr. Nicholas Gotelli, que certamente foi uma experiência fantástica tanto pessoal quanto profissionalmente;

Ao Dr. Miguel Francisco Souza Filho por, gentilmente, ceder às amostras de moscas-das-frutas utilizadas neste estudo e por toda ajuda sempre que solicitado;

À Dra. Marinéia Lara Haddad pelo auxílio nas análises dos dados, disponibilidade sempre que solicitada, pela simpatia e convivência;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos de Doutorado Pleno e de Doutorado Sanduíche;

Aos professores e servidores da ESALQ/USP pelos ensinamentos, competência e apoio, em especial a Regina Moraes, Andréa Sintoni, Maria Marta Barella e Carlos pela prontidão em ajudar sempre;

Aos amigos do Laboratório de Taxonomia de Insetos, Élisson Fabrício, Keiko Uramoto, Leandro Lemos, Monique Bárbara, Paula Perre, Renata Monteiro e Tayron Amaral pelos bons momentos de trabalho, companheirismo, amizade e apoio;

Aos amigos Andréia Nascimento, Amanda Souza, Angelina Marcomini, Francisco Tanaka, Jaci Vieira, Juliana Balbinotte, Mônica Santos, Patrícia Milano e Raquel Valois pela amizade, apoio, convivência e outros momentos de alegria compartilhados em Piracicaba;

À minha família e ao meu esposo Fabio Mielezrski pelo amor, apoio incondicional e por compreender minha ausência;

A todos os colegas do Departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ/USP, pela amizade e pela convivência ao longo desses anos;

Aos integrantes do “Department of Ecology; University of Vermont – USA”, Allyson Degrassi, Andrew Nguyen, Amanda Northrop, Cíntia Freitas, Cristian Dambros, John Stanton-Geddes e Julia Oshima, por toda ajuda, amizade e convívio;

À Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’ – ESALQ/USP, pela excelente estrutura disponibilizada para o desenvolvimento dos trabalhos.

“... todas as coisas cooperam para o bem daqueles que amam a Deus, daqueles que são chamados segundo o seu propósito.”.

Romanos 8:28

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	13
LISTA DE FIGURAS	15
LISTA DE TABELAS	17
1 INTRODUÇÃO	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1 Moscas-das-frutas	21
2.2 Espécies de <i>Anastrepha</i>	21
2.3 <i>Ceratitis capitata</i>	22
2.4 Exploração das plantas hospedeiras pelas moscas-das-frutas	23
2.5 Dinâmica populacional de moscas-das-frutas	24
2.6 Interações de moscas-das-frutas	25
2.7 Plantas hospedeiras	27
2.7.1 Goiabeira (<i>Psidium guajava</i> L.)	27
2.7.2 Nespereira (<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl.)	27
2.7.3 Pessegueiro (<i>Prunus persica</i> L.)	28
3 MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1 Caracterização da área de estudo	29
3.2 Aspectos fenológicos das frutíferas	29
3.3 Dados meteorológicos	31
3.4 Coleta de dados	32
3.5 Identificação taxonômica	32
3.6 Análise faunística	32
3.7 Índice fisiográfico	34
3.8 Flutuação populacional	37
3.9 Padrão de sobreposição e coocorrência	37
3.9.1 Análises de sobreposição de nicho	37
3.9.2 Análises de coocorrência	38
4 RESULTADOS	41
4.1 Análise faunística	41
4.2 Índices fisiográficos	44
4.3 Flutuação populacional	49

4.4 Padrão de sobreposição e coocorrência	53
4.4.1 Padrão de sobreposição de nicho	53
4.4.2 Padrão de coocorrência	53
5 DISCUSSÃO	55
5.1 Análise faunística	55
5.2 Índices fisiográficos	57
5.3 Flutuação populacional	58
5.4 Padrão de sobreposição e coocorrência	60
5.4.1 Padrão de sobreposição	63
5.4.2 Padrão de coocorrência	63
6 CONCLUSÕES	69
REFERÊNCIAS	71

RESUMO

Análise quantitativa, sobreposição de nicho e coocorrência de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em três pomares adjacentes

Este trabalho teve por objetivo o conhecimento dos padrões sazonais de abundância e o potencial para associações positivas e negativas entre espécies do gênero *Anastrepha* e *Ceratitis capitata*. As coletas foram realizadas na estação experimental do Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Leste Paulista/Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (PRDTALP/APTA), em Monte Alegre do Sul, SP, Brasil. As moscas-das-frutas foram coletadas em armadilhas tipo McPhail contendo torula, em pomares de goiaba (*Psidium guajava*), nêspera (*Eriobotrya japonica*) e pêssago (*Prunus persica*), de janeiro de 2002 a janeiro de 2004. Em cada pomar, foram instaladas três armadilhas, cujo atrativo alimentar era substituído semanalmente. Os espécimes de *Anastrepha* e *C. capitata* foram sexados, contados, etiquetados e fixados em etanol 70%. A identificação específica de *Anastrepha* foi feita, exclusivamente, nos caracteres morfológicos das fêmeas. As comunidades de moscas-das-frutas foram caracterizadas por parâmetros faunísticos (dominância, abundância, frequência e constância), índices de diversidade (H'), riqueza e equitabilidade (E). A influência dos pomares na flutuação populacional das espécies predominantes foi avaliada pelos índices fisiográficos. Com base em modelos nulos, foram estudadas, pela primeira vez no Brasil, a sobreposição de nicho e a coocorrência de populações de moscas-das-frutas. Em 106 coletas, nos três pomares, foram obtidos 25.872 espécimes de *Ceratitis capitata* (21.252 fêmeas e 4.620 machos) e 89.958 do gênero *Anastrepha* (48.042 fêmeas e 41.916 machos). Treze espécies de *Anastrepha* foram capturadas no pomar de goiaba, 19 no de nêspera e seis no de pêssago, além de *C. capitata*. As espécies predominantes, portanto, classificadas como super nos quatro parâmetros quantitativos, foram *A. fraterculus* (Wiedemann), *A. sororcula* Zucchi, *A. bistrigata* Bezzi, *A. obliqua* (Macquart) e *C. capitata* (Wiedemann). Houve diferença significativa quanto ao índice fisiográfico e umidade relativa apenas para *A. bistrigata* e *C. capitata* no pomar de goiaba e para *A. fraterculus*, *A. bistrigata* e *C. capitata*, no pomar de nêspera. No pomar de pêssago, não houve diferença significativa para as espécies estudadas. *Anastrepha fraterculus* foi a espécie mais representativa nos pomares de goiaba e de nêspera e *C. capitata*, no pomar de pêssago. As características da comunidade (diversidade, riqueza e equitabilidade) sofreram alterações de ano para ano. Além dos fatores climáticos e da disponibilidade hospedeira, a competição interespecífica também interferiu na dinâmica populacional de moscas-das-frutas. *Ceratitis capitata* e *A. pseudoparallela* ocorreram com pouca ou nenhuma frequência, respectivamente, com as espécies de *Anastrepha* nos pomares de goiaba e nêspera. No entanto, no pomar de pêssago, *C. capitata* ocorreu em agregações significativas com algumas espécies de *Anastrepha*. *Anastrepha fraterculus* não foi fortemente influenciada por fatores interespecíficos na estação experimental em Monte Alegre do Sul, SP, Brasil.

Palavras-chave: Índices faunísticos; Dinâmica populacional; *Anastrepha*; *Ceratitis capitata*; Modelos nulos

ABSTRACT

Quantitative analysis, niche overlap and co-occurrence of fruit flies (Diptera: Tephritidae) on three adjacent orchards

The main objective of this study was to know the seasonal patterns of abundance and the potential for positive and negative associations among fruit fly species belong to *Anastrepha* and *Ceratitis capitata*. The collecting sites were at experimental station of the Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Leste Paulista/Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (PRDTALP/APTA), in Monte Alegre do Sul, SP, Brazil. Fruit flies were collected in McPhail-type traps baited with torula hung in trees of guava (*Psidium guajava*), loquat (*Eriobotrya japonica*) and peach (*Prunus persica*), from January 2002 to January 2004. Three traps were distributed in each orchard, and the bait was replaced weekly. Specimens of *Anastrepha* and *C. capitata* were sexed, quantified, labeled, and conserved in 70% ethanol. The identification of *Anastrepha* species was based exclusively on females. Communities of fruit flies were characterized by faunal indices such as dominance, abundance, frequency and constancy, diversity (H'), richness and evenness (E). The influence of orchards on the population dynamics of the dominant fruit fly species was estimated by physiographic indices. Based on null models, the niche overlap and co-occurrence of population of fruit flies were studied, for the first time in Brazil. From 106 collections, were obtained 25,872 specimens of *Ceratitis capitata* (21,252 females and 4,620 males) and 89,958 of the genus *Anastrepha* (48,042 females and 41,916 males). Thirteen species of *Anastrepha* were collected in guava, 19 in loquat, and 6 in peach orchard. The predominant species, classified as a super on the four quantitative parameters, were *A. fraterculus* (Wiedemann), *A. sororcula* Zucchi, *A. bistrigata* Bezzi, *A. obliqua* (Macquart) and *C. capitata* (Wiedemann). There were significant differences in the physiographic index and humidity only to *A. bistrigata* and *C. capitata* in guava orchard and *A. fraterculus*, *A. bistrigata* and *C. capitata* in loquat orchard. In the peach orchard, there was no significant difference for the species studied. *Anastrepha fraterculus* was the most significant species in the orchards of guava and loquat, and *C. capitata* was the most significant species in peach orchard. The community characteristics (diversity, richness and evenness) changed from year to year. Further on climatic factors and host availability, interspecific competition also interfered with the population dynamics of fruit flies. *Ceratitis capitata* and *A. pseudoparallela* showed little or no frequency, respectively, together other *Anastrepha* species in guava and loquat orchards. However, in the peach orchard, *C. capitata* occurred in significant aggregations with some species of *Anastrepha*. *Anastrepha fraterculus* was not strongly influenced by interspecific factors at the experimental station in Monte Alegre do Sul, SP, Brazil.

Keywords: Faunal indices; Population dynamics; *Anastrepha*; *Ceratitis capitata*; Null models

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Fenologia das três frutíferas na estação experimental em Monte Alegre do Sul, SP, Brasil (adaptado de SOUZA FILHO et al., 2009) 30
- Figura 2 - Croqui da localização das armadilhas McPhail nos pomares de goiaba, nêspereira e pêsego em Monte Alegre do Sul, São Paulo (seg. M.F. Souza-Filho) 36
- Figura 3 - Flutuação populacional de espécies de moscas-das-frutas capturadas em armadilhas tipo McPhail em pomar de goiaba em Monte Alegre do Sul, SP, de jan./2002 a jan./2003. O número de indivíduos foi corrigido pelo coeficiente de população 50
- Figura 4 - Flutuação populacional de espécies de moscas-das-frutas capturadas em armadilhas tipo McPhail em pomar de goiaba em Monte Alegre do Sul, SP, de jan./2003 a jan./2004. O número de indivíduos foi corrigido pelo coeficiente de população 51
- Figura 5 - Flutuação populacional de espécies de moscas-das-frutas capturadas em armadilhas tipo McPhail em pomar de nêspereira em Monte Alegre do Sul, SP, de jan./2002 a jan./2003. O número de indivíduos foi corrigido pelo coeficiente de população 51
- Figura 6 - Flutuação populacional de espécies de moscas-das-frutas capturadas em armadilhas tipo McPhail em pomar de nêspereira em Monte Alegre do Sul, SP, de jan./2003 a jan./2004. O número de indivíduos foi corrigido pelo coeficiente de população ... 52
- Figura 7 - Flutuação populacional de espécies de moscas-das-frutas capturadas em armadilhas tipo McPhail em pomar de pêsego em Monte Alegre do Sul, SP, de jan./2002 a jan./2003. O número de indivíduos foi corrigido pelo coeficiente de população 52
- Figura 8 - Regime de temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica do município de Monte Alegre do Sul, SP, durante o período de dezembro/2001 a janeiro/2004 (seg. M.F. Souza-Filho) 60
- Figura 9 - Padrão de dados de abundância de moscas-das-frutas relacionado com temperatura (°C) e dia de coleta no ano (mês) em pomares de goiaba, nêspereira e pêsego, 2002 e 2003, em Monte Alegre do Sul, SP. O tamanho dos círculos significa a raiz quadrada (sqrt) dos valores de abundância em cada data de amostragem (sqrt=abundância/5)..... 61
- Figura 10 - Dados de abundância e riqueza de espécies de moscas-das-frutas relacionadas com o dia de coleta no ano (mês), associados com a fenologia da goiabeira, nespereira e pessegueiro em Monte Alegre do Sul, SP 62
- Figura 11 - Padrão de coocorrência baseado em dados de presença-ausência significativa do par segregado de espécie, *A. obliqua* (A.o) x *C. capitata* (C.c). Os *boxplots*

somente usam dados em que ambas as espécies ocorrem juntas e sua relação com a temperatura (°C) e o dia de coleta (meses) em 2002 no pomar de nêspira em Monte Alegre do Sul, SP 66

Figura 12 - Padrão de coocorrência baseado nos dados de presença-ausência de significantes, segregados (vermelho) e agregados (verde), nos pares de espécies de moscas-das-frutas (A.b: *A. bistrigata*, A.d: *A. distincta*, A.g: *A. grandis*, A.o: *A. obliqua*, A.p: *A. pseudoparallela*, A.s: *A. sororcula*, C.c: *C. capitata*), em 2002 (mês) em pomares de goiaba, nêspira e pêssago em Monte Alegre do Sul, SP 67

Figura 13 - Padrão de coocorrência baseado nos dados de presença-ausência de significantes, segregados (vermelho) e agregados (verde), pares de espécies de moscas-das-frutas (A.o: *A. obliqua*, A.p: *A. pseudoparallela*, A.s: *A. sororcula*, C.c: *C. capitata*), em 2003 (mês) em pomares de goiaba, nêspira e pêssago em Monte Alegre do Sul, SP 68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características da estação experimental em Monte Alegre do Sul, SP	29
Tabela 2 - Informações meteorológicas da estação experimental em Monte Alegre do Sul, SP	31
Tabela 3 - Análise faunística de moscas-das-frutas coletadas em armadilha McPhail em pomar de goiaba em Monte Alegre do Sul, SP, em 2002 e 2003	42
Tabela 4 - Análise faunística de moscas-das-frutas coletadas em armadilha McPhail em pomar de nêspira em Monte Alegre do Sul, SP, em 2002 e 2003	43
Tabela 5 - Análise faunística de moscas-das-frutas coletadas em armadilha McPhail em pomar de pêsego em Monte Alegre do Sul, SP, em 2002 e 2003	43
Tabela 6 - Índices faunísticos de espécies de moscas-das-frutas capturadas em armadilhas tipo McPhail em pomares de goiaba, nêspira e pêsego em Monte Alegre do Sul, SP, de jan./2002 a jan./2004	44
Tabela 7 - Porcentagem da área, graus e índice fisiográfico geral da área de localização das armadilhas McPhail nos pomares de goiaba, nêspira e pêsego em Monte Alegre do Sul, São Paulo	46
Tabela 8 - Graus fisiográficos por espécies de moscas-das-frutas em função da fenologia das espécies de frutíferas	46
Tabela 9 - Índices fisiográficos (ϕ) mensais da goiabeira associado à sua fenologia e à população de espécies de moscas-das-frutas em Monte Alegre do Sul, SP, de jan./2002 a jan./2004	47
Tabela 10 - Índices fisiográficos (ϕ) mensais da nespereira associado à sua fenologia e à população de espécies de moscas-das-frutas em Monte Alegre do Sul, SP, de jan./2002 a jan./2004	48
Tabela 11 - Índices fisiográficos (ϕ) mensais do pessegueiro associado à sua fenologia e à população de espécies de moscas-das-frutas em Monte Alegre do Sul, SP, de jan./2002 a jan./2004	49
Tabela 12 - Sobreposição temporal de nicho observado e esperado e <i>p value</i> com base em 1.000 aleatorizações para populações de moscas-das-frutas amostradas em três pomares em dois anos, em Monte Alegre do sul, SP	53
Tabela 13 - Valores de Z de matriz de presença-ausência (<i>C-score</i> e NODF) pelo modelo nulo <i>fixed-fixed</i> e matriz de abundância (<i>Checker</i> e Anodf) pelo modelo nulo IT de	

espécies de moscas-das-frutas em pomares de goiaba, nêspira e pêsego em Monte Alegre do Sul, SP, em 2002 e 2003	54
Tabela 14 - Padrão de coocorrência de pares significativos de espécies de moscas-das frutas analisados pelo algoritmo de modelo nulo <i>fixed-fixed</i> em pomares de goiaba, nêspira e pêsego em Monte Alegre do Sul, SP	65
Tabela 15 - Significância de pares de espécies de moscas-das-frutas relacionados com temperatura (Temp.) e dia de coleta (Amostra), pelo algoritmo de modelo nulo <i>fixed-fixed</i> (s), em pomares de goiaba, nêspira e pêsego em Monte Alegre do Sul, SP	65

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, com 42 milhões de toneladas produzidas de um total de 340 milhões de toneladas colhidas anualmente em todo o mundo, entretanto, ocupa o 12^o lugar nas exportações de frutas. Acredita-se que as perdas no mercado interno possam chegar a 40%. Contribuem com esses números, o mau uso das técnicas de manejo do solo e da planta, falta de estrutura de armazenamento, logística, embalagens inadequadas e a própria desinformação do produtor (FACHINELLO; NACHTIGAL, 2009).

As frutíferas de clima temperado estão distribuídas em 11 dos 26 estados brasileiros. A produção do Rio Grande do Sul corresponde aproximadamente a 49,3% do total do Brasil, seguido de Santa Catarina (23,2%), São Paulo (10,3%), Paraná (6,2%), Pernambuco (5,3%), Bahia (3,0%) e Minas Gerais (1,8%). Além desses estados, as frutíferas de clima temperado são cultivadas nos estados do Rio de Janeiro, Paraíba, Mato Grosso e Goiás (FACHINELLO et al., 2011).

Embora o Brasil tenha grande potencial para a fruticultura, as condições climáticas favorecem o desenvolvimento de moscas-das-frutas, que limitam a livre comercialização dos frutos para o exterior, devido às restrições impostas pelos países importadores. Os prejuízos refletem-se tanto no mercado interno, pela perda de frutos para a comercialização e, conseqüentemente, redução da oferta, resultando em aumento de preços; no mercado externo, pela diminuição da quantidade exportada e pelas restrições quarentenárias (DUARTE; MALAVASI, 2000). As moscas-das-frutas de maior importância econômica são basicamente *Ceratitis capitata* e *Anastrepha* spp. (ZUCCHI, 2000a). O gênero *Anastrepha* reúne 267 espécies no continente americano (NORRBOM et al., 2012), das quais 115 ocorrem no Brasil (ZUCCHI, 2008).

Por meio do monitoramento, é possível constatar a abundância e conhecer a flutuação populacional das espécies, possibilitando as ações de controle integrado e, ainda, a detecção de espécies exóticas ou quarentenárias (CARVALHO, 2005). A flutuação populacional das moscas-das-frutas está intimamente relacionada à ocorrência de hospedeiros e aos fatores climáticos. Naturalmente, a mais alta densidade populacional e concentração de moscas-das-frutas ocorrerão quando houver mais hospedeiros disponíveis e alta proporção de frutos maduros na planta e no solo (CARVALHO, 2005).

Contudo, na maioria dos estudos realizados, devido ao tempo que é dispensado às coletas em campo, em muitos casos, as análises dos dados, envolvendo parâmetros ecológicos de moscas-das-frutas, são negligenciadas. Conseqüentemente, essa abordagem dificulta uma

inferência mais precisa dos fatores, que realmente possam estar envolvidos na flutuação populacional de moscas-das-frutas em determinada localidade.

Diante disso, tem-se a necessidade de buscar correlacionar os principais fatores envolvidos na dinâmica populacional de moscas-das-frutas com base em modelos nulos, buscando aprofundar o conhecimento dos aspectos ecológicos desses insetos. Além dos aspectos climáticos, a competição interespecífica de moscas-das-frutas implica na dominância de poucas espécies (ALUJA et al., 1996).

Além dos parâmetros ecológicos de moscas-das-frutas (flutuação populacional, análises faunísticas entre outros), estão sendo realizados neste trabalho, pela primeira vez no Brasil, estudos envolvendo a sobreposição de nicho e a competição interespecífica de moscas-das-frutas. Os pomares não receberam tratamentos fitossanitários, assim, a dinâmica populacional das moscas-das-frutas não foi afetada por esses fatores. Portanto, os estudos realizados têm por objetivo fornecer suporte aos programas de manejo integrado das moscas-das-frutas. E, dessa forma, apresentar subsídios ao controle racional dessas pragas da fruticultura brasileira, com base na fenologia da goiabeira, da nespereira e do pessegueiro, além do desenvolvimento de modelos matemáticos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Moscas-das-frutas

As moscas-das-frutas pertencem à ordem Diptera, subordem Brachycera, à superfamília Tephritoidea e família Tephritidae. Os tefritídeos estão distribuídos nas regiões temperadas, tropicais e subtropicais, dividindo-se em dois grupos, de acordo com as características fisiológicas e ecológicas: 1) espécies multivoltinas, com mais de uma geração por ano, nas regiões tropicais e subtropicais (como as espécies de *Anastrepha*) e 2) espécies univoltinas, com apenas uma geração por ano, nas regiões temperadas (como as espécies de *Rhagoletis*) (BATEMAN, 1972, 1976). Essas moscas têm sido bastante estudadas, em razão das larvas desenvolverem-se no interior dos frutos, constituindo, conseqüentemente, em um grupo de insetos-praga de grande importância econômica mundialmente (ALUJA; NORRBOM, 1999).

São conhecidas espécies de seis gêneros (*Anastrepha*, *Bactrocera*, *Ceratitis*, *Dacus*, *Rhagoletis* e *Toxotrypana*), que atacam frutos de importância econômica, cujas espécies apresentam ampla distribuição mundial (ZUCCHI, 2000a). As espécies-praga no Brasil pertencem a quatro gêneros – *Anastrepha*, *Bactrocera*, *Ceratitis* e *Rhagoletis* (ZUCCHI, 2000a). Espécies de *Anastrepha* e *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) são mais importantes economicamente. *Anastrepha* Schiner, 1868 é representado por 115 espécies válidas no País, sendo encontradas em todas as regiões, infestando uma grande diversidade de frutos nativos e cultivados. *Ceratitis capitata* é espécie exótica e única representante do gênero no Brasil (ZUCCHI, 2000b, 2008).

2.2 Espécies de *Anastrepha*

Anastrepha Schiner é o maior gênero e o mais importante economicamente da família Tephritidae nas Américas, incluindo as principais espécies de pragas, como *A. fraterculus* (Wiedemann, 1830) (mosca-das-frutas-sul-americana), *A. ludens* (Loew, 1873) (mosca-das-frutas-mexicana), *A. suspensa* (Loew, 1862) (mosca-das-frutas-do-caribe) (NORRBOM; ZUCCHI; HERNÁNDEZ-ORTIZ, 1999). As espécies de *Anastrepha* de importância econômica em geral são generalistas ou polífagas, com ampla distribuição e maior frequência nas regiões onde se desenvolvem (MALAVASI; MORGANTE; ZUCCHI, 1980; NORRBOM; KIM, 1988; NUÑEZ-BUENO, 1981; ZUCCHI, 1988).

As espécies de *Anastrepha* ocorrem no sul dos EUA, no México, na América Central e em toda a América do Sul, exceto no Chile, onde ocorre esporadicamente ao norte do deserto de Atacama na fronteira com o Peru (MALAVASI; ZUCCHI; SUGAYAMA, 2000). *Anastrepha* é o gênero mais diverso de moscas-das-frutas em ambientes tropicais e subtropicais do continente americano, com mais de 260 espécies válidas (NORRBOM et al., 2012).

A maior diversidade de espécies de *Anastrepha* (115 espécies) ocorre no Brasil (ZUCCHI, 2008), entretanto apenas sete são importantes economicamente – *Anastrepha grandis* (Macquart, 1846), *A. fraterculus*, *A. obliqua* (Macquart, 1835), *A. pseudoparallela* (Loew, 1873), *A. sororcula* Zucchi, 1979, *A. striata* Schiner, 1868 e *A. zenildae* Zucchi, 1979 (ZUCCHI, 2000a). Um breve histórico dos estudos taxonômicos de *Anastrepha* no Brasil foi apresentado por Zucchi (2000a).

2.3 *Ceratitis capitata*

A mosca-do-mediterrâneo, amplamente disseminada na África, é endêmica para a maioria dos países da África Sub-Saariana (CAB INTERNATIONAL, 2014), podendo ser encontrada em quase todas as regiões tropicais temperadas quentes do mundo (ZUCCHI, 2000a). Desenvolve-se em 374 espécies de plantas hospedeiras em todo o mundo, abrangendo um grande número de espécies comerciais (LIQUIDO; BARR; CUNNINGHAM, 1998). É uma das pragas mais prejudiciais da fruticultura em todo o mundo. Os países importadores de frutos *in natura* impõem sérias restrições quarentenárias, para deter o seu avanço (CHRISTENSON; FOOTE, 1960; NORRBOM; HERNANDEZ-ORTIZ, 1995; NUÑEZ-BUENO, 1981).

O primeiro registro de *C. capitata* no Brasil foi feito por Ihering (1901). Atualmente encontra-se amplamente distribuída, infestando 85 espécies de frutos em aproximadamente 26 famílias (ZUCCHI, 2012). Um breve histórico da introdução de *C. capitata* no Brasil foi apresentado por Zucchi (2000c). A mosca-do-mediterrâneo é uma espécie invasiva, com grande capacidade adaptativa, que continua expandindo sua distribuição pelo território brasileiro, alcançando recentemente a Amazônia brasileira (SILVA; LEMOS; ZUCCHI, 2011).

2.4 Exploração das plantas hospedeiras pelas moscas-das-frutas

O ciclo de vida dos tefritídeos frugívoros ocorre em três ambientes: vegetação, fruto e solo. Os adultos habitam a árvore hospedeira ou plantas vizinhas, onde passam a maior parte do tempo. Após a cópula, as fêmeas depositam os ovos no interior dos frutos, onde as larvas eclodem e se alimentam da polpa. As larvas completam seu desenvolvimento e abandonam os frutos, que muitas vezes já caíram, e se enterram no solo, onde pupam. Os adultos emergem do pupário após algumas semanas e reiniciam o ciclo (MALAVASI; BARROS, 1988). O desempenho do ciclo de vida está condicionado, basicamente, a dois componentes do ambiente, o clima e a planta hospedeira (SALLES, 2000).

As larvas dos tefritídeos alimentam-se tanto de frutos cultivados como silvestres, incluindo algumas espécies, que se alimentam de brotações terminais, sementes e ovários em desenvolvimento (ALUJA, 1994; CHRISTENSON; FOOTE, 1960). Os adultos alimentam-se basicamente de *honeydew*, néctar, sucos de frutos, seiva, pólen, fezes de pássaros e outros alimentos na superfície de folhas e frutos (BATEMAN, 1972; CHRISTENSON; FOOTE, 1960; PROKOPY; ROITBERG, 1984 apud ZUCOLOTO, 2000; TSIROPOULOS, 1977 apud ZUCOLOTO, 2000). O pólen, as fezes de pássaros e outros alimentos na superfície de folhas e frutos são fontes de proteínas. O néctar e os sucos de frutos são as principais fontes de carboidratos, vitaminas e sais minerais. As larvas preferem os frutos maduros, provavelmente por serem mais ricos em açúcares, o que promove o aumento da fagoestimulação (ZUCOLOTO, 2000).

Quanto às relações das moscas-das-frutas com as plantas hospedeiras, *C. capitata* e algumas espécies-praga de *Anastrepha* são polífagas ou oligófagas. A distribuição geográfica de uma espécie de mosca-das-frutas está intimamente relacionada à distribuição dos hospedeiros, nos quais suas larvas se desenvolvem. Consequentemente, as espécies polífagas apresentam distribuição geográfica mais ampla do que as especialistas (SELIVON, 2000). Entretanto, um hospedeiro, frequentemente infestado por uma espécie de *Anastrepha* em uma região, pode não ser em outra região ou pode ser competitivamente excluída por uma espécie alternativa (MALAVASI; MORGANTE; ZUCCHI, 1980). A colonização de um hospedeiro não está vinculada apenas às diferenças na capacidade adaptativa entre as espécies, mas também a outros fatores ecológicos que determinam a capacidade de exploração em cada região, ou seja, com a sua biogeografia (HERNANDEZ-ORTIZ, 1992). As plantas introduzidas também influenciam a dispersão de muitas espécies de moscas, ampliando a sua distribuição geográfica (SELIVON, 2000). Por exemplo, *C. capitata* (espécie exótica) infesta

muitas espécies de hospedeiros introduzidos (MALAVASI; MORGANTE; ZUCCHI, 1980; SOUZA-FILHO, 1999; VELOSO, 1997).

As moscas-das-frutas em condições ambientais perturbadas podem utilizar plantas introduzidas, ou seja, as perturbações antrópicas favorecem o deslocamento de um inseto fitófago de seus hospedeiros primários para frutos exóticos cultivados. Uma espécie, com preferência por certo grupo de plantas nativas, pode ter maior capacidade adaptativa na utilização de recursos introduzidos, que tenham relação com seus hospedeiros nativos e, portanto, alta capacidade de colonização dos “novos hospedeiros” (SELIVON, 2000).

2.5 Dinâmica populacional de moscas-das-frutas

Uma abordagem geral da dinâmica populacional de moscas-das-frutas, nos vários estados brasileiros, foi compilada no livro *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil* (MALAVASI; ZUCCHI, 2000). Em praticamente todos os estados brasileiros, foram realizados estudos de flutuação populacional de moscas-das-frutas. As populações de moscas-das-frutas, em pomares comerciais, exibem flutuações irregulares de ano para ano, relacionadas com dois fatores: disponibilidade de hospedeiros e fatores climáticos (ALUJA, 1994; ALUJA et al., 2012).

A dinâmica populacional está relacionada a complexos fatores bióticos e abióticos, que atuam sobre as diferentes fases do ciclo biológico, influenciando a densidade populacional (CARVALHO, 2005). Além dos fatores bióticos (populações de moscas-das-frutas e plantas hospedeiras), fatores abióticos (temperatura, umidade relativa e precipitação pluvial) também afetam as interações inseto-planta, pois as condições ambientais exercem grande influência na biologia dos insetos fitófagos e na fenologia das plantas hospedeiras, podendo ocasionar o favorecimento de um em detrimento do outro (PIZZAMIGLIO, 1991).

A biologia das moscas-das-frutas é grandemente influenciada pelas condições ambientais. A umidade, temperatura, luz, alimentos, inimigos naturais e simbiontes são os principais componentes no ciclo vital dos tefritídeos, além de serem de importância primária na determinação da abundância de várias espécies (BATEMAN, 1972). A água e a temperatura são os fatores abióticos mais importantes na mortalidade e regulação da dinâmica populacional das moscas-das-frutas, sendo que o excesso ou deficiência de água causa a morte dos adultos e das larvas (ALUJA, 1994). Por exemplo, em clima semiárido da região Nordeste, mesmo com a disponibilidade de goiabas no pomar e, ausência de hospedeiros alternativos nas proximidades, não houve goiabas infestadas e nem adultos nas armadilhas.

Portanto, os fatores climáticos (elevadas temperaturas e baixa precipitação pluvial) exerceram uma forte influência sobre as populações de moscas-das-frutas (ARAÚJO; ZUCCHI, 2003).

Os efeitos sazonais anuais, avaliados ao longo de 11 anos, sobre a densidade populacional, indicam que um ano com boa produção de frutos favorecerá os surtos de moscas-das-frutas. Assim, medidas de controle devem ser aplicadas em escala ampla, pois qualquer esforço local será ineficaz e propenso a fomentar resistência a inseticidas (ALUJA et al., 2012).

2.6 Interações de moscas-das-frutas

Os primeiros estudos envolvendo competição interespecífica de espécies de *Anastrepha* com *C. capitata* foram desenvolvidos por Salas (1958), Christenson e Foote (1960) e Jirón e Zeledon (1979), os quais sugeriram que espécies de *Anastrepha* competem com *C. capitata* por frutos na oviposição. No entanto, nos primeiros estudos sobre competição, os parâmetros avaliados eram apenas descritivos (GOTELLI; GRAVES, 1996). Os mecanismos subjacentes das espécies competidoras são pouco estudados. Para esclarecer esses mecanismos de deslocamento de uma espécie, os principais estudos a serem avaliados são a competição interespecífica e as invasões biológicas. Essas invasões vêm sendo consideradas como um componente de mudança global (VITOUSEK et al., 1996).

Os modelos ecológicos evolutivos preveem que o deslocamento de uma espécie, deve sobrepor as outras devido à competição por recurso, tornando-se mais adaptadas ao ambiente que estão inseridas e, conseqüentemente, predominantes, pois não encontraram competidores, que bloqueiem seus recursos (GOTELLI; GRAVES, 1996).

A competição interespecífica é definida como uma redução na sobrevivência, impedindo o crescimento populacional por interferência de outra espécie e/ou por competição de recurso. A espécie mais agressiva interfere no comportamento da outra espécie, não permitindo seu acesso aos recursos (BEGON; HARPER; TOWNSEND, 1996).

As espécies exóticas deslocam uma espécie nativa em 33% dos casos analisados. Por outro lado, uma espécie exótica, previamente estabelecida no ambiente, pode ser deslocada, em 55% casos, por outra espécie exótica, recentemente introduzida (REITZ; TRUMBLE, 2002).

A competição interespecífica, em 193 pares de espécies competidoras, afetou diretamente a distribuição e a abundância da população de insetos herbívoros, exercendo

influência na população nativa devido ao aumento dos inimigos naturais e/ou disponibilidade de plantas hospedeiras (DENNO; MCCLURE; OTT, 1995).

A coexistência estável ocorre quando a competição interespecífica é fraca quando comparada à competição intraespecífica. De acordo com a teoria de nicho convencional, o principal fator da competição interespecífica, é a sobreposição nos recursos utilizados (ou sobreposição do nicho). Duas espécies, com nicho fundamental altamente semelhante, muitas vezes competem fortemente entre si, quando se encontram. Isso é particularmente relevante para espécies introduzidas como os tefritídeos polífagos (DUYCK; DAVID; QUILICI, 2004).

Mesmo com todas as barreiras quarentenárias impostas para impedir que as moscas-das-frutas invadam outros habitats, foram observadas algumas recentes invasões (ALLWOOD et al., 2002). Na competição interespecífica em tefritídeos, as espécies polífagas têm mais vantagem em relação às outras. As espécies introduzidas em vários países, com comportamento de pragas invasoras, são capazes de deslocar espécies locais do seu habitat natural. As espécies polífagas são mais agressivas e, por esse motivo, tornam-se mais adaptadas ao ambiente invadido (FITT, 1989).

Um exemplo clássico de deslocamento de espécie de moscas-das-frutas é de *C. capitata*, introduzida da Europa para Austrália, em 1987, deslocou *Bactrocera tryoni* (Froggatt, 1897) (espécie estabelecida), dominando o ambiente (VERA et al., 2002). O mesmo aconteceu no Havaí, onde *B. dorsalis* (Hendel, 1912) dominava o ambiente, mas quando *C. capitata* foi introduzida, deslocou a espécie estabelecida, passando a dominar o ambiente, tornando-se praga (DEBACH, 1966; REITZ; TRUMBLE, 2002).

Nas interações de *C. capitata* x *A. obliqua*, esta deslocou *C. capitata* de manga em 60,4% dos encontros. O melhor desempenho de *A. obliqua* foi atribuído ao seu tamanho (três vezes maior do que *C. capitata*) (CAMARGO; ODELL; JIRÓN, 1996). Em um estudo com três espécies de *Ceratitis* e *B. zonata* (Saunders, 1842), na ilha de Reunião, foram observadas interações assimétricas e hierárquicas entre as espécies, tanto na competição por interferência de larvas quanto de adultos (DUYCK et al., 2006). Considerando-se a hipótese de que a invasão é limitada por competição, a hierarquia competitiva coincidiu com a sequência temporal de estabelecimento, ou seja, cada uma das espécies recém-estabelecidas tenderam a ser competitivamente dominantes sobre aquelas previamente estabelecidas (DUYCK et al., 2006).

As espécies exóticas, uma vez estabelecidas, dificilmente são erradicadas, pois encontram ambiente favorável na ausência de seus inimigos naturais, o que facilita a adaptação no ambiente novo (BYERS, 2000; KOLAR; LODGE, 2001). Para as espécies se

estabelecerem num determinado ambiente, os fatores bióticos e abióticos têm grande influência na competição de exploração e comportamental. A espécie que faz melhor uso do ambiente favorável terá vantagens competitivas. O ambiente, portanto, é um fator essencial, exercendo impacto considerável na exploração, favorecendo uma espécie ou outra (DUYCK; DAVID; QUILICI, 2004).

2.7 Plantas hospedeiras

2.7.1 Goiabeira (*Psidium guajava* L.)

A goiabeira é uma mirtácea nativa da América tropical (GONZAGA NETO; SOARES, 1994), de onde foi levada, principalmente pelos europeus, para colônias africanas e asiáticas, tendo se espalhado para todas as regiões tropicais (SILVA et al., 2010). No Brasil, encontra-se distribuída naturalmente por todo o território nacional (NATALE et al., 2009). *Psidium guajava* é a espécie mais conhecida (SAMPAIO et al., 2011).

No Brasil, aproximadamente 15 mil ha cultivados com goiabeiras resultaram na produção de 316.301 toneladas de frutos. No estado de São Paulo, maior produtor nacional, foram cultivados 4.236 ha, com produção de 102.965 toneladas de frutos, que representam 28,24% da área total de cultivo e 32,55% da produção nacional (FNP, 2010). No estado de São Paulo, as moscas-das-frutas também são consideradas pragas-chave da cultura, devido tanto ao dano direto ao fruto quanto à sua importância quarentenária, nos casos em que a produção se destina à exportação (SAMPAIO et al., 2011).

No Brasil, estão registradas 15 espécies de *Anastrepha* associadas à goiabeira *A. antunesi* Lima, 1938, *A. atrigona* Hendel, 1914, *A. bahiensis* Lima, 1937, *A. bistrigata* Bezzi, 1919, *A. coronilli* Carrejo & González, 1993, *A. distincta* Greene, 1934, *A. fraterculus*, *A. leptozona* Hendel, 1914, *A. obliqua*, *A. parishii* Stone, 1942, *A. pseudoparallela*, *A. sororcula*, *A. striata*, *A. turpiniae* Stone, 1942, *A. zenildae*, além de *C. capitata* (ZUCCHI, 2008).

2.7.2 Nespereira (*Eriobotrya japonica* Lindl.)

A nêspera é uma rosácea de clima subtropical, originária do sudoeste da China, introduzida inicialmente no Japão e depois nos outros países. Seu cultivo vem despertando interesse crescente principalmente no estado de São Paulo, devido à maturação bianual dos frutos (maio-junho e setembro-outubro), época de escassez de frutas nas unidades produtoras,

propiciando uma abertura de mercado com preços atrativos aos produtores (OJIMA et al., 1999; SILVA; PEREIRA, 2004).

O estado de São Paulo é o maior produtor nacional de nêspas (3,7 milhões de caixas de 5 kg/ano), com destaque para o município de Mogi das Cruzes, com produção anual de 2 milhões de caixas de 5 kg (PIO et al., 2007a). A nespereira é cultivada em 27 municípios do estado de São Paulo, constituindo-se na oitava frutífera de clima temperado subtropical mais cultivada em terras paulistas. As principais cultivares são ‘Mizuho’, ‘Precoce de Itaquera’ (‘Fukuhara’) e ‘Precoce de Campinas’ (‘IAC 165-31’) (BARBOSA et al., 2003; PIO et al., 2007b).

Quatro espécies de moscas-das-frutas atacam a nêspas no Brasil: *A. fraterculus*, *A. sororcula*, *A. bahiensis* e *C. capitata* (ZUCCHI, 2008).

2.7.3 Pessegueiro (*Prunus persica* L.)

O pessegueiro é uma rosácea de clima temperado originária da China. O pêssego é muito apreciado, pelo sabor, pela aparência e pelo seu valor econômico no âmbito da cadeia produtiva. Além de ser saborosa, a fruta possui diversos nutrientes importantes para o organismo, sendo uma boa fonte de vitaminas A, C, K, B5 e Fe, além de ser rica em carotenoides (CHAGAS et al., 2006).

O pessegueiro apresenta sérios problemas fitossanitários, exigindo cuidados especiais e uso de defensivos para a produção. Em relação aos insetos-praga, a mariposa-oriental (grafolita) e as moscas-das-frutas, são consideradas pragas primárias, pois danificam o fruto, ocorrem todos os anos e são de difícil controle (CARVALHO, 1987).

Apenas três espécies de moscas-das-frutas estão associadas à cultura do pêssego no Brasil: *A. fraterculus*, *A. turpiniae* e *C. capitata* (ZUCCHI, 2008).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo

As coletas foram realizadas em três pomares adjacentes com linhagens de goiabeiras (*Psidium guajava*), cultivares de nespereiras (*Eriobotrya japonica*) e cultivares de pessegueiros (*Prunus persica*) de janeiro/2002 a janeiro/2004, na estação experimental do Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Leste Paulista/Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (PRDTALP/APTA), em Monte Alegre do Sul, no estado de São Paulo (22° 41' 42" S; 46° 40' 22" W) (Tabela 1).

Tabela 1 - Características da estação experimental em Monte Alegre do Sul, SP

Características	Goiabeira	Nespereira	Pessegueiro
cultivares/linhagens	54 linhagens (v. RAGA et al., 2006)	“IAC 167-1”, “IAC 165-31”, “IAC 264-54”, “IAC 265-66”, “IAC 1367-46”, “IAC 1467-25”, “IAC 1567-411”, “Mizuho”	“Aurora 1”, “Aurora 2”, “Centenária”, “Dourado 1”, “Dourado”, “Flor da Prince”, “Josefina”, “Régis”, “Rubro Sol”, “Tropical”
altitude	722 m	733 m	749 m
relevo do solo	terreno em declive	terreno em declive	terreno em declive
idade do pomar	mais de 15 anos	mais de 30 anos	mais de 15 anos
tamanho do pomar	4.545 m ²	4.615 m ²	4.438 m ²
vegetação adjacente	gramado e vegetação espontânea	gramado, pêra, mata, estradas e construções	gramado, pêra e caqui
mata nativa	mata regenerada; antes foi cultivo de café	mata regenerada; antes foi cultivo de café	mata regenerada; antes foi cultivo de café

3.2 Aspectos fenológicos das frutíferas

Os três pomares são adjacentes e, em conjunto, frutificam praticamente durante todo ano, proporcionando condição ideal para o estudo da sucessão de hospedeiros e, consequentemente, para a dinâmica populacional das moscas-das-frutas (Figura 1). Nenhum tratamento fitossanitário foi aplicado durante a condução do experimento.

✓ Goiaba:

✓ Nêspera:

✓ Pêssego:

Figura 1 - Fenologia das três frutíferas na estação experimental em Monte Alegre do Sul, SP, Brasil (adaptado de SOUZA FILHO et al., 2009)

3.3 Dados meteorológicos

As informações climáticas foram obtidas da estação automática localizada no PRDTALP/APTA, cerca de 250 m dos pomares. Porém, os dados foram tabulados pelo Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica do Instituto Agronômico de Campinas, que é responsável pelas leituras da estação (Tabela 2).

Tabela 2 - Informações meteorológicas da estação experimental em Monte Alegre do Sul, SP

		temperaturas (°C)	umidades relativas (%)	precipitações pluviais (mm)
2002	Janeiro	22,13	92,9	301
	Fevereiro	21,92	90,54	226,8
	Março	23,04	90,06	201
	Abril	21,73	94,03	48
	Maio	18,46	95,1	77,8
	Junho	18,41	93,53	0
	Julho	17,07	89,35	7,8
	Agosto	20,15	78,23	84,6
	Setembro	18,76	83,83	105,4
	Outubro	23,39	72,45	70,4
	Novembro	21,97	84,53	175,5
	Dezembro	23,3	89,32	141,8
2003	Janeiro	22,27	92,23	340,4
	Fevereiro	23,68	88,39	95,8
	Março	21,68	89,58	114,3
	Abril	20,2	90,43	68,6
	Maio	17,61	90,3	46,2
	Junho	18,76	91,4	0,8
	Julho	17,74	84,04	8,8
	Agosto	17,34	84,62	21,5
	Setembro	20,78	79,18	24,6
	Outubro	21,67	81,35	118,8
	Novembro	21,95	84,46	175,7
	Dezembro	23,46	87,9	342,8
2004	Janeiro	22,79	89,94	214,4

3.4 Coleta de dados

As coletas foram de 4/janeiro/2002 a 16/janeiro/2004, em armadilhas do tipo McPhail contendo atrativo alimentar proteico à base de torula, na concentração de 3,75% (três pastilhas de torula de 5 g cada uma, dissolvidas em 400 ml de água) em cada armadilha. Foram instaladas três armadilhas em cada pomar, sendo uma na parte central e as demais próximas à periferia do pomar em posições opostas.

A inspeção das armadilhas foi realizada semanalmente e o conteúdo levado ao laboratório do PRDTALP/APTA para realização da triagem dos insetos capturados. As moscas-das-frutas foram sexadas, contadas, etiquetadas e preservadas em etanol 70%. As coletas e triagens foram feitas pelo Dr. Miguel Francisco Souza Filho que, gentilmente, cedeu as amostras para a identificação e o desenvolvimento deste trabalho.

3.5 Identificação taxonômica

Foi baseada nos caracteres morfológicos das fêmeas, usando o padrão alar e torácico, mediotergito, subescutelo e, principalmente, o exame ventral do acúleo. Os espécimes coletados no pomar de goiaba foram identificados por Leandro J. Uchôa Lemos (detalhes em LEMOS, 2012).

3.6 Análise faunística

As comunidades de moscas-das-frutas foram caracterizadas por parâmetros faunísticos (dominância, abundância, frequência e constância, espécies predominantes, índices de riqueza, diversidade (H') e equitabilidade (E)), utilizando-se o programa ANAFAU versão 2.0 (v. SILVEIRA NETO et al., 2014).

- a) **Dominância**: uma espécie é considerada como dominante quando apresenta frequência superior a $1/S$, onde S é o número de espécies na área amostrada.
- b) **Abundância**: é o número de indivíduos por unidade de superfície ou volume e varia no espaço (de uma comunidade para outra) e no tempo (flutuações populacionais), podendo ser estimada adotando-se as seguintes classes: r (raro), d (disperso), c (comum), a (abundante), ma (muito abundante) ou sa (superabundante).

- c) Frequência (p): é a porcentagem de indivíduos de uma espécie com relação ao total de indivíduos.

$$p = \frac{n_i}{N} * 100$$

em que:

p = frequência da espécie i em percentagem;

n_i = número de indivíduos da espécie i ;

N = número total de indivíduos coletados na área amostrada, considerando as espécies coletadas nessa área.

- d) Constância (C): é a porcentagem de espécies presentes nos levantamentos efetuados, e foi determinada pela seguinte fórmula:

$$C = \frac{p}{N} * 100$$

em que:

C = constância em percentagem;

p = número de coletas contendo a espécie estudada;

N = número total de coletas efetuadas.

As espécies são classificadas como: w - constantes (presentes em mais de 50% das coletas), y - acessórias (presentes em 25-50% das coletas) ou z - acidentais (presentes em menos de 25% das coletas).

Índices de diversidade: medem a riqueza em espécies de uma comunidade:

- ✓ Índice de Margalef (α): é a relação entre o número de espécies e o número de indivíduos de uma comunidade.

$$\alpha = \frac{S - 1}{\ln N}$$

em que:

S = número de espécies;

N = número de indivíduos.

- ✓ Índice de Shannon-Weaner (H'): assume que uma amostra aleatória é retirada de uma população infinitamente grande, e que todas as espécies na população estão representadas na amostra.

$$H' = \sum_{i=1}^S p_i \log p_i$$

em que:

S = número de espécies;

p_i = proporção do número total de indivíduos consistindo das espécies.

- ✓ Equitabilidade (E): como a diversidade é máxima, quando todas as espécies dentro de uma comunidade são igualmente abundantes, uma medida de uniformidade é a relação entre a diversidade observada e o número total de espécies observadas.

$$E = \frac{H'}{\log S}$$

em que:

H' = Índice de Shannon-Weaner;

S = número total de espécies.

3.7 Índice fisiográfico

É o valor total obtido da soma de valores atribuídos às diferentes porcentagens da área total, onde se processa a amostragem (SILVEIRA NETO et al., 1976).

O cálculo do índice fisiográfico foi baseado em Silveira Neto et al. (1976): (i) determinou-se, na planta do terreno, a área de influência dos pomares (goiaba, nêspira e pêssago), onde foram instaladas as armadilhas, traçando-se um círculo de raio (=150 m), que abrangesse todos esses pomares e todos os outros detalhes da área (Figura 2); (ii) calculou-se a porcentagem da área total, ocupada por cada categoria do terreno demarcada; (iii) foram atribuídos valores arbitrários, denominados de graus fisiográficos, para cada um dos detalhes da área (categorias) do terreno abrangido, sem considerar as diferentes fases fenológicas das frutíferas; (iv) multiplicaram-se os valores dos graus fisiográficos pelas respectivas porcentagens da área de cada categoria, cujos valores foram somados, resultando no valor do índice fisiográfico (ϕ) geral da área de estudo (v. Item 4.3).

Para a obtenção dos índices fisiográficos mensais foram estabelecidos os graus fisiográficos por frutífera, cujos valores foram atribuídos arbitrariamente, levando-se em consideração a preferência das espécies de moscas-das-frutas em relação à espécie de frutífera. Foi dado peso maior para as espécies polífagas, para a capacidade competitiva (espécie exótica), para as espécies predominantes e para o estágio fenológico das plantas

hospedeiras. Posteriormente, para determinar a influência dos pomares de goiaba, nêspira e pêssgo na população das espécies predominantes de *Anastrepha* spp. e *C. capitata*, durante os dois anos de estudo (2002 e 2003), foram calculados os índices mensais para cada pomar, multiplicando-se a porcentagem de área abrangida (Figura 2) pelo grau fisiográfico correspondente ao estágio fenológico predominante no mês para cada espécie de mosca-das-frutas (v. Item 4.3).

Legenda	Área (m ²)
A. Goiaba (<i>Psidium guajava</i>)	4.545,50
B. Nêspira (<i>Eriobotrya japonica</i>)	4.615,00
C. Pêssego (<i>Prunus persica</i>)	4.438,00
D. Pêra (<i>Pyrus</i> sp.)	6.474,00
E. Caqui (<i>Diospyros</i> sp.)	1.050,00
F. Gramado	12.202,00
G. Mata nativa	15.352,54
H. Vegetação espontânea	17.036,79
I. Árvores	225,00
J. Construções e estradas	4.747,00
⊗ Armadilhas McPhail	-
Total	70.685,83

Figura 2 - Croqui da localização das armadilhas McPhail nos pomares de goiaba, nêspira e pêssego em Monte Alegre do Sul, São Paulo (seg. M.F. Souza-Filho)

3.8 Flutuação populacional

Os dados das flutuações populacionais foram corrigidos pelo coeficiente de população (P), que é definido como um coeficiente de captura no tempo (N) em função da média geométrica de toda a captura ($\bar{x}_g$) (EKK et al., 1980). Foram estudadas as flutuações apenas das espécies predominantes com base nas análises faunísticas.

Para detectar a influência de fatores sobre as flutuações populacionais das espécies predominantes, calculou-se uma regressão linear múltipla envolvendo o índice fisiográfico (ϕ) e os parâmetros climáticos – temperatura (T), umidade relativa (UR) e precipitação pluvial (P).

3.9 Padrão de sobreposição e coocorrência

3.9.1 Análises de sobreposição de nicho

Os dados coletados de cada pomar por ano foram organizados em matrizes temporais de abundância, em que cada linha representou uma espécie, cada coluna representou uma amostra e cada entrada correspondia à abundância proporcional de uma espécie em um período de amostragem. Dentro de uma linha (= espécies), essas proporções foram redimensionadas para somar 100 em todas as colunas (= datas de amostragem) para o respectivo ano. Para cada matriz, calculou-se a sobreposição de nicho *pairwise* média entre todos os possíveis pares de espécies, baseando-se em Pianka (1973) e Czechanowski (FEINSINGER; SPEARS; POOLE, 1981) como índices de sobreposição de nicho. Esses índices variam entre zero (0), para um par de espécies que não coocorre no tempo e um (1,0) para um par de espécies que apresenta máxima sobreposição temporal.

Foram utilizadas duas análises de modelos nulos para gerar a sobreposição de nicho esperado, assumindo que não há interações das espécies e igual adequação de diferentes intervalos de tempo. Primeiramente, utilizou-se Rosario Versão 1.0 (CASTRO-ARELLANO et al., 2010), para o tratamento de cada ano como um intervalo de tempo circular. Esse modelo nulo desloca a distribuição existente em torno do círculo, preservando o padrão observado de autocorrelação temporal dos dados. Os dados foram analisados também pelo algoritmo RA3 em EcoSim Versão 7.72 (GOTELLI; ENTSMINGER, 2012). Esse algoritmo altera a distribuição das abundâncias proporcionais para cada espécie entre os diferentes períodos de tempo e não é restrito a coincidir com a autocorrelação temporal observada. Para

cada análise (3 pomares x 2 anos), foram simuladas 1.000 comunidades nulas, criado o histograma de valores de sobreposição de nicho simulados e estimada a probabilidade dos dados observados sob a hipótese nula (p (sobreposição observada de nicho | H_0)).

3.9.2 Análises de coocorrência

Foram analisados padrões de coocorrência das espécies, utilizando os dados originais de abundância de cada espécie em uma amostra e os dados de incidência (presença ou ausência de cada espécie em uma amostra).

Os dados de abundância foram analisados com o *software* CoOccurrence versão 2.0 (ULRICH, 2006). Foi utilizado o modelo nulo IT, que reamostra as células da matriz proporcional às linhas e colunas totais observadas até que o total de abundâncias de linhas e colunas seja alcançado (ULRICH; GOTELLI, 2010). Os padrões de abundância de coocorrência foram quantificados com os índices *checker* e *anodf*. Esses índices são análogos às medidas usadas na análise de presença–ausência, e quantificam, respectivamente, o número de unidades *checkerboard* e o grau de aninhamento na matriz de abundância (ULRICH; GOTELLI, 2010).

Os dados de coleta de cada pomar por ano também foram organizados em matrizes binárias de presença–ausência, na qual cada linha representa uma espécie, cada coluna representa uma amostra e as entradas indicam a presença (1) ou ausência (0) de uma espécie no período de amostragem (MCCOY; HECK, 1987). Para cada matriz, o padrão de coocorrência para cada par de espécies foi resumido como *C-score* (STONE; ROBERTS, 1990), que mede o grau de agregação (baixo *C-score*) ou segregação (alto *C-score*) para um par de espécies.

A significância estatística para cada par de espécies foi calculada com o pacote estatístico PAIRS (ULRICH, 2008), utilizando o modelo nulo *fixed-fixed*. Esse algoritmo aleatoriza a ocorrência de presenças e ausências, mas preserva as somas de linhas e colunas da matriz original e tem boas propriedades estatísticas (GOTELLI, 2000). No entanto, com n espécies na matriz, existem $(n)(n-1)/2$ pares possíveis de espécies, e muitos desses pares não podem ser biologicamente ou estatisticamente independentes uns dos outros (GOTELLI; ULRICH, 2010). O *software* PAIRS ajusta para o grande número de testes pares significantes na análise. Foi utilizado o método de Limite de Confiança Empírico Bayes no PAIRS para ajustar os *p-values* para cada par de espécies (ULRICH, 2008).

Finalmente, uma vez identificados os pares estatisticamente significativos de espécies agregadas ou segregadas, foram realizados testes adicionais (BLOIS et al., in press) para determinar se o padrão de agregação ou segregação poderia ser atribuído às associações sazonais ou térmicas. Foi comparado pelo teste t, para cada par segregado, a data de amostragem (calendário Gregoriano) e a temperatura durante a coleta de amostras que continham uma das duas espécies (10) às amostras que continham as outras espécies (01). Se as datas foram estatisticamente diferentes para esses dois grupos de amostras, as duas espécies foram segregadas pela sazonalidade. Se as temperaturas foram estatisticamente diferentes para esses dois grupos de amostras, o par de espécies foi segregado pela temperatura. Se nem a temperatura e nem a data foram significativamente diferentes, o par de espécies segregou no tempo, mas as presenças e ausências formaram um *checkerboard* temporal e não segregaram sazonalmente ou pela temperatura durante a amostragem.

Para cada par agregado, foi realizado um conjunto análogo de cálculos, mas dessa vez compararam-se a data de amostragem e a temperatura no período de amostragem, que continham ambas as espécies (11) com aquelas que não continham nenhuma espécie (00). Essas análises revelaram se as agregações de espécies podem ser atribuídas à sazonalidade ou afinidades de temperatura similares. Os dados para a associação de *A. obliqua* e *C. capitata* no pomar de nespereira ilustram como foram analisadas a temperatura e a data de amostragem, para cada par significativo de espécies (Figura 11). Nesse exemplo, as duas espécies foram coletadas em temperaturas semelhantes ao longo do ano (teste de temperatura, $p = 0,42$), mas uma vez que *C. capitata* começou a ocorrer na segunda metade do ano, a ocorrência de *A. obliqua* foi bastante reduzida (teste de sazonalidade; $p < 10^{-9}$). Os gráficos foram criados no *software* R versão 3.0.1 (R CORE TEAM, 2013).

4 RESULTADOS

Foram realizadas 106 coletas nos três pomares, totalizando 25.872 espécimes de *Ceratitis capitata* (21.252 fêmeas e 4.620 machos) e 89.958 do gênero *Anastrepha* (48.042 fêmeas e 41.916 machos). Foram coletados 4.536 espécimes (3.556 fêmeas e 980 machos) de *C. capitata* no pomar de goiaba, 10.440 (8.449 fêmeas e 1.991 machos) no de nêspera e 10.896 (9.247 fêmeas e 1.649 machos) no pomar de pêssego. Foram coletados 30.543 espécimes (15.797 fêmeas e 14.746 machos) de *Anastrepha* no pomar de goiaba, 54.118 (29.300 fêmeas e 24.818 machos) no de nêspera e 5.297 espécimes (2.945 fêmeas e 2.352 machos) no de pêssego.

4.1 Análise faunística

Treze espécies de *Anastrepha* foram capturadas no pomar de goiaba (Tabela 3), 19 no de nêspera (Tabela 4) e seis no de pêssego (Tabela 5), além de *C. capitata*. As espécies predominantes, portanto, classificadas como super nos quatro parâmetros quantitativos (dominância, abundância, frequência e constância) nas análises faunísticas, foram *A. fraterculus*, *A. sororcula*, *A. bistrigata*, *A. obliqua* e *C. capitata* (Tabelas 3 a 5).

Anastrepha fraterculus foi predominante nos três pomares estudados em todos os anos, exceto em 2003 no pomar de pêssego, onde não houve espécie predominante (Tabelas 3 a 5). *Anastrepha sororcula* foi predominante apenas no pomar de nêspera em 2002 (Tabela 4) e *A. bistrigata* nos pomares de goiaba (Tabela 3) e nêspera (Tabela 4) nos dois anos (2002 e 2003). *Anastrepha obliqua* foi predominante apenas no pomar de nêspera em ambos os anos (Tabela 4). *Ceratitis capitata* foi predominante no pomar de goiaba em 2003 (Tabela 3), no de nêspera em 2002 e 2003 (Tabela 4) e no de pêssego em 2002 (Tabela 5).

Traçando-se um paralelo entre *A. fraterculus* e *C. capitata*, espécies mais abundantes, tem-se que no pomar de goiaba foram coletados 7.938 (70%) e 6.476 (80%) fêmeas de *A. fraterculus*; e 2.692 (23%) e 864 (10%) fêmeas de *C. capitata* em 2002 e 2003, respectivamente (Tabela 3). No pomar de nêspera *A. fraterculus* correspondeu a 16.884 (70%) e 10.908 (78%); e *C. capitata* correspondeu a 6.162 (25%) e 2.287 (16%) em 2002 e 2003, respectivamente (Tabela 4). No pomar de pêssego, obteve-se 1.461 (18%) e 1.224 (27%) fêmeas de *A. fraterculus*; e 6.185 (79%) e 3.062 (69%) fêmeas de *C. capitata* em 2002 e 2003, respectivamente (Tabela 5).

Em relação à característica da comunidade, houve diferença significativa pelo índice de diversidade (H), nos dois anos de estudo, nos três pomares (Tabela 6). Houve maior diversidade de moscas-das-frutas no pomar de goiaba em 2003 do que em 2002, entretanto, o contrário ocorreu nos pomares de nêspera e pêssago. Esses resultados foram reforçados pelo índice de riqueza (Tabela 6).

Pelo índice de equitabilidade, a distribuição das espécies ocorreu mais uniformemente em 2003 em goiaba e em nêspera do que em 2002, mas ocorreu o contrário no pomar de pêssago (Tabela 6).

Tabela 3 - Análise faunística de moscas-das-frutas coletadas em armadilha McPhail em pomar de goiaba em Monte Alegre do Sul, SP, em 2002 e 2003

Espécies	2002						2003					
	n	%	D	A	F	C	n	%	D	A	F	C
<i>A. fraterculus</i>	*7.938	70,298	sd	sa	sf	w	*6.476	80,337	sd	sa	sf	w
<i>A. sororcula</i>	38	0,337	sd	sa	sf	y	31	0,385	sd	sa	sf	y
<i>A. bistrigata</i>	*503	4,454	sd	sa	sf	w	*300	3,722	sd	sa	sf	w
<i>A. obliqua</i>	107	0,948	sd	sa	sf	y	381	4,726	sd	sa	sf	y
<i>A. grandis</i>	4	0,035	nd	ma	mf	z	1	0,012	nd	c	f	z
<i>A. pseudoparallela</i>	1	0,009	nd	d	pf	z	1	0,012	nd	c	f	z
<i>A. bahiensis</i>	1	0,009	nd	d	pf	z	1	0,012	nd	c	f	z
<i>A. barbiellinii</i>	1	0,009	nd	d	pf	z	1	0,012	nd	c	f	z
<i>A. distincta</i>	4	0,035	nd	ma	mf	z	-	-	-	-	-	-
<i>A. montei</i>	-	-	-	-	-	-	2	0,025	nd	ma	mf	z
<i>A. zenildae</i>	-	-	-	-	-	-	2	0,025	nd	ma	mf	z
<i>A. pickeli</i>	3	0,027	nd	c	f	z	-	-	-	-	-	-
<i>A. elegans</i>	-	-	-	-	-	-	1	0,012	nd	c	f	z
<i>C. capitata</i>	2.692	23,840	sd	sa	sf	y	*864	10,718	sd	sa	sf	w

D = Dominância – sd: superdominante, d: dominante, nd: não dominante; A = Abundância – sa: superabundante, ma: muito abundante, c: comum, d: dispersa; F = Frequência – sf: superfrequente, mf: muito frequente, f: frequente, pf: pouco frequente; C = Constância – w: constante, y: acessória, z: acidental; *espécies predominantes; n = número de espécimes

Tabela 4 - Análise faunística de moscas-das-frutas coletadas em armadilha McPhail em pomar de nêspera em Monte Alegre do Sul, SP, em 2002 e 2003

Espécies	2002						2003					
	n	%	D	A	F	C	n	%	D	A	F	C
<i>A. fraterculus</i>	*16.884	70,662	sd	sa	sf	w	*10.908	78,735	sd	sa	sf	w
<i>A. sororcula</i>	*402	1,682	sd	sa	sf	w	84	0,606	sd	sa	sf	y
<i>A. bistrigata</i>	*281	1,176	sd	sa	sf	w	*253	1,826	sd	sa	sf	w
<i>A. obliqua</i>	*83	0,347	sd	sa	sf	w	*288	2,079	sd	sa	sf	w
<i>A. grandis</i>	23	0,096	sd	sa	sf	y	9	0,065	d	ma	mf	y
<i>A. pseudoparallela</i>	12	0,050	d	ma	mf	y	7	0,051	d	ma	mf	y
<i>A. bahiensis</i>	27	0,113	sd	sa	sf	y	6	0,043	d	c	f	z
<i>A. barbiellinii</i>	1	0,004	nd	c	f	z	5	0,036	nd	c	f	z
<i>A. consobrina</i>	1	0,004	nd	c	f	z	2	0,014	nd	d	pf	z
<i>A. distincta</i>	5	0,021	nd	a	mf	z	-	-	-	-	-	-
<i>A. serpentina</i>	4	0,017	nd	c	f	z	-	-	-	-	-	-
<i>A. montei</i>	1	0,004	nd	c	f	z	-	-	-	-	-	-
<i>A. punctata</i>	1	0,004	nd	c	f	z	-	-	-	-	-	-
<i>A. amita</i>	1	0,004	nd	c	f	z	-	-	-	-	-	-
<i>A. leptozona</i>	1	0,004	nd	c	f	z	-	-	-	-	-	-
<i>A. dissimilis</i>	-	-	-	-	-	-	1	0,007	nd	r	pf	z
<i>A. daciformis</i>	-	-	-	-	-	-	1	0,007	nd	r	pf	z
<i>A. zenildae</i>	2	0,008	nd	c	f	z	3	0,022	nd	c	f	z
<i>A. turpiniae</i>	3	0,013	nd	c	f	z	-	-	-	-	-	-
<i>C. capitata</i>	*6.162	25,79	sd	sa	sf	w	*2.287	16,508	sd	sa	sf	w

D = Dominância – sd: superdominante, d: dominante, nd: não dominante; A = Abundância – sa: superabundante, ma: muito abundante, a: abundante, c: comum, d: dispersa, r: rara; F = Frequência – sf: superfrequente, mf: muito frequente, f: frequente, pf: pouco frequente; C = Constância – w: constante, y: acessória, z: acidental; *espécies predominantes; n = número de espécimes

Tabela 5 - Análise faunística de moscas-das-frutas coletadas em armadilha McPhail em pomar de pêssego em Monte Alegre do Sul, SP, em 2002 e 2003

Espécies	2002						2003					
	n	%	D	A	F	C	n	%	D	A	F	C
<i>A. fraterculus</i>	*1.461	18,793	sd	sa	sf	w	1.224	27,705	d	ma	f	w
<i>A. sororcula</i>	101	1,299	d	ma	mf	y	89	2,014	d	ma	f	y
<i>A. bistrigata</i>	18	0,232	d	ma	f	y	25	0,566	d	ma	f	y
<i>A. obliqua</i>	5	0,064	nd	ma	f	y	14	0,317	d	ma	f	y
<i>A. grandis</i>	3	0,039	nd	ma	f	z	4	0,091	nd	ma	f	z
<i>A. pseudoparallela</i>	1	0,013	nd	ma	f	z	-	-	-	-	-	-
<i>C. capitata</i>	*6.185	79,560	sd	sa	sf	w	3.062	69,307	d	ma	mf	y

D = Dominância – sd: superdominante, d: dominante, nd: não dominante; A = Abundância – sa: superabundante, ma: muito abundante; F = Frequência – sf: superfrequente, mf: muito frequente, f: frequente; C = Constância – w: constante, y: acessória, z: acidental; *espécies predominantes; n = número de espécimes

Tabela 6 - Índices faunísticos de espécies de moscas-das-frutas capturadas em armadilhas tipo McPhail em pomares de goiaba, nêspera e pêssgo em Monte Alegre do Sul, SP, de jan./2002 a jan./2004

	Goiaba		Nêspera		Pêssego	
	2002	2003	2002	2003	2002	2003
Número total de espécimes	1.1292	8.061	23.894	13.854	7.774	4.418
Número de espécies	11	12	18	13	7	6
Característica da comunidade						
Índice de Diversidade (H)	1,6115	1,8892	1,9628	1,8535	0,7153	0,7422
Intervalo de Confiança de H ($p=0,05$)	[1,5331- 1,6898]	[1,8126- 1,9656]	[1,9053- 2,0202]	[1,8191- 1,8878]	[0,6997- 0,7309]	[0,7418- 0,7425]
Índice de Riqueza (Margalef)	1,8946	2,7307	2,8854	1,985	0,8244	0,5957
Índice de Uniformidade (E)	0,8994	0,9708	0,8186	0,8914	0,4445	0,4142

4.2 Índices fisiográficos

O pomar de nêspera é ligeiramente maior que os demais, ocupando 6,53% da área, seguido do pomar de goiaba (6,43%) e do pomar de pêssgo (6,28%) (Tabela 7).

O índice fisiográfico geral da área de estudo foi 370,8 (Tabela 7). Considerando o estágio fenológico das frutíferas (Tabela 8), porcentagem de área abrangida (Tabela 7), a preferência hospedeira das espécies predominantes e a capacidade competitiva delas, obtiveram-se os valores dos índices fisiográficos mensais para cada pomar (Tabelas 9 a 11).

As equações de regressão linear múltipla para estimar a influência do índice fisiográfico (φ), temperatura (T), umidade relativa (UR) e precipitação pluvial (P) na flutuação populacional das espécies predominantes (*A. fraterculus*, *A. sororcula*, *A. bistrigata*, *A. obliqua* e *C. capitata*), foram:

No pomar de goiaba houve diferença significativa quanto ao índice fisiográfico e umidade relativa apenas para *A. bistrigata* e *C. capitata*, respectivamente:

✓ *Anastrepha bistrigata*

$$\alpha = -86,81 + 1,65 \varphi \quad (p = 0,033)$$

$$R^2 = 39,8\% (\varphi)$$

✓ *Ceratitis capitata*

$$\alpha = 5291,73 - 46,92 \text{ UR} \quad (p = 0,018)$$

$$R^2 = 54,8\% (\text{UR})$$

No pomar de nêspira houve diferença significativa quanto ao índice fisiográfico e a umidade relativa para *A. fraterculus*, *A. bistrigata* e *C. capitata*:

✓ *Anastrepha fraterculus*

$$\alpha = 7932,79 - 96,41 \text{ UR } (p = 0,02)$$

$$R^2 = 45,8\% \text{ (UR)}$$

✓ *Anastrepha bistrigata*

$$\alpha = -231,5 + 2,66 \text{ UR } (p = 0,019)$$

$$R^2 = 34,4\% \text{ (UR)}$$

✓ *Ceratitis capitata*

$$\alpha = 8411,27 - 99,78 \text{ UR } (p = 0,004)$$

$$R^2 = 79,4\% \text{ (UR)}$$

No pomar de pêssago, não houve diferença significativa para as espécies estudadas. Entre as espécies predominantes, apenas para *A. sororcula* e *A. obliqua* não houve influência dos fatores analisados.

Tabela 7 – Porcentagem da área, graus e índice fisiográfico geral da área de localização das armadilhas McPhail nos pomares de goiaba, nêspera e pêssago em Monte Alegre do Sul, São Paulo

Legenda	Áreas (%)	Índices fisiográficos	
		Graus	Contagens
A. Goiaba (<i>Psidium guajava</i>)	6,43	8	51,44
B. Nêspera (<i>Eriobotrya japonica</i>)	6,53	8	52,24
C. Pêssego (<i>Prunus persica</i>)	6,28	8	50,24
D. Pêra (<i>Pyrus</i> sp.)	9,16	6	54,96
E. Caqui (<i>Diospyros</i> sp.)	1,49	6	8,94
F. Gramado	17,26	1	17,26
G. Mata nativa	21,72	4	86,88
H. Vegetação espontânea	24,10	2	48,20
I. Árvores	0,32	2	0,64
J. Construções e estradas	6,71	0	0
⊗ Armadilhas McPhail	-	-	-
Total	100	φ	= 370,8

Tabela 8 - Graus fisiográficos por espécies de moscas-das-frutas em função da fenologia das espécies de frutíferas

Fenologia	<i>A. fraterculus</i>	<i>A. sororcula</i>	<i>A. bistrigata</i>	<i>A. obliqua</i>	<i>C. capitata</i>
Goiabeira					
vegetativo	2	2	2	2	2
florescimento	4	4	4	4	4
frutos em desenvolvimento	10	10	6	6	6
frutos maduros	12	12	8	8	8
Nespereira					
vegetativo	2	2	2	2	2
florescimento	4	4	4	4	4
frutos em desenvolvimento	10	8	4	4	8
frutos maduros	12	10	6	6	12
Pessegueiro					
vegetativo	2	2	2	2	2
repouso fisiológico	1	1	1	1	1
florescimento / folhas	4	4	4	4	4
frutos em desenvolvimento	10	4	4	4	8
frutos maduros	12	6	6	6	12

Tabela 9 - Índices fisiográficos (φ) mensais da goiabeira associado à sua fenologia e à população de espécies de moscas-das-frutas em Monte Alegre do Sul, SP, de jan./2002 a jan./2004

Meses	Estádios fenológicos	Áreas (%)	<i>A. fraterculus</i>		<i>A. sororcula</i>		<i>A. bistrigata</i>		<i>A. obliqua</i>		<i>C. capitata</i>	
			GF*	φ	GF	φ	GF	φ	GF	φ	GF	φ
jan.	frutos em desenv.	6.43	10	64.3	10	64.3	6	38.58	6	38.58	6	38.58
fev.	frutos maduros	6.43	12	77.16	12	77.16	8	51.44	8	51.44	8	51.44
mar.	frutos maduros	6.43	12	77.16	12	77.16	8	51.44	8	51.44	8	51.44
abr.	frutos maduros	6.43	12	77.16	12	77.16	8	51.44	8	51.44	8	51.44
mai.	frutos maduros	6.43	12	77.16	12	77.16	8	51.44	8	51.44	8	51.44
jun.	vegetativo	6.43	2	12.86	2	12.86	2	12.86	2	12.86	2	12.86
jul.	vegetativo	6.43	2	12.86	2	12.86	2	12.86	2	12.86	2	12.86
ago.	vegetativo	6.43	2	12.86	2	12.86	2	12.86	2	12.86	2	12.86
set.	vegetativo	6.43	2	12.86	2	12.86	2	12.86	2	12.86	2	12.86
out.	florescimento	6.43	4	25.72	4	25.72	4	25.72	4	25.72	4	25.72
nov.	florescimento	6.43	4	25.72	4	25.72	4	25.72	4	25.72	4	25.72
dez.	frutos em desenv.	6.43	10	64.3	10	64.3	6	38.58	6	38.58	6	38.58
jan.	frutos em desenv.	6.43	10	64.3	10	64.3	6	38.58	6	38.58	6	38.58
fev.	frutos maduros	6.43	12	77.16	12	77.16	8	51.44	8	51.44	8	51.44
mar.	frutos maduros	6.43	12	77.16	12	77.16	8	51.44	8	51.44	8	51.44
abr.	frutos maduros	6.43	12	77.16	12	77.16	8	51.44	8	51.44	8	51.44
mai.	frutos maduros	6.43	12	77.16	12	77.16	8	51.44	8	51.44	8	51.44
jun.	vegetativo	6.43	2	12.86	2	12.86	2	12.86	2	12.86	2	12.86
jul.	vegetativo	6.43	2	12.86	2	12.86	2	12.86	2	12.86	2	12.86
ago.	vegetativo	6.43	2	12.86	2	12.86	2	12.86	2	12.86	2	12.86
set.	vegetativo	6.43	2	12.86	2	12.86	2	12.86	2	12.86	2	12.86
out.	florescimento	6.43	4	25.72	4	25.72	4	25.72	4	25.72	4	25.72
nov.	florescimento	6.43	4	25.72	4	25.72	4	25.72	4	25.72	4	25.72
dez.	frutos em desenv.	6.43	10	64.3	10	64.3	6	38.58	6	38.58	6	38.58
jan.	frutos em desenv.	6.43	10	64.3	10	64.3	6	38.58	6	38.58	6	38.58

* Grau fisiográfico

Tabela 10 - Índices fisiográficos (φ) mensais da nespereira associado à sua fenologia e à população de espécies de moscas-das-frutas em Monte Alegre do Sul, SP, de jan./2002 a jan./2004

Meses	Estádios fenológicos	Áreas (%)	<i>A. fraterculus</i>		<i>A. sororcula</i>		<i>A. bistrigata</i>		<i>A. obliqua</i>		<i>C. capitata</i>	
			GF*	φ	GF	φ	GF	φ	GF	φ	GF	φ
jan.	vegetativo	6.53	2	13.06	2	13.06	2	13.06	2	13.06	2	13.06
fev.	florescimento	6.53	4	26.12	4	26.12	4	26.12	4	26.12	4	26.12
mar.	frutos em desenv.	6.53	10	65.3	8	52.24	4	26.12	4	26.12	8	52.24
abr.	frutos em desenv.	6.53	10	65.3	8	52.24	4	26.12	4	26.12	8	52.24
mai.	frutos maduros	6.53	12	78.36	10	65.3	6	39.18	6	39.18	12	78.36
jun.	frutos maduros / florescimento	6.53	12	78.36	10	65.3	6	39.18	6	39.18	12	78.36
jul.	frutos em desenv.	6.53	10	65.3	8	52.24	4	26.12	4	26.12	8	52.24
ago.	frutos em desenv.	6.53	10	65.3	8	52.24	4	26.12	4	26.12	8	52.24
set.	frutos maduros	6.53	12	78.36	10	65.3	6	39.18	6	39.18	12	78.36
out.	frutos maduros	6.53	12	78.36	10	65.3	6	39.18	6	39.18	12	78.36
nov.	vegetativo	6.53	2	13.06	2	13.06	2	13.06	2	13.06	2	13.06
dez.	vegetativo	6.53	2	13.06	2	13.06	2	13.06	2	13.06	2	13.06
jan.	vegetativo	6.53	2	13.06	2	13.06	2	13.06	2	13.06	2	13.06
fev.	florescimento	6.53	4	26.12	4	26.12	4	26.12	4	26.12	4	26.12
mar.	frutos em desenv.	6.53	10	65.3	8	52.24	4	26.12	4	26.12	8	52.24
abr.	frutos em desenv.	6.53	10	65.3	8	52.24	4	26.12	4	26.12	8	52.24
mai.	frutos maduros	6.53	12	78.36	10	65.3	6	39.18	6	39.18	12	78.36
jun.	frutos maduros / florescimento	6.53	12	78.36	10	65.3	6	39.18	6	39.18	12	78.36
jul.	frutos em desenv.	6.53	10	65.3	8	52.24	4	26.12	4	26.12	8	52.24
ago.	frutos em desenv.	6.53	10	65.3	8	52.24	4	26.12	4	26.12	8	52.24
set.	frutos maduros	6.53	12	78.36	10	65.3	6	39.18	6	39.18	12	78.36
out.	frutos maduros	6.53	12	78.36	10	65.3	6	39.18	6	39.18	12	78.36
nov.	vegetativo	6.53	2	13.06	2	13.06	2	13.06	2	13.06	2	13.06
dez.	vegetativo	6.53	2	13.06	2	13.06	2	13.06	2	13.06	2	13.06
jan.	vegetativo	6.53	2	13.06	2	13.06	2	13.06	2	13.06	2	13.06

* Grau fisiográfico

Tabela 11 - Índices fisiográficos (φ) mensais do pessegueiro associado à sua fenologia e à população de espécies de moscas-das-frutas em Monte Alegre do Sul, SP, de jan./2002 a jan./2004

Meses	Estádios fenológicos	Áreas (%)	<i>A. fraterculus</i>		<i>A. sororcula</i>		<i>A. bistrigata</i>		<i>A. obliqua</i>		<i>C. capitata</i>	
			GF*	φ	GF	φ	GF	φ	GF	φ	GF	φ
jan.	vegetativo	6.28	2	12.56	2	12.56	2	12.56	2	12.56	2	12.56
fev.	vegetativo	6.28	2	12.56	2	12.56	2	12.56	2	12.56	2	12.56
mar.	vegetativo	6.28	2	12.56	2	12.56	2	12.56	2	12.56	2	12.56
abr.	vegetativo	6.28	2	12.56	2	12.56	2	12.56	2	12.56	2	12.56
mai.	repouso	6.28	1	6.28	1	6.28	1	6.28	1	6.28	1	6.28
jun.	florescimento / folhas	6.28	4	25.12	4	25.12	4	25.12	4	25.12	4	25.12
jul.	frutos em desenv.	6.28	10	62.8	4	25.12	4	25.12	4	25.12	8	50.24
ago.	frutos em desenv.	6.28	10	62.8	4	25.12	4	25.12	4	25.12	8	50.24
set.	frutos maduros	6.28	12	75.36	6	37.68	6	37.68	6	37.68	12	75.36
out.	frutos maduros	6.28	12	75.36	6	37.68	6	37.68	6	37.68	12	75.36
nov.	frutos maduros	6.28	12	75.36	6	37.68	6	37.68	6	37.68	12	75.36
dez.	vegetativo	6.28	2	12.56	2	12.56	2	12.56	2	12.56	2	12.56
jan.	vegetativo	6.28	2	12.56	2	12.56	2	12.56	2	12.56	2	12.56
fev.	vegetativo	6.28	2	12.56	2	12.56	2	12.56	2	12.56	2	12.56
mar.	vegetativo	6.28	2	12.56	2	12.56	2	12.56	2	12.56	2	12.56
abr.	vegetativo	6.28	2	12.56	2	12.56	2	12.56	2	12.56	2	12.56
mai.	repouso	6.28	1	6.28	1	6.28	1	6.28	1	6.28	1	6.28
jun.	florescimento / folhas	6.28	4	25.12	4	25.12	4	25.12	4	25.12	4	25.12
jul.	frutos em desenv.	6.28	10	62.8	4	25.12	4	25.12	4	25.12	8	50.24
ago.	frutos em desenv.	6.28	10	62.8	4	25.12	4	25.12	4	25.12	8	50.24
set.	frutos maduros	6.28	12	75.36	6	37.68	6	37.68	6	37.68	12	75.36
out.	frutos maduros	6.28	12	75.36	6	37.68	6	37.68	6	37.68	12	75.36
nov.	frutos maduros	6.28	12	75.36	6	37.68	6	37.68	6	37.68	12	75.36
dez.	vegetativo	6.28	2	12.56	2	12.56	2	12.56	2	12.56	2	12.56
jan.	vegetativo	6.28	2	12.56	2	12.56	2	12.56	2	12.56	2	12.56

* Grau fisiográfico

4.3 Flutuação populacional

Foram analisadas apenas as espécies classificadas como predominantes nas análises faunísticas em cada pomar e ano de levantamento (Tabelas 3 a 5). Além disso, foram considerados como picos populacionais aqueles com coeficiente de população igual ou superior a dois.

No pomar de goiaba, em 2002, *A. fraterculus* apresentou um pico populacional em abril, com acme em setembro e *A. bistrigata* teve o acme em abril e um pico em agosto

(Figura 3). Em 2003, *A. fraterculus* teve resultado semelhante ao ano anterior; entretanto *A. bistrigata* apresentou apenas um pico populacional em março e *C. capitata*, em setembro (Figura 4).

No pomar de nêspira, em 2002, *A. fraterculus* apresentou um pico populacional entre abril e maio, com acme em agosto; *A. bistrigata* apresentou um pico em maio; *A. obliqua* teve o acme em março e um pico em maio; *A. sororcula* apresentou o acme em agosto e um pico em novembro; *C. capitata* apresentou apenas um pico em outubro (Figura 5). Em 2003, os resultados foram semelhantes ao ano anterior. *A. fraterculus* apresentou um pico populacional em abril, com acme em setembro; *A. bistrigata* com o acme entre março e abril e um pico em julho; *A. obliqua*, um pico em abril e *C. capitata*, um pico em setembro (Figura 6).

No pomar de pêssgo, apenas em 2002, houve espécies predominantes, sendo que *A. fraterculus* apresentou apenas um pico em setembro e *C. capitata*, em outubro (Figura 7).

Figura 3 - Flutuação populacional de espécies de moscas-das-frutas capturadas em armadilhas tipo McPhail em pomar de goiaba em Monte Alegre do Sul, SP, de jan./2002 a jan./2003. O número de indivíduos foi corrigido pelo coeficiente de população

Figura 4 - Flutuação populacional de espécies de moscas-das-frutas capturadas em armadilhas tipo McPhail em pomar de goiaba em Monte Alegre do Sul, SP, de jan./2003 a jan./2004. O número de indivíduos foi corrigido pelo coeficiente de população

Figura 5 - Flutuação populacional de espécies de moscas-das-frutas capturadas em armadilhas tipo McPhail em pomar de nêspera em Monte Alegre do Sul, SP, de jan./2002 a jan./2003. O número de indivíduos foi corrigido pelo coeficiente de população

Figura 6 - Flutuação populacional de espécies de moscas-das-frutas capturadas em armadilhas tipo McPhail em pomar de nêspera em Monte Alegre do Sul, SP, de jan./2003 a jan./2004. O número de indivíduos foi corrigido pelo coeficiente de população

Figura 7 - Flutuação populacional de espécies de moscas-das-frutas capturadas em armadilhas tipo McPhail em pomar de pêsego em Monte Alegre do Sul, SP, de jan./2002 a jan./2003. O número de indivíduos foi corrigido pelo coeficiente de população

4.4 Padrão de sobreposição e coocorrência

Os padrões de abundância de moscas-das-frutas mostraram forte relação com a temperatura em 2002 e 2003 em todos os pomares (Figura 9).

As séries temporais dos dados de abundância mostraram padrão semelhante nos pomares, onde houve aumento no número de moscas-das-frutas entre março a maio e agosto a novembro. Os dados de riqueza de espécies não apresentaram um padrão regular ao longo do ano (Figura 10).

4.4.1 Padrão de sobreposição de nicho

Comparando os modelos nulos Rosário e algoritmo RA3, a sobreposição média de pares de nichos foi significativamente maior do que o esperado ao acaso em todos os três pomares em cada ano (Tabela 12). Os resultados não diferiram usando os índices de sobreposição Czechanowski ou Pianka.

Tabela 12 - Sobreposição temporal de nicho observado e esperado e *p value* com base em 1.000 aleatorizações para populações de moscas-das-frutas amostradas em três pomares em dois anos, em Monte Alegre do sul, SP

Pomares/Anos	Observado	Esperado	<i>p value</i>
Goiaba/2002	0.20304	0.11051	<0.001
Goiaba/2003	0.14721	0.07252	0.001
Nêspera/2002	0.12844	0.09959	0.005
Nêspera/2003	0.20217	0.11595	<0.001
Pêssego/2002	0.16114	0.09668	0.024
Pêssego/2003	0.36424	0.12663	<0.001

4.4.2 Padrão de coocorrência

O número de espécies de moscas-das-frutas variou nos dois anos entre os pomares: 11 espécies em 2002 e 12 em 2003 no pomar de goiaba; 18 e 13 no de nêspera; 7 e 6 no de pêssego. Nas análises de abundância, as simulações indicaram que o padrão de coocorrência, baseado no algoritmo de aleatorização IT, foi similar em todos os pomares em 2002 e 2003 (Tabela 13). Nas análises baseadas nos dados de presença-ausência, foram obtidos 11 pares de

espécies significantes segregados e agregados do algoritmo *fixed-fixed* do modelo nulo (Tabela 14).

No pomar de goiaba, em 2002, houve três pares de espécies não aleatórios, dos quais dois segregaram (*C. capitata* x *A. obliqua* e *C. capitata* x *A. grandis*) e um agregou (*A. obliqua* x *A. distincta*). Em 2003, o padrão foi similar, com dois pares segregados de espécies (*C. capitata* x *A. obliqua* e *C. capitata* x *A. sororcula*) e um par agregado (*A. obliqua* x *A. sororcula*). No pomar de nêspera, em 2002, houve quatro significantes pares segregados de espécies (*C. capitata* x *A. obliqua*, *C. capitata* x *A. grandis*, *A. bistrigata* x *A. pseudoparallela* e *A. sororcula* x *A. pseudoparallela*) e dois pares agregados de espécies (*A. sororcula* x *A. bistrigata* e *A. obliqua* x *A. grandis*). Em 2003, houve dois pares segregados (*C. capitata* x *A. obliqua* e *A. obliqua* x *A. pseudoparallela*) e um par agregado (*A. obliqua* x *A. sororcula*). No pomar de pêssago, em 2002, houve dois pares segregados de espécies (*C. capitata* x *A. bistrigata*) e um par agregado (*C. capitata* x *A. sororcula*). Em 2003, houve apenas um par agregado (*C. capitata* x *A. sororcula*) (Tabela 14, Figuras 11 e 12).

Um dos pares de espécies (*A. obliqua* x *C. capitata*), no pomar de nêspera, foi escolhido para mostrar como foi testada a significância de pares de espécies relacionados com os dados de temperatura e data de amostragem (Figura 11, Tabela 15).

Tabela 13 - Valores de Z de matriz de presença-ausência (*C-score* e *NODF*) pelo modelo nulo *fixed-fixed* e matriz de abundância (*Checker* e *Anodf*) pelo modelo nulo IT de espécies de moscas-das-frutas em pomares de goiaba, nêspera e pêssago em Monte Alegre do Sul, SP, em 2002 e 2003

Pomares/Anos	Matriz de presença-ausência		Matriz de abundância	
	C-score	NODF	Checker	Anodf
Goiaba/2002	3,20	-2,18	5,84	-2,19
Goiaba/2003	4,74	-2,21	6,50	-3,64
Nêspera/2002	8,47	-8,23	11,96	-8,07
Nêspera/2003	3,60	-2,42	4,96	-4,85
Pêssago/2002	3,42	-3,10	4,05	-3,51
Pêssago/2003	4,20	-2,38	5,64	-2,76

5 DISCUSSÃO

A grande diferença, no número de espécimes de *Anastrepha* entre os pomares de nêspera (54.118) e pêssego (5.297), pode estar associada à fenologia da cultura. No pomar de nêspera, houve dois períodos de frutificação anualmente (maio-junho e setembro-outubro). No pomar de pêssego, além de apenas um período de frutificação (setembro-novembro), ocorreu um período de repouso (maio), portanto, sem condições favoráveis às moscas-das-frutas (Figura 1). No pomar de goiaba, foram obtidos 30.543 espécimes de *Anastrepha* e, apesar da cultura apresentar apenas um período de frutificação por ano (fevereiro a maio), a arquitetura da planta oferece abrigo a esses insetos durante todo o ano, ao contrário do pomar de pêssego. Além disso, as linhagens de goiaba mostraram-se altamente suscetíveis ao ataque de moscas-das-frutas (RAGA et al., 2006).

Nos pomares de nêspera (10.440) e pêssego (10.896) o número de espécimes de *C. capitata* foi muito próximo, quando comparado ao pomar de goiaba (4.536), que correspondeu a menos da metade. Isso evidencia a preferência da mosca-do-mediterrâneo por nêspera e pêssego. Esses dados de armadilhas foram confirmados pelos dados obtidos diretamente dos frutos na mesma estação experimental (SOUZA-FILHO et al., 2009). Entretanto, a proporção de *C. capitata* foi menor quando comparado a de *Anastrepha* spp. em todos os pomares, provavelmente devido ao seu comportamento sazonal (SOUZA-FILHO et al., 2009).

5.1 Análise faunística

Entre as 35 espécies de *Anastrepha* registradas para o estado de São Paulo (ZUCCHI, 2008), 21 foram capturadas neste estudo (Tabelas 3 a 5), além de *C. capitata*. Sete espécies de *Anastrepha* destacam-se pela importância econômica: *A. fraterculus*, *A. grandis*, *A. obliqua*, *A. pseudoparallela*, *A. sororcula*, *A. striata* e *A. zenildae* (ZUCCHI, 2000a).

O maior número de espécies foi obtido no pomar de nêspera (Tabela 3), seguido do pomar de goiaba (Tabela 1) e do pomar de pêssego (Tabela 5). Apesar do maior número de espécies obtidas no pomar de nêspera, apenas quatro estão associadas a essa cultura no Brasil, *A. fraterculus*, *A. obliqua*, *A. sororcula* e *C. capitata* (ZUCCHI, 2008, 2012). Embora se tenha obtido menor número de espécies comparado ao pomar de nêspera, 15 espécies de *Anastrepha* estão associadas à cultura da goiaba no País (ZUCCHI, 2008), das quais apenas oito foram coletadas no pomar de goiabeira neste estudo – *A. bahiensis*, *A. bistrigata*, *A.*

distincta, *A. fraterculus*, *A. obliqua*, *A. pseudoparallela*, *A. sororcula* e *A. zenildae* –, além de *C. capitata*. No pomar de pêssego, foi coletado o menor número de espécies quando comparado aos demais, entretanto, apenas três espécies de moscas-das-frutas (*A. fraterculus*, *A. turpiniae* e *C. capitata*) desenvolvem-se no pêssego no Brasil (ZUCCHI, 2008). O baixo número de espécies no pomar de pêssego pode estar relacionado aos cultivares presentes no pomar, uma vez que a cv. Doçura, tida como a mais atrativa às moscas-das-frutas (BRANCO; VENDRAMIM; DENARDI, 2000), não fazia parte do conjunto de cultivares do pomar estudado.

Em relação à característica da comunidade, houve diferença significativa pelo índice de diversidade (H), nos três pomares nos dois anos de estudo (Tabela 6). Acredita-se que a vantagem da diversidade esteja na sobrevivência da comunidade, por exemplo, espécies raras e, aparentemente, sem importância, podem contribuir para a manutenção da estabilidade da comunidade, desempenhando funções indiretas importantes (SILVEIRA NETO et al., 1976). Pelo índice de diversidade, no pomar de goiaba, em 2003, houve maior diversidade quando comparado a 2002, entretanto, o contrário ocorreu nos pomares de nêspera e pêssego (Tabela 6). Resultado semelhante foi obtido por Aluja et al. (2012), os quais demonstraram que as dinâmicas populacionais de *A. ludens*, *A. obliqua* e *A. serpentina* são caracterizadas por um forte efeito sazonal de ordem anual e principalmente dependente de densidade.

Assim como no índice de diversidade, a riqueza de espécies de moscas-das-frutas variou entre os dois anos de estudo, em cada pomar: 1,8946 (11 espécies em 2002) e 2,7307 (12 espécies em 2003) em goiaba; 2,8854 (18 espécies) e 1,985 (13 espécies) em nêspera; 0,8244 (7 espécies) e 0,5957 (6 espécies) em pêssego (Tabela 6). O índice de diversidade foi reforçado pelo índice de riqueza, provavelmente, pela ausência de tratamentos fitossanitários nos pomares, o que minimizou o efeito da alta mobilidade das moscas-das-frutas (ALUJA et al., 2012), implicando nos altos índices populacionais de indivíduos coletados.

Em relação ao índice de equitabilidade, quanto mais próximo o valor for de um, maior a uniformidade de distribuição das espécies em uma comunidade. Neste estudo, a maior uniformidade ocorreu em goiaba ($E = 0,9708$) e nêspera ($E = 0,8914$) em 2003, quando comparado com 2002 ($E = 0,8994$ e $0,8186$, nos respectivos pomares), revelando uma distribuição mais equitativa das espécies no segundo ano de estudo. No pomar de pêssego, a distribuição das espécies foi menos uniforme, entretanto, em 2002 ($E = 0,4445$), a distribuição foi levemente mais uniforme do que em 2003 ($E = 0,4142$), ou seja, o oposto do obtido para os outros dois pomares (Tabela 6).

Entre as 22 espécies coletadas, apenas cinco foram predominantes nas análises faunísticas – *A. fraterculus*, *A. sororcula*, *A. bistrigata*, *A. obliqua* e *C. capitata* (Tabelas 3 a 5) –, pois foram classificadas como super nos quatro parâmetros quantitativos estudados (dominância, abundância, frequência e constância). Apenas *A. fraterculus* foi classificada como predominante nos três pomares, com exceção em 2003, no pomar de pêssego, quando nenhuma espécie foi predominante (Tabelas 3 a 5). Provavelmente, esse fato esteja relacionado ao menor número de espécies coletadas no pomar de pêssego, em razão da fenologia do pessegueiro, que apresenta período de repouso (maio), desfavorável à permanência das moscas no pomar (Tabela 5, Figura 1).

As espécies mais representativas, *A. fraterculus* e *C. capitata*, detiveram entre 70 e 80% do total de fêmeas. *Anasterpha fraterculus* atingiu esses valores nos pomares goiaba e nêspera e *C. capitata*, no pomar de pêssego. Isso indica uma possível competição entre *A. fraterculus* e *C. capitata*. Esses dados merecem mais estudos, por exemplo, em relação à proporção dos insetos coletados em cada armadilha em diferentes partes do pomar, e à capacidade dessas espécies em demarcar e/ou defender seu território como demonstrado para *A. bistrigata* (SELIVON, 1991, apud SUGAYAMA; MALAVASI, 2000).

5.2 Índices fisiográficos

O índice fisiográfico geral da área foi de $\phi = 370,8$ (Tabela 7), ou seja, é o valor total de influência da área de estudo sobre as moscas-das-frutas, sem considerar as diferentes fases fenológicas das frutíferas. Considerando as fases fenológicas, o índice fisiográfico teve aumento de até 65,3 na contagem para *A. fraterculus* e *C. capitata* em todos os pomares, no período de disponibilidade de frutos maduros, quando comparado com a fase vegetativa das culturas. Mostrando que a influência da área de estudo sobre a população de moscas-das-frutas é maior quando há mais disponibilidade de frutos no pomar (Tabelas 9 a 11). Apenas no pomar de goiaba, para *C. capitata*, o índice fisiográfico teve aumento de 38,58 no período de disponibilidade de frutos maduros, sendo que a não preferência dessa espécie por goiaba foi confirmada pela coleta de frutos (SOUZA-FILHO et al., 2009).

Entre os fatores avaliados (índice fisiográfico, temperatura, umidade relativa e precipitação pluvial), a umidade relativa foi o fator que mais influenciou as populações de moscas-das-frutas, como observado para *C. capitata* (pomar de goiaba) e *A. fraterculus*, *A. bistrigata* e *C. capitata* (pomar de nêspera). Isso é justificável, uma vez que a umidade constitui um dos principais componentes no ciclo vital dos tefritídeos, além de ser de

importância primária na determinação da abundância de várias espécies (BATEMAN, 1972). Apenas para *A. bistrigata*, no pomar de goiaba, houve influência do índice fisiográfico. No pomar de pêsego, não houve diferença significativa para as espécies e os fatores avaliados. Os estudos de índice fisiográfico são escassos, mas apenas para comparação, o índice fisiográfico teve influência na flutuação populacional de lepidópteros em relação aos parâmetros meteorológicos (TARRAGÓ, 1973), ou seja, contrário aos dados deste estudo. Apenas para *A. sororcula* e *A. obliqua* não houve influência dos fatores avaliados, possivelmente pelo fato de essas espécies terem ocorrido o ano inteiro, porém em níveis muito baixos no primeiro e segundo semestres, respectivamente (Figuras 5 e 6).

5.3 Flutuação populacional

As populações das moscas-das-frutas predominantes apresentaram elevados índices ao longo dos dois anos de estudo, principalmente *A. fraterculus*, cuja densidade populacional ocorreu entre março e maio, com uma explosão populacional entre agosto e outubro em todos os pomares e anos de estudo (Figuras 3 a 7). Considerando que *A. fraterculus* utiliza cerca de 100 espécies de plantas como hospedeiros (ZUCCHI, 2008), certamente os três pomares contribuíram para a manutenção dos altos índices dessa espécie, uma vez que goiaba, nêspira e pêsego foram infestados por *A. fraterculus* nos pomares estudados (SOUZA-FILHO et al., 2009). Entretanto, possivelmente o pomar de nêspira contribuiu mais para a manutenção dessa espécie nos pomares, por apresentar dois períodos de frutificação no ano (Figura 1), os quais coincidiram com o aumento populacional de *A. fraterculus*.

Anastrepha sororcula está associada a pelo menos 34 espécies hospedeiras no Brasil (ZUCCHI, 2008), com preferências aos frutos da família Myrtaceae. Embora tenha sido coletada apenas em goiaba (SOUZA-FILHO et al., 2009), sua flutuação populacional parece que não está associada à fenologia da goiabeira neste estudo (Figura 1). Essa espécie manteve os níveis populacionais relativamente altos no pomar de nêspira no segundo semestre de 2002 (onde foi predominante), com uma explosão populacional em agosto (Figura 5), período de fase vegetativa no pomar de goiaba e disponibilidade de frutos verdes (em fase de maturação) no pomar de nêspira (Figura 1), que também é hospedeiro de *A. sororcula*. Além disso, *A. sororcula* é mais comum em áreas secas (NASCIMENTO; CARVALHO, 2000) e, neste estudo, ocorreu com maior abundância no segundo semestre, período com queda na umidade relativa (Figura 8).

Anastrepha bistrigata teve uma explosão populacional entre março a maio nos pomares de goiaba e nêspera em ambos os anos de estudo (Figuras 3 a 6), período de alta disponibilidade de frutos maduros de goiaba. Está associada a cinco espécies hospedeiras, principalmente da família Myrtaceae (ZUCCHI, 2008) e foi encontrada infestando apenas goiaba em trabalho paralelo (SOUZA-FILHO et al., 2009). Essa especificidade reflete no alto grau de associação entre a flutuação populacional de *A. bistrigata* e a fenologia da goiabeira (Figura 1). É importante ressaltar que também houve um aumento nos níveis populacionais de *A. bistrigata* entre julho e agosto, que pode estar associado à fenologia de algum hospedeiro secundário próximo à estação experimental (Figuras 3 a 6).

Anastrepha obliqua teve uma explosão populacional entre fevereiro e abril no pomar de nêspera em ambos os anos de estudo (Figuras 5 e 6). Embora tenha sido classificada como predominante apenas no pomar de nêspera, esse hospedeiro não consta entre as 45 espécies hospedeiras de *A. obliqua* no Brasil (ZUCCHI, 2008) e foi infestado apenas por *A. fraterculus* e *C. capitata* durante o ensaio (SOUZA-FILHO et al., 2009). Portanto, essa espécie coletada nas armadilhas nas nespereiras deve ter vindo das goiabeiras ou de outros hospedeiros próximos ao local do ensaio. *Anastrepha obliqua* tem preferência por frutos da família Myrtaceae, o que confirma o fato de os picos populacionais terem ocorrido nos períodos de maior disponibilidade de goiaba (Figura 1).

Ceratitis capitata teve uma explosão populacional entre agosto a outubro (Figuras 3 a 7), exceto no pomar de goiaba em 2002 (não foi predominante). *Ceratitis capitata* é espécie altamente polífaga, tendo sido associada a 84 espécies hospedeiras no Brasil (ZUCCHI, 2012). Entre os pomares estudados, a fenologia do pêssgo mostra maior grau de associação com a flutuação populacional de *C. capitata* (Figura 1), embora também tenha sido coletada em nêspera (SOUZA-FILHO et al., 2009).

A maior abundância de moscas-das-frutas foi observada no pomar de nêspera, seguido dos pomares de goiaba e pêssgo entre setembro e outubro (Tabelas 3 a 5). O padrão dos dados de abundância das moscas-das-frutas nos pomares estudados pode estar intimamente relacionado com a fenologia. Nesse contexto, em estudo realizado ao longo de 11 anos, as dinâmicas populacionais de moscas-das-frutas foram caracterizadas por forte efeito sazonal anual e, principalmente, pela densidade direta, com picos anuais, que corresponderam aproximadamente à fenologia de frutificação de cada espécie de hospedeiro primário (ALUJA et al., 2012). Os picos populacionais de moscas-das-frutas ocorreram no período de maior disponibilidade de frutos, exceto no pomar de goiaba, onde ocorreu um dos picos de *A. fraterculus* na ausência de frutos (Figuras 3 e 4). Esse fato, possivelmente, ocorreria em

pêssego, se essa cultura não apresentasse um período de repouso, que não oferece qualquer refúgio para as moscas-das-frutas, uma vez que as mosca-das-frutas frequentemente migram de plantas hospedeiras para não hospedeiras em busca de alimento e refúgio para cópula (MALAVASI; MORGANTE; PROKOPY, 1983).

Figura 8 - Regime de temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica do município de Monte Alegre do Sul, SP, durante o período de dezembro/2001 a janeiro/2004 (seg. M.F. Souza-Filho)

5.4 Padrão de sobreposição e coocorrência

Os padrões de abundância observados, em todos os pomares, tiveram forte relação com a temperatura (Figura 9), pois a mobilidade das moscas está fortemente correlacionada com as condições ambientais (ALUJA, 1994), onde a vegetação, alimentos, água e substratos de oviposição são abundantes (PLUMMER; MCPHAIL; MONK, 1941), cujos picos anuais correspondem aproximadamente à fenologia de frutificação de cada espécie de hospedeiro primário (ALUJA et al., 2012). As séries temporais dos dados de abundância mostraram padrão semelhante nos pomares, com aumento no número de moscas-das-frutas relacionado à fenologia das frutíferas, com início no período de frutos verdes até a completa maturação dos

frutos. Entretanto, o pomar de goiaba foi exceção, pois ocorreu um pico populacional quando não havia frutos maduros no pomar (Figura 10). Nota-se que a flutuação populacional de *Anastrepha* spp. em conjunto com a de *C. capitata*, para os três pomares, teve padrão semelhante ao observado para *A. fraterculus* isoladamente, mostrando a alta capacidade dessa espécie em migrar de plantas hospedeiras para não hospedeiras em busca de alimento e refúgio para cópula (MALAVASI; MORGANTE; PROKOPY, 1983). Os dados de riqueza de espécies de moscas-das-frutas não apresentaram padrão regular ao longo do ano e não mostraram nenhuma associação com a fenologia da goiabeira, nespereira e pessegueiro (Figura 10). É importante ressaltar que essa não é uma fenologia perfeita, pois as frutíferas apresentavam diferentes estádios de desenvolvimento simultaneamente.

Figura 9 - Padrão de dados de abundância de moscas-das-frutas relacionado com temperatura (°C) e dia de coleta no ano (mês) em pomares de goiaba, nêspereira e pêssego, 2002 e 2003, em Monte Alegre do Sul, SP. O tamanho dos círculos significa a raiz quadrada (sqrt) dos valores de abundância em cada data de amostragem ($\text{sqrt} = \text{abundância}/5$)

Figura 10 - Dados de abundância e riqueza de espécies de moscas-das-frutas relacionadas com o dia de coleta no ano (mês), associados com a fenologia da goiabeira, nespereira e pessegueiro em Monte Alegre do Sul, SP

5.4.1 Padrão de sobreposição

A média observada de sobreposição de nicho foi significativamente maior do que o esperado ao acaso baseado em dados de abundância relativa e de abundância, ou seja, os nichos ecológicos das espécies, em grande parte, se sobrepõem (Tabela 12). Embora os modelos nulos possam ser usados para estabelecer se a sobreposição de nicho observada é maior ou menor do que o esperado ao acaso, ainda é difícil inferir os mecanismos responsáveis por tais padrões (GOTELLI; GRAVES, 1996). Contudo, em tefritídeos a sobreposição de nicho pode ser devido à competição, visto que a sua interação competitiva pode resultar tanto em deslocamento ecológico quanto na exclusão competitiva de uma das espécies (DUYCK; DAVID; QUILICI, 2004).

Nos modelos nulos aqui estudados, todos os períodos de tempo foram considerados equivalentes, ou seja, as comunidades de moscas-das-frutas exibiram aglutinação fenológica (Tabela 12), indicando um modelo de segregação temporal (POOLE; RATHCKE, 1979) ou exclusão competitiva (DUYCK; DAVID; QUILICI, 2004), que seria esperada com forte competição interespecífica. Essa oscilação temporal pode estar relacionada à alta mobilidade das moscas-das-frutas dentro e fora do pomar, pois se sabe que as moscas-das-frutas voam longas distâncias (CHRISTENSON; FOOTE, 1960). Todavia, as moscas não deixam o pomar se os recursos (hospedeiro, água e substratos de oviposição) forem abundantes. O contrário é verdadeiro, se o ambiente é desfavorável (ALUJA et al., 1999).

5.4.2 Padrão de coocorrência

Nas simulações, obteve-se maior valor de *C-score* e *checkers*, que sugerem distribuições segregadas, e maiores Nodof e Anodof, que indicam distribuições aninhadas (Tabela 13). O par significativo de espécies segregadas mais comum na análise foi *C. capitata* x *A. obliqua* (4 vezes), seguido de *C. capitata* x *A. grandis* (2), *C. capitata* x *A. sororcula* (1), *C. capitata* x *A. bistrigata* (1), *A. pseudoparallela* x *A. bistrigata* (1), *A. pseudoparallela* x *A. sororcula* (1) e *A. pseudoparallela* x *A. obliqua* (1) (Tabela 14). Na maioria dos casos, nos pomares de goiaba e nêspira, a mosca-do-mediterrâneo teve relação de segregação com as demais espécies de *Anastrepha* (Tabela 14). Em outras palavras, quando *C. capitata* estava presente, as espécies de *Anastrepha* normalmente não foram capturadas. Esse padrão de ocorrência é interessante, pois *C. capitata* é uma espécie exótica e pode excluir localmente as espécies nativas de *Anastrepha*, uma vez que as espécies exóticas geralmente deslocam

espécies pré-estabelecidas (nativas ou exóticas) (REITZ; TRUMBLE, 2002; DUYCK et al., 2006). *Anastrepha obliqua* deslocou *C. capitata* em manga, em razão da preferência de *A. obliqua* por esse hospedeiro (CAMARGO; ODELL; JIRÓN, 1996). Além disso, *C. capitata* pode infestar manga antes de *A. obliqua*, pois restrições fisiológicas na manga não permitem a incubação dos ovos de *A. obliqua* (SOTO-MANITU; JIRÓN, 1989, apud CAMARGO; ODELL; JIRÓN, 1996), ocorrendo a permanência precoce de *C. capitata*. Outra interação negativa é a de *A. pseudoparallela* com as demais espécies de *Anastrepha*, ou seja, quando *A. pseudoparallela* está presente, *A. bistrigata*, *A. obliqua* e *A. sororcula* não estão (Tabela 14). Contudo, *A. pseudoparallela* ocorreu entre novembro a março e maio a julho, possivelmente, associada a frutos de Passifloraceae, dos quais é especialista, ou de manga, hospedeiro alternativo (ZUCCHI, 2008), o que fez com que essa espécie não ocorresse concomitantemente com *A. bistrigata*, *A. obliqua* e *A. sororcula*.

Quanto às interações positivas, os pares mais comuns foram *A. obliqua* x *A. sororcula* (2) e *C. capitata* x *A. sororcula* (2), seguido de *A. obliqua* x *A. distincta* (1), *A. obliqua* x *A. grandis* (1), *A. bistrigata* x *A. sororcula* (1) (Tabela 14). É importante ressaltar que as únicas interações positivas com *C. capitata* ocorreram no pomar de pêssego, onde foram coletadas poucas espécies e nenhuma foi predominante em 2003 (Tabela 5). Curiosamente, *A. fraterculus*, espécie mais expressiva nas coletas, não apresentou relação negativa ou positiva nas análises, isso pode ter ocorrido pelo fato dessa espécie ser altamente polífaga. A ampla gama de hospedeiros de *A. fraterculus* permite sua presença na área durante o ano todo devido à sucessão hospedeira (PUZZI; ORLANDO, 1965), razão pela qual foi coletada em todas as amostras neste estudo. Embora, *C. capitata* seja uma espécie altamente polífaga (ZUCCHI, 2008), suas coletas se concentraram apenas no segundo semestre de cada ano, com maior expressão no pomar de pêssego, o que não permitiu o estabelecimento de relação negativa ou positiva com *A. fraterculus*, embora essa espécie tenha ocorrido em menor quantidade nesse pomar (Tabela 5).

A maioria das interações positivas e negativas (ver modelo na Figura 11) em pares de espécies de moscas-das-frutas está relacionada com o dia de coleta no ano (Tabela 15, Figuras 12 e 13). Baseado no princípio de deslocamento competitivo, espécies com nicho ecológico idêntico não podem coexistir por muito tempo no mesmo hábitat (DEBACH; SUNDBY, 1963). Portanto, o padrão de ocorrência das moscas-das-frutas na estação experimental pode estar profundamente relacionado com a fenologia e a disponibilidade de abrigo em árvores frutíferas ao redor dos pomares.

Tabela 14 - Padrão de coocorrência de pares significativos de espécies de moscas-das frutas analisados pelo algoritmo de modelo nulo *fixed-fixed* em pomares de goiaba, nêspera e pêssgo em Monte Alegre do Sul, SP

Pares de espécies	Goiaba		Nêspera		Pêssego	
	2002	2003	2002	2003	2002	2003
<i>C. capitata</i> x <i>A. obliqua</i>	-	-	-	-		
<i>C. capitata</i> x <i>A. grandis</i>	-		-			
<i>A. obliqua</i> x <i>A. distincta</i>	+					
<i>A. obliqua</i> x <i>A. sororcula</i>		+		+		
<i>A. obliqua</i> x <i>A. grandis</i>			+			
<i>A. bistrigata</i> x <i>A. sororcula</i>			+			
<i>A. bistrigata</i> x <i>A. pseudoparallela</i>			-			
<i>A. sororcula</i> x <i>A. pseudoparallela</i>			-			
<i>A. obliqua</i> x <i>A. pseudoparallela</i>				-		
<i>C. capitata</i> x <i>A. bistrigata</i>					-	
<i>C. capitata</i> x <i>A. sororcula</i>		-			+	+

Legenda:

-	Segregado
+	Agregado
	Par ausente

Tabela 15 - Significância de pares de espécies de moscas-das-frutas relacionados com temperatura (Temp.) e dia de coleta (Amostra), pelo algoritmo de modelo nulo *fixed-fixed* (s), em pomares de goiaba, nêspera e pêssgo em Monte Alegre do Sul, SP

Pares de espécies agregados	Goiaba		Nêspera		Pêssego	
	2002	2003	2002	2003	2002	2003
<i>A. obliqua</i> x <i>A. distincta</i>						
<i>A. obliqua</i> x <i>A. sororcula</i>						
<i>A. obliqua</i> x <i>A. grandis</i>						
<i>A. bistrigata</i> x <i>A. sororcula</i>						
<i>C. capitata</i> x <i>A. sororcula</i>						

Pares de espécies segregados

<i>C. capitata</i> x <i>A. sororcula</i>						
<i>C. capitata</i> x <i>A. obliqua</i>						
<i>C. capitata</i> x <i>A. grandis</i>						
<i>C. capitata</i> x <i>A. bistrigata</i>						
<i>A. bistrigata</i> x <i>A. pseudoparallela</i>						
<i>A. sororcula</i> x <i>A. pseudoparallela</i>						
<i>A. obliqua</i> x <i>A. pseudoparallela</i>						

Legenda:

	Temp.	Amostra
	n.s.	*
	*	n.s.
	n.s.	n.s.
	Não formado	

* Significante
n.s. Não significativo

Figura 11 - Padrão de coocorrência baseado em dados de presença-ausência significativo do par segregado de espécie, *A. obliqua* (A.o) x *C. capitata* (C.c). Os *boxplots* somente usam dados em que ambas as espécies ocorrem juntas e sua relação com a temperatura (°C) e o dia de coleta (meses) em 2002 no pomar de nêspera em Monte Alegre do Sul, SP

Figura 12 - Padrão de coocorrência baseado nos dados de presença-ausência de significantes, segregados (vermelho) e agregados (verde), nos pares de espécies de moscas-das-frutas (A.b: *A. bistrigata*, A.d: *A. distincta*, A.g: *A. grandis*, A.o: *A. obliqua*, A.p: *A. pseudoparallela*, A.s: *A. sororcula*, C.c: *C. capitata*), em 2002 (mês) em pomares de goiaba, nêpera e pêssego em Monte Alegre do Sul, SP

Figura 13 - Padrão de coocorrência baseado nos dados de presença-ausência de significantes, segregados (vermelho) e agregados (verde), pares de espécies de moscas-das-frutas (A.o: *A. obliqua*, A.p: *A. pseudoparallela*, A.s: *A. sororcula*, C.c: *C. capitata*), em 2003 (mês) em pomares de goiaba, nêpera e pêssego em Monte Alegre do Sul, SP

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos a partir de coletas de moscas-das-frutas com armadilhas McPhail de janeiro de 2002 a janeiro de 2004, em pomares de goiaba, nêspira e pêsego, em Monte Alegre do Sul/SP, conclui-se que:

1. O pomar de nêspira oferece condições mais favoráveis à manutenção de moscas-das-frutas;
2. *Anastrepha fraterculus* é a espécie mais representativa nos pomares de goiaba e nêspira;
3. *Ceratitis capitata* é a espécie mais representativa no pomar de pêsego;
4. As características da comunidade de moscas-das-frutas sofrem alteração de ano para ano;
5. Os fatores climáticos, a disponibilidade de hospedeiros e a competição interespecífica influenciam a dinâmica populacional de moscas-das-frutas;
6. *Ceratitis capitata* está relacionada de forma negativa às espécies de *Anastrepha* nos pomares de goiaba e nêspira;
7. *Anastrepha pseudoparallela* relaciona-se de forma negativa com outras espécies de *Anastrepha*;
8. *Anastrepha fraterculus* não é fortemente influenciada por fatores interespecíficos.

REFERÊNCIAS

- ALLWOOD, A.J.; YANG, E.; QUILICI, S.; MCINNIS, D. **Report of the review of the carambola**. Suriname: Fruit Fly Program; Technical Advisory Committee of the Regional Carambola Fruit Fly Program, 2002. p. 13-26.
- ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha*. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 39, p. 155-178, Jan. 1994.
- ALUJA, M.; NORRBOM, A.L. **Fruit flies (Tephritidae)**: phylogeny and evolution of behavior. Washington: CRC Press, 1999. 944 p.
- ALUJA, M.; ORDANO, M.; GUILLÉN, L.; RULL, J. Understanding long-term fruit fly (Diptera: Tephritidae) population dynamics: Implications for area wide management. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 105, n. 3, p. 823-836, June 2012.
- ALUJA, M.; PIÑERO, J.; JÁCOME, I.; DÍAZ-FLEISCHER, F.; SIVINSKI, J. Behavior of flies in the genus *Anastrepha* (Trypetinae: Toxotrypanini). In: ALUJA, M.; NORRBOM, A.L. (Ed.). **Fruit flies (Tephritidae)**: phylogeny and evolution of behavior. New York, CRC Press, 1999. chap. 15, p. 375–401.
- ALUJA, M.; CELEDONIO-HURTADO, H.; LIEDO, P.; CABRERA, M.; CASTILLO, F.; GUILLÉN, J.; RIOS, E. Seasonal population fluctuations and ecological implications for management of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae) in commercial mango orchards in Southern Mexico. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 89, n. 3, p. 654-667, June 1996.
- ARAÚJO, E.L.; ZUCCHI, R.A. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiaba (*Psidium guajava* L.), em Mossoró, RN. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 1, p. 73-77, jan./mar. 2003.
- BARBOSA, W.; POMMER, C.V.; RIBEIRO, M.D.; VEIGA, R.F.A.; COSTA, A.A. Distribuição geográfica e diversidade varietal de frutíferas e nozes de clima temperado no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz Das Almas, v. 25, n. 2, p. 341-344, ago. 2003.
- BATEMAN, M.A. The ecology of fruit flies. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 17, p. 493-518, Jan. 1972.
- _____. Fruit flies. In: De LUCHI, V.L. (Ed.). **Studies in biological control**. Cambridge: Cambridge University Press, 1976. p. 11-49.
- BEGON, M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. **Ecology**: individuals, populations and communities. London: Blackwell Scientific, 1996. 945 p.

BLOIS, J.; GOTELLI, N.; BEHRENSMEYER, A.; FAITH, J.; LYONS, K.; WILLIAMS, J.; AMATANGELO, K.; BERCOVICI, A.; DU, A.; ERONEN, J.T.; GRAVES, G.R.; JUD, N.; LABANDEIRA, C.; LOOY, C.; MCGILL, B.; PATTERSON, D.; POTTS, R.; RIDDLE, B.; TERRY, R.; TÓTH, A.; VILLASEÑOR, A.; WING, S. A framework for evaluating the influence of climate and dispersal limitation on the stability of biotic associations across the late Quaternary. **Ecography**, Copenhagen, 2014. In press.

BRANCO, E.S.; VENDRAMIM, J.D.; DENARDI, F. Resistência às moscas-das-frutas em fruteiras. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. cap. 21, p. 161-167.

BYERS, J.E. Competition between two estuarine snails: implications for invasions of exotic species. **Ecology**, Tempe, v. 81, n. 5, p. 1225-1239, May 2000.

CAB INTERNATIONAL. *Ceratitis capitata* (mediterranean fruit fly). In: _____. **Invasive species compendium**. Wallingford, 2014. Disponível em: <<http://www.cabi.org/isc>>. Acesso em: 08 fev. 2014.

CAMARGO, C.A.; ODELL, E.; JIRÓN, L.F. Interspecific interactions and host preference of *Anastrepha obliqua* and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), two pests of mango in Central America. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 79, n. 2, p. 266-268, June 1996.

CARVALHO, R.P.L. Manejo integrado das pragas do pessegueiro. **Toda Fruta**, São Paulo, v. 2, n. 15, p. 21-28, jan. 1987.

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

CASTRO-ARELLANO, I.; LACHER, T.E.; WILLIG, M.R.; RANGEL, T.F. Assessment of assemblage-wide temporal niche segregation using null models. **Methods in Ecology and Evolution**, Singapore, v. 1, n. 1, p. 311-318, May 2010.

CHAGAS, E.A.; PIO, R.; BARBOSA, W.; CAMPO-DALL'ORTO, F.A.C. **Aspectos técnicos do cultivo do pessegueiro**. 2006. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/pessego/index.htm>. Acesso em: 23 jan. 2014.

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

DEBACH, P.; SUNDBY, R.A. Competitive displacement between ecological homologues. **Hilgardia**, Berkeley, v. 34, n. 5, p. 105-166, Jan. 1963.

_____. Competitive displacement and coexistence principles. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 11, p. 183-212, Jan. 1966.

DENNO, R.F.; MCCLURE, M.S.; OTT, J.R. Interspecific interactions in phytophagous insects: competition reexamined and resurrected. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 40, p. 297-331, Jan. 1995.

DUARTE, A.L.; MALAVASI, A. Tratamentos quarentenários. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. cap. 25, p. 187-192.

DUYCK, P.F.; DAVID, P.; QUILICI, S. A review of relationships between interspecific competition and invasions in fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Ecological Entomology**, London, v. 29, n. 5, p. 511-520, Oct. 2004.

DUYCK, P.F.; DAVID, P.; JUNOD, G.; BRUNEL, C.; DUPONT, R.; QUILICI, S. Importance of competition mechanisms in successive invasions by polyphagous tephritids in La Réunion. **Ecology**, Tempe, v. 87, n. 7, p. 1770-1780, July 2006.

EKK, I.; KISS, M.; NOWINSZKY, L.; SZABO, S.; TOTH, G. The coefficient of population and its application in plant-protecting prognosis. **Folia Entomologica Hungarica**, Budapest, v. 33, n. 2, p. 23-32, 1980.

FACHINELLO, J.C.; NACHTIGAL, J.C. **Fruticultura: fundamentos e práticas**. 2009. Disponível em:

<http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/livro/fruticultura_fundamentos_pratica/1.1.htm>. Acesso em: 09 set. 2012.

FACHINELLO, J.C.; PASA, M.S.; SCHMTIZ, J.D.; BETEMPS, D.L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. esp. 1, p. 109-120, out. 2011.

FEINSINGER, P.; SPEARS, E.E.; POOLE, R.W. A simple measure of niche breadth. **Ecology**, Tempe, v. 62, n. 1, p. 27-32, Feb. 1981.

FITT, G.P. The role of interspecific interactions in the dynamics of tephritid populations. In: ROBINSON, A.S.; HOOPER, G. (Ed.). **Fruit flies: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1989. p. 281-300.

FNP CONSULTORIA & AGROINFORMATIVO. **AGRIANUAL 2010: anuário da agricultura brasileira**. São Paulo, 2010. 344 p.

GONZAGA NETO, L.; SOARES, J.M. **Goiaba para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA, SPI, 1994. 49 p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 5).

GOTELLI, N. J. Null model analysis of species co-occurrence patterns. **Ecology**, Tempe, v. 81, n. 9, p. 2606-2621, Sept. 2000.

GOTELLI, N.J.; ENTSMINGER, G.L. **EcoSim 7.72**. Acquired Intelligence, 2012. Disponível em: <<http://www.uvm.edu/~ngotelli/EcoSim/EcoSim.html>>. Acesso em: 14 mar. 2013.

GOTELLI, N.J.; GRAVES, G.R. **Null models in ecology**. Washington: Smithsonian Institution Press, 1996. 368 p.

GOTELLI, N.J.; ULRICH, W. The empirical Bayes approach as a tool to identify non-random species associations. **Oecologia**, Berlin, v. 162, n. 2, p. 463-477, Feb. 2010.

HERNANDEZ-ORTIZ, V. **El gênero *Anastrepha* Schiner en Mexico (Diptera: Tephritidae): taxonomía, distribución y sus plantas huéspedes.** Xalapa: Instituto de Ecología; Sociedad Mexicana de Entomología, 1992. 162 p. (Publicación, 33).

IHERING, H. VON. Laranjas bichadas. **Revista Agrícola**, São Paulo, v. 6, n. 70, p. 179-181, dez. 1901.

JIRÓN, L.F.; ZELEDÓN, R. El genero *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) en las principales frutas de Costa Rica y su relación con pseudomiasis humana. **Revista de Biología Tropical**, San Jose, v. 27, n. 1, p. 155-161, jan. 1979.

KOLAR, C.S.; LODGE, D.M. Progress in invasion biology: predicting invaders. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 16, n. 4 p. 199-204, 2001.

LEMOES, L.J.U. **Dinâmica populacional de espécies de *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) em pomares de goiaba (*Psidium guajava* L.) em duas localidades do Estado de São Paulo.** 2012. 64 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

LIQUIDO, N.J.; BARR, P.G.; CUNNINGHAM, R.T. **Medhost: an encyclopedic bibliography of the host plants of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann); version 1.0.** Hilo: USDA, Agricultural Research Service, Tropical Fruit, Vegetable and Ornamental Crop Research Laboratory, 1998. 56 p.

MALAVASI, A.; BARROS, M.D. Comportamento sexual e de oviposição em moscas-das-frutas (Tephritidae). In: SOUZA, H.M.L. (Coord.) **Moscas-das-frutas no Brasil.** Campinas: Fundação Cargill, 1988. p. 25-53.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado.** Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. 327 p.

MALAVASI, A.; MORGANTE, J.S.; PROKOPY, R.J. Distribution and activities of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) flies on host and nonhost trees. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 76, n. 2, p. 286-292, Mar. 1983.

MALAVASI, A.; MORGANTE, J.S.; ZUCCHI, R.A. Biologia de "moscas-das-frutas" (Diptera: Tephritidae). **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 40, n. 1, p. 9-16, jan. 1980.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A.; SUGAYAMA, R.L. Biogeografia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado.** Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. cap. 10, p. 93-98.

MCCOY, E.D.; HECK Jr., K.L. Some observations on the use of taxonomic similarity in large-scale biogeography. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 14, n. 1, p. 79-87, Jan. 1987.

NASCIMENTO, A.S.; CARVALHO, R.S. Bahia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado.** Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. cap. 34, p. 235-239.

NATALE, W.; ROZANE, D.E.; SOUZA, H.A.; AMORIM, D.A. **Cultura da goiaba**. Jaboticabal: UNESP, FCAV; Capes; CNPq; FAPESP; Fundunesp; SBF, 2009. 567p.

ORRBOM, A.L.; HERNANDEZ-ORTIZ, V. **Manual del curso internacional de taxonomia de moscas de la fruta**. Metapa de Domínguez: Centro Internacional de Capacitacion em Moscas de la fruta, 1995. 67 p.

NORRBOM, A.L.; KIM, K.C. **A list of the reported host plants of the species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae)**. Eastville: USDA, Animal and Plant Health Inspection Service, Plant Protection and Quarentine, 1988. 114 p.

NORRBOM, A.L.; ZUCCHI, R.A.; HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. Phylogeny of the genera *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Trypetinae: Toxotripanini) based on morphology. In: NORRBOM, A.L.; ALUJA, M. (Ed.). **Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior**. Boca Raton: CRC Press, 1999. chap. 12, p. 299-342.

NORRBOM, A.L.; KORYTKOWSKI, C.A.; ZUCCHI, R.A.; URAMOTO, K.; VENABLE, G.L.; MCCORMICK, J.; DALLWITZ, M.J. ***Anastrepha* and *Toxotrypana*: descriptions, illustrations, and interactive keys**; version: 31st August 2012. Disponível em: <<http://delta-intkey.com>>. Acesso em: 11 set. 2012.

NÚÑEZ-BUENO, B.L. Contribucion al reconocimiento de las moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae) em Colombia. **Revista ICA**, Bogotá, v. 16, n. 4, p. 173-179, jan. 1981.

OJIMA, M.; CAMPO-DALL'ORTO, F.A.; BARBOSA, W.; MARTINS, F.P.; SANTOS, R.R. **Cultura da nespereira**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1999. 36 p. (Boletim Técnico, 185).

PIANKA, E.R. The structure of lizard communities. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 4, p. 53-74, Nov. 1973.

PIO, R.; CAMPO-DALL'ORTO, F.A.; CHAGAS, E.A.; BARBOSA, W. **Aspectos técnicos do cultivo de nêspersas**. Piracicaba: ESALQ, Divisão de Biblioteca e Documentação, 2007a. 28 p. (Série Produtor Rural, 34).

PIO, R.; CAMPO-DALL'ORTO, F.A.; BARBOSA, W.; CHAGAS, E.A.; OJIMA, M.; FELDBERG, N.P. Desempenho produtivo de nespereiras enxertadas em marmeleiro 'Portugal'. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 42, n. 12, p. 1715-1719, dez. 2007b.

PIZZAMIGLIO, M.A. Ecologia das interações inseto/planta. In: PANIZZII, A.R.; PARRA, J.R. (Ed.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. cap. 4, p. 101-129.

PLUMMER, C.C.; MCPHAIL, M.; MONK, J.W. **The yellow chapote, a native host of the Mexican fruitfly**. Washington, 1941. (Technical Bulletin, 775). Disponível em: <<http://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc6236/>>. Acesso em: 21 jun. 2013.

POOLE, R.W.; RATHCKE, B.J. Regularity, randomness, and aggregation in flowering phenologies. **Science**, London, v. 203, p. 470-471, Aug. 1979.

PUZZI, D.; ORLANDO, A. Estudos sobre a ecologia de moscas-das-frutas (Trypetidae) no Estado de São Paulo, visando o controle racional da praga. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 9-22, jan./mar. 1965.

R CORE TEAM. **R 3.0.1**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2013. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 20 maio 2013.

RAGA, A.; SOUZA FILHO, M.F.; PRESTES, D.A.O.; AZEVEDO FILHO, J.A.; SATO, M.E. Susceptibility of guava genotypes to natural infestation by *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in the Municipality of Monte Alegre do Sul, State of São Paulo, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 121-125, Jan./Feb. 2006.

REITZ, S.R.; TRUMBLE, J.T. Competitive displacement among insects and arachnids. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 47, p. 435-465, Jan. 2002.

SALAS, L.A. **Informe sobre el estudio de la mosca del Mediterraneo em Costa Rica**. San Jose: Editorial Universitária, 1958. 53 p. (Serie Agronômica, 1).

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

SAMPAIO, A.C.; JACOMINO, A.P.; ALMEIDA, A.M.; PIZA Jr., C.T.; FERNANDES, D.M.; SIMIONATO, E.M.R.S.; HERNANDEZ, F.B.T.; CAVALIN, F.C.; WATANABE, H.; FISCHER, I.H.; BULL, L.T.; ARRUDA, M.C.; GARCIA, M.J.M.; SOUZA-FILHO, M.F.; BERTANI, R.M.A.; LEONEL, S.; FUMIS, T.F.; COSTA, V.A. **Goiaba**: do plantio à comercialização. Campinas: CATI, 2011. 125 p. (Manual Técnico, 78).

SELIVON, D. Relações com as plantas hospedeiras. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. cap. 9, p. 87-91.

SILVA, A.L.; MENDES, A.M.; OLIVEIRA, A.R.; PARANHOS, B.A.J.; SANTOS, C.A.F.; SILVA, D.J.; BASTOS, D.B.; BATISTA, D.C.; BARBOSA, F.R.; OLIVEIRA, J.E.M.; ARAÚJO, J.L.P.; PINTO, J.M.; CASTRO, J.M.C.; SOARES, J.M.; BASSOI, L.H.; GONZAGA NETO, L.; MOURA, M.S.B.; CALGARO, M.; LIMA, M.A.C.; LIMA, M.F.; CORREIA, R.C.; PETRERE, V.G. Introdução. In: BARBOSA, F.R.; LIMA, M.F. (Ed.). **A cultura da goiaba**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. p. 11-14. (Coleção Plantar, 66).

SILVA, J.A.A.; PEREIRA, F.M. Enraizamento de estacas herbáceas de nespereira (*Eriobotrya japonica* Lindl). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 369-371, ago. 2004.

SILVA, R.A.; LEMOS, W.P.; ZUCCHI, R.A. Ocorrência e hospedeiros de *Ceratitis capitata* na Amazônia brasileira. In: SILVA, R.A.; LEMOS, W.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira**: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais. Macapá: Embrapa Amapá, 2011. cap. 12, p. 197-204.

SILVEIRA NETO, S.; HADDAD, M.L.; MORAES, R.C.B. de. Artropodo fauna aérea. In: BENDER, G.U.; FAVORETTO, L.R.G. (Org.). **Monitoramento ambiental soja Roundup Ready®**. Botucatu: FEPAF, 2014. cap. 7, p. 727-769.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N.A. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1976. 419 p.

SOUZA-FILHO, M.F. **Biodiversidade de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e seus parasitóides (Hymenoptera) em plantas hospedeiras no Estado de São Paulo**. 1999. 173 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agronomia ‘Luiz de Queiroz’, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

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

STONE, L.; ROBERTS, A. The checkerboard score and species distributions. **Oecologia**, Berlin, v. 85, p. 74-79, Jan. 1990.

SUGAYAMA, R.L.; MALAVASI, A. Ecologia comportamental. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. cap. 12, p. 103-108.

TARRAGÓ, M.F.S. **Levantamento da família Noctuidae, através de armadilhas luminosas e influência na flutuação populacional de espécies pragas, em Santa Maria – RS**. 1973. 92 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1973.

ULRICH, W. **CoOccurrence**: a FORTRAN program for species co-occurrence analysis. 2006. 8 p. Disponível em: <<http://www.uni.torun.pl/~ulrichw>>. Acesso em: 14 mar. 2013.

_____. **Pairs**: a FORTRAN program for studying pair-wise species associations in ecological matrices. 2008. 8 p. Disponível em: <<http://www.uni.torun.pl/~ulrichw>>. Acesso em: 14 mar. 2013.

ULRICH, W.; GOTELLI, N.J. Null model analysis of species associations using abundance data. **Ecology**, Tempe, v. 91, n. 11, p. 3384-3397, Nov. 2010.

VELOSO, V.R.S. **Dinâmica populacional de *Anastrepha* ssp. e *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) (Diptera, Tephritidae) nos cerrados de Goiás**. 1997. 115 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1997.

VERA, M.T.; RODRIGUEZ, R.; SEGURA, D.F.; CLADERA, J.L.; SUTHERST, R.W. Potential geographical distribution of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), with emphasis on Argentina and Australia. **Environmental Entomology**, College Park, v. 31, n. 6, p. 1009-1022, Dec. 2002.

VITOUSEK, P.M.; DANTONIO, C.M.; LOOPE, L.L.; WESTBROOKS, R. Biological invasions as global environmental change. **American Scientist**, New Haven, v. 84, n. 5, p. 218-228, Sept./Oct. 1996.

ZUCCHI, R.A. Moscas-das-frutas (Dip., Tephritidae) no Brasil: taxonomia, distribuição geográfica e hospedeiros. In: SOUZA, H.M.L. (Coord.). **Moscas-das-frutas no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. p. 1-10.

_____. Taxonomia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI R.A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000a. cap. 1, p. 13-24.

_____. Espécies de *Anastrepha*, sinônímias, plantas hospedeiras e parasitóides. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000b. cap. 4, p. 41-48.

_____. Mosca-do-mediterrâneo. *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae). In: VILELA, E.V.; ZUCCHI, R.A.; CANTOR, F. (Ed.). **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000c. cap. 1, p. 15-22.

_____. **Fruit flies in Brazil**: *Anastrepha* species their host plants and parasitoids. 2008. Disponível em: <www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/>, updated on May 17, 2013>. Acesso em: 13 jan. 2014.

_____. **Fruit flies in Brazil**: hosts and parasitoids of the Mediterranean fruit fly. 2012. Disponível em: <www.lea.esalq.usp.br/ceratitis/>, updated on February 19, 2013>. Acesso em: 13 jan. 2014.

ZUCOLOTO, F.S. Alimentação e nutrição de moscas-das-frutas. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. cap. 7, p. 67-80.