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

**Análise comparativa das espécies de *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae)
em três agroecossistemas no estado de São Paulo**

Monique Barbara Rosa de Oliveira

**Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração:
Entomologia**

**Piracicaba
2015**

Monique Barbara Rosa de Oliveira
Bióloga

**Análise comparativa das espécies de *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae)
em três agroecossistemas no estado de São Paulo**

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

**Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração:
Entomologia**

Piracicaba
2015

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

Oliveira, Monique Barbara Rosa de

Análise comparativa das espécies de *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae), em três agroecossistemas no estado de São Paulo / Monique Barbara Rosa de Oliveira. - - Piracicaba, 2015.

75 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2015.

1. Índices faunísticos 2. Dinâmica populacional 3. Moscas-das-frutas I. Título

CDD 632.774
O48a

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

Com Amor
Dedico aos meus pais,

Maria Barbara Rosa Oliveira e Leomar Alves de Oliveira

Ào meu Irmão, Henrique Alves

& aos meus sobrinhos, Caio e Gabriela

Ofereço

AGRADECIMENTOS

Toda minha gratidão à Deus por, me manter forte perante as dificuldades, para a realização de mais uma etapa da minha vida;

À Universidade de São Paulo e ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia, por ter proporcionado a minha formação em nível de mestrado.

Ao Prof. Dr. Roberto Antonio Zucchi por toda a orientação, ensinamentos, compreensão, apoio e confiança demonstrados ao longo desse período de convivência.

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

À Dra. Keiko Uramoto, por toda a atenção destinada a mim e à pesquisa, pelo empenho em recuperar os dados que tão generosamente foram cedidos a mim, e sem os quais não teria sido possível a realização deste trabalho.

À Dra. Gleidyane Novais Lopes Mielezrski, por sua valiosa amizade, por ser o alicerce do meu trabalho e por ser tão solícita, numa presteza desmedida desde a minha vinda. Agradeço a você, por todos os momentos compartilhados, pela simpatia e pelas risadas todas, que jamais serão esquecidas.

Ao Dr. Miguel Francisco Souza Filho por, gentilmente, ceder as amostras de moscas-das-frutas utilizadas neste estudo;

Ao Me. Leandro José Uchôa Lemos por, ajudar com a obtenção das planilhas de Monte Alto;

Às Dra (s) Elisângela Novais Lopes Ferreira e Caroline Reigada 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 Mestrado;

Aos professores e servidores da ESALQ/USP pelos ensinamentos, competência e apoio, em especial a Regina Moraes, Andréa Sintoni e Marineia Haddad;

Aos amigos do Laboratório de Taxonomia de Insetos, Élisson Fabrício, Keiko Uramoto, Tayron Amaral e Mayara Araujo pelos bons momentos de trabalho, companheirismo, amizade e apoio;

Aos amigos Jéssica Vieira, Aline Aparecida, Fernanda Canassa, Daniela Okuma, Gustavo Rodrigues, Vitor Hugo, Kauane Abati e Camila Nunes pela amizade, apoio, convivência e outros momentos de alegria compartilhados em Piracicaba;

À minha família 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.

*“...Não cruze os braços diante de uma
dificuldade, pois o maior homem do mundo morreu de braços abertos!”
Bob Marley*

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1 Moscas-das-frutas	21
2.2 Espécies de <i>Anastrepha</i>	22
2.3 Plantas Hospedeiras	23
2.4 Dinâmica populacional	24
2.5 Flutuação populacional	25
2.6 Análise faunística	27
3.1 Área de estudo	29
3.2 Dados climáticos	30
3.3 Coletas e identificação das espécies	30
3.4 Análise faunística	31
3.4.1 Diversidade alfa	31
3.4.2 Diversidade beta	35
4.1 Diversidade alfa	39
4.1.1 Espécies predominantes	39
4.2 Diversidade beta	46
5 DISCUSSÃO	53
5.1 Diversidade alfa	54
5.1.1 Espécies predominantes	54
5.1.2 Espécies raras	59
5.2 Diversidade beta	60
6 CONCLUSÕES	63
REFERÊNCIAS	65

RESUMO

Análise comparativa das espécies de *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) em três agroecossistemas no estado de São Paulo

As moscas-das-frutas estão entre as principais pragas da pomicultura em todo o mundo. Devido à sua importância econômica, os estudos sobre os aspectos ecológicos entre as comunidades moscas-das-frutas são cruciais. Assim, o objetivo deste trabalho foi comparar a dinâmica populacional das espécies de *Anastrepha* em três agroecossistemas diferentes, de três municípios do estado de São Paulo: área antropizada em Piracicaba, área natural em Monte Alegre do Sul e na área agrícola em Monte Alto. Os levantamentos moscas-das-frutas foram realizados utilizando armadilha do tipo McPhail com atrativo alimentar. As comparações das comunidades de moscas-das-frutas foram baseadas nos índices faunísticos. Um total de 49.583 espécimes foram coletados nos três agroecossistemas, pertencentes a 22 espécies. *Anastrepha fraterculus* e *A. sororcula* foram predominantes em todos os três agroecossistemas. *Anastrepha bahiensis* e *A. grandis* também foram predominantes na área natural, mas na área antropizada apenas *A. pseudoparallela* foi predominante. Todas essas espécies foram classificadas como super quanto à dominância, abundância, frequência e constância. Embora o índice de diversidade foi elevado na área antropizada, o maior índice de riqueza (Margalef) foi na área natural. Pelo índice de equitabilidade (Pielou), a distribuição das espécies foi mais uniforme na área agrícola. Para a diversidade beta, determinada pelo coeficiente de similaridade (Sørensen), áreas antropizada e natural tiveram 80% de similaridade, diferindo estatisticamente da semelhança com a área agrícola. No entanto, com base no coeficiente de Bray-Curtis, a área natural foi a mais dissimilar, diferindo das áreas antropizada e agrícola. Com base na distância euclidiana, *A. fraterculus* teve forte interação nos três agroecossistemas. De acordo com os índices de diversidade nos três agroecossistemas, a área agrícola, onde foram usados tratamentos fitossanitários, diferiu significativamente das áreas antropizada e natural, tanto na diversidade alfa como beta.

Palavras-chave: Índices faunísticos; Dinâmica populacional; Moscas-das-frutas

ABSTRACT

Comparative analysis of *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) species in three agroecosystems in the State of São Paulo, Brazil

Fruit flies are among the main pests of the pomiculture worldwide. Due to their economic importance, studies on the ecological aspects among fruit fly communities are crucial. Thus, the objective of this work was to compare the population dynamics of *Anastrepha* species in three different agroecosystems of three municipalities of the state of São Paulo, Brazil: anthropic area in Piracicaba, natural area in Monte Alegre do Sul and agricultural area in Monte Alto. Fruit fly surveys were carried out using McPhail-type trap with food attractants. Comparisons of the fruit fly communities were based on faunistic indices. A total of 49,583 specimens were collected in the three agroecosystems divided in 22 species. *Anastrepha fraterculus* and *A. sororcula* were predominant in all three agroecosystems. *Anastrepha bahiensis* and *A. grandis* were also predominant in the natural areas, but in the anthropic area only *A. pseudoparallela* was predominant. All these species were classified as super for the indices dominance, abundance, frequency and constancy. Although the diversity index was high in the anthropic area, the highest richness index (Margalef) was in the natural area. The species distribution was more evenly in the agricultural area by the equitability index (Pielou). For the diversity beta, determined by the similarity coefficient (Sorensen), anthropic and natural areas had 80% of similarity, differing statistically from the similarity with the agricultural area. However, based on the Bray-Curtis coefficient, the natural areas was the most dissimilar, differing from the anthropic and agricultural areas. Based on the Euclidean distance, *A. fraterculus* had strong interaction in the three agroecosystems. According to the diversity indices for the three agroecosystems, the agricultural area, where pesticides were used, differed significantly from the anthropic and natural areas in both alpha and beta diversity.

Keywords: Faunistic indices; Population dynamics; Fruit flies

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Espécies predominantes nos três agroecossistemas.....	39
Figura 2 - Curva de rarefação para as espécies de <i>Anastrepha</i> capturadas em armadilhas tipo McPhail nos três agroecossistemas.	43
Figura 3 - Estatística Q das espécies de <i>Anastrepha</i> capturadas em armadilha McPhail nos três agroecossistemas.	44
Figura 4 - A) Dendograma de similaridade para os três agroecossistemas, quanto à composição das espécies de <i>Anastrepha</i> . A. Sørensen (Índ. Corr. = 0,985). B. Bray-Curtis (Índ. Corr. = 0,995).....	47
Figura 5 - Análise de correspondência das espécies de <i>Anastrepha</i> nos três agroecossistemas (ESALQ – antropizada, Monte Alegre do Sul – natural, Monte Alto – agrícola).....	48
Figura 6 - Representação da interação (<i>heatmap graph</i>) das espécies de <i>Anastrepha</i> com os três agroecossistemas (ESALQ – antropizada; Monte Alegre do Sul– natural; Monte Alto – agrícola) (verde: fraca interação; vermelho: forte interação).	50
Figura 7 - Representação da interação (<i>heatmap graph</i>) das espécies de <i>Anastrepha</i> com os três agroecossistemas, excluindo-se <i>Anastrepha fraterculus</i> (ESALQ – antropizada; Monte Alegre do Sul– natural; Monte Alto – agrícola), (verde: fraca interação; vermelho: forte interação).	51
Figura 8 - Análise de SHE (riqueza, diversidade e equitabilidade) para as espécies de <i>Anastrepha</i> capturadas em armadilhas tipo McPhail nos três agroecossistemas (antropizada, de 07/1998 a 06/1999; natural, de 01/2002 a 12/2002; agrícola, de 01/2004 a 12/2004). Linha preta: log do número de espécies, linha vermelha: índice Shannon, linha azul: log da equitabilidade de Pielou.....	57
Figura 9 - Perfis da diversidade das comunidades de espécies de <i>Anastrepha</i> nos três agroecossistemas.	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização das áreas de coleta de moscas-das-frutas nos três agroecossistemas no estado de São Paulo	29
Tabela 2 – Temperatura média mensal, precipitação mensal para os três agroecossistemas durante o período de coleta, no estado de São Paulo.....	30
Tabela 3 - Espécies de <i>Anastrepha</i> capturadas em armadilhas tipo McPhail na área antropizada, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a junho de 1999	38
Tabela 4 - Espécies de <i>Anastrepha</i> capturadas em armadilhas tipo McPhail na área natural, Monte Alegre do Sul, SP, de janeiro a dezembro de 2002.....	38
Tabela 5 - Espécies de <i>Anastrepha</i> capturadas em armadilhas tipo McPhail na área agrícola, Monte Alto, SP, de janeiro a dezembro de 2004	39
Tabela 6 - Análise faunística de espécies de <i>Anastrepha</i> capturadas em armadilhas tipo McPhail na área antropizada, Piracicaba, SP	40
Tabela 7 - Análise faunística de espécies de <i>Anastrepha</i> capturadas em armadilhas tipo McPhail na área natural, Monte Alegre do Sul, SP	41
Tabela 8 - Análise faunística de espécies de <i>Anastrepha</i> capturadas em armadilhas tipo McPhail na área agrícola, Monte Alto, SP	41
Tabela 9 - Índices de diversidade alfa (α) para as espécies de <i>Anastrepha</i> capturadas em armadilhas tipo McPhail nos três agroecossistemas.....	42
Tabela 10 - Relação de espécies raras capturas em armadilha tipo McPhail nas áreas natural e antropizada e respectivas plantas hospedeiras.....	45
Tabela 11 – Índice de similaridade de Sørensen das espécies de <i>Anastrepha</i> capturadas em armadilhas tipo McPhail nos três agroecossistemas, no Estado de São Paulo.	46
Tabela 12 - Análise de correspondência com os percentuais das relações das espécies de <i>Anastrepha</i> para os três agroecossistemas.....	49

1 INTRODUÇÃO

Várias espécies de moscas-das-frutas da família Tephritidae são importantes pragas da fruticultura mundial. Essas espécies têm alta adaptabilidade quando introduzida em regiões diferentes, podendo tornar-se rapidamente dominante no ambiente. Os prejuízos causados pelas moscas-das-frutas afetam diretamente a exportação dos frutos *in natura*, aumentando o custo e comprometendo a produção em escala comercial, principalmente devido às restrições quarentenárias (DUARTE; MALAVASI; ZUCCHI, 2000).

A dinâmica populacional das moscas-das-frutas está relacionada à interferência de fatores climáticos, geográficos e também à ação de inimigos naturais (ALUJA, 1994). O nível de dominância das espécies de moscas-das-frutas parece estar ligado ao conjunto de componentes ecológicos, dos quais os mais relevantes são a abundância, a diversidade e a riqueza de hospedeiros (CELEDÔNIO-HURTADO et al., 1995). A dinâmica populacional das moscas-das-frutas é influenciada pela vegetação nativa do entorno aos pomares e pela competição intraespecífica.

Vários modelos foram propostos para estudar as relações entre as populações. Para as moscas-das-frutas, os índices faunísticos (SOUTHWOOD, 1995) têm sido os mais utilizados.

Os estudos bioecológicos de insetos-praga vêm sendo de grande importância para compreender a dinâmica populacional, bem como a estrutura das suas comunidades. Uma comunidade possui interligações próprias, que facilitam sua caracterização e separação de outras comunidades. Isso pode ser feito por meios de vários índices que expressam a diversidades de espécies (SILVEIRA NETO, 1976). O conceito de diversidade de espécies de uma comunidade possui dois elementos: a) densidade de espécies, avaliada em função do número total de espécies presente no agrossistema; b) equitabilidade, baseada na distribuição dos indivíduos entre as espécies (MAGURRAN, 2013).

As análises faunísticas de moscas-das-frutas, conduzidas principalmente em pomares comerciais em várias localidades de todas as regiões brasileiras, têm confirmado que apenas uma ou duas espécies são predominantes, mesmo onde foi registrada alta diversidade

Os levantamentos populacionais, principalmente aqueles realizados em diferentes agroecossistemas, são fundamentais para analisar a composição faunística de diferentes sistemas de cultivos. Esses estudos geram informações relevantes sobre as estratégias utilizadas na exploração dos recursos dentro do cultivo e em áreas adjacentes. Para melhor entendimento da dinâmica populacional de moscas-das-frutas e da biodiversidade, são necessários estudos bioecológicos e do comportamento populacional das espécies de moscas-

das-frutas em diferentes agroecossistemas. Esses estudos fornecem informações importantes, que auxiliam a realização de previsões de surtos de pragas, melhorando as alternativas do controle e do manejo racional, reduzindo os prejuízos causados pelas espécies de importância econômica (BERRYMAN,1986).

As comunidades de espécies de *Anastrepha* em três agroecossistemas (antropizado, natural, e agrícola) foram comparadas com base nos padrões de distribuição das diversidades alfa e beta. O objetivo deste estudo foi comparar a dinâmica populacional das espécies de *Anastrepha* nesses três agroecossistemas. É apresentada, também uma abordagem das espécies raras (*singleton species*), visando principalmente caracterizar os entornos das áreas estudadas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Moscas-das-frutas

Os insetos pertencentes à família Tephritidae são conhecidos popularmente como moscas-das-frutas, pois suas larvas desenvolvem-se no interior dos frutos, alimentando-se principalmente da polpa. Muitas espécies danificam frutos comerciais e se constituem em importantes pragas. O conhecimento das relações entre as espécies, suas plantas hospedeiras e seus parasitoides são estudos fundamentais para o entendimento da dinâmica populacional das moscas-das-frutas (ZUCCHI, 2000b).

Os danos são causados pelas fêmeas, quando introduzem o acúleo no fruto para deposição dos ovos, e pelas larvas, que consomem a polpa do fruto, provocando a maturação precoce, podridão e queda dos frutos (NORA; SUGIURA, 2001). A oviposição de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) em ameixa acarreta a queda dos frutos verdes, mesmo sem ter ocorrido o desenvolvimento total das larvas (SALLES, 1999). Em maçã, ao redor da punctura pode acarretar manchas na parte sombreada dos frutos, semelhantes às manchas de cortiça (deficiência de cálcio) (BRANCO; VENDRAMIM; DENARDI, 2000).

As moscas-das-frutas causam diversos prejuízos à fruticultura. Esse é um fator preocupante, pois eleva os custos da produção, em razão das consecutivas aplicações de inseticidas e perdas anuais de produção. Essas pragas-chave das frutíferas causam danos direto, pois mesmo com baixas densidades populacionais, atingem rapidamente o nível de dano econômico, além das restrições quarentenárias impostas por países importadores de frutos in natura. Para tentar a erradicação dessas pragas têm sido gastos milhões de reais por ano com controle químico, comportamental e cultural (CARVALHO, 1988; BITTENCOURT et al., 2006).

O desenvolvimento das moscas-das-frutas ocorre em três diferentes ambientes: a vegetação, que é ambiente para os adultos, local para o acasalamento e localização dos hospedeiros; o fruto, como abrigo das larvas, que passam seu ciclo se alimentando da polpa, e o solo, onde migram para completar o ciclo biológico (MALAVASI; BARROS, 1988; SILVA, 1993; SALLES, 2000).

As condições favoráveis de um ambiente, com diversidade de hospedeiros e períodos de frutificação diferentes, proporcionam às moscas-das-frutas ambiente constante para alimentação, em uma sucessão de hospedeiros, principal meio de manutenção das populações

na natureza (PUZZI; ORLANDO, 1965). A forma mais comum de dispersão das moscas-das-frutas é principalmente pelo transporte de frutos infestados de uma localidade para outra, que pode inclusive introduzir espécies exóticas (CAREY; DOWELL, 1989).

A distribuição geográfica das espécies de moscas-das-frutas está fortemente ligada à distribuição de seus hospedeiros, sendo presumível que as espécies polífagas apresentem uma distribuição geográfica mais extensa que as especialistas (SELIVON, 2000).

Os trefritídeos têm sido estudados principalmente nos trópicos como pragas de áreas agrícolas, mas têm sido pouco pesquisados em áreas de florestas nativas. As moscas-das-frutas das regiões tropicais são nativas das florestas tropicais (RAGHU et al., 2000) e a rápida degradação dessas áreas pode levar a extinção de muitas espécies, antes de terem sido conhecidas (ALUJA, 1999).

O conhecimento prévio das espécies, relacionado aos aspectos bioecológicos e ao comportamento dessas espécies na área, é indispensável para estabelecer um programa de manejo de moscas-das-frutas (URAMOTO, 2002). Para um melhor entendimento dos aspectos ecológicos, biológicos e controle de moscas-das-frutas são necessários realizar levantamentos das espécies de uma determinada região, para definir as que afetam as culturas e estabelecer quais estratégias de manejo devem ser usadas (ARAÚJO et al., 2005).

2.2 Espécies de *Anastrepha*

Anastrepha é o gênero mais diversos de moscas-das-frutas, com mais de 260 espécies conhecidas, em ambientes tropicais e subtropicais (NORRBOM et al., 2012). As espécies de *Anastrepha* estão distribuídas em toda a América do Sul (menos no Chile, onde ocorre eventualmente), no México, no sul dos EUA, América Central e Caribe. O centro de origem dessas espécies é o continente americano (MALAVASI; ZUCCHI; SUGAYAMA, 2000).

No Brasil ocorre a maior diversidade de espécies de *Anastrepha* (ZUCCHI, 2008) e é o país com mais estudos sobre as espécies desse gênero (ALUJA, 1999). Entre as 115 espécies registradas no Brasil, apenas sete são de importância econômica - *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, 2000b). Encontram-se distribuídas em todas as localidades do Brasil, porém, algumas podem estar limitadas às florestas tropicais e subtropicais (MALAVASI et al., 2007). As espécies de *Anastrepha* amplamente distribuídas no Brasil, são *A. fraterculus* e *A. obliqua* (ZUCCHI, 2000b), constituindo-se nas espécies mais polífagas ou generalistas, pois se

desenvolvem em grande gama de plantas (MALAVASI; MORGANTE; ZUCCHI, 1980; NUÑEZ-BUENO, 1981; ZUCCHI, 1988).

2.3 Plantas Hospedeiras

O conhecimento de plantas hospedeiras em uma região é importante, uma vez que o ataque e a capacidade adaptativa para migração, influencia diretamente a presença das moscas-das-frutas nos pomares (MOURA, 2012). Essa capacidade de exploração em diferentes regiões amplia a distribuição biogeográfica (HERNANDEZ-ORTIZ, 1992). O entendimento da relação inseto-planta é fundamental para a compreensão dos processos adaptativos das moscas-das-frutas e também auxilia os programas de controle (SELIVON, 2000).

As moscas-das-frutas podem ser especialistas, quando interagem com poucas espécies de hospedeiros (às vezes com apenas uma) ou generalistas, quando utilizam várias espécies de hospedeiros. Entretanto, algumas espécies podem ainda apresentar diferentes graus de especialização entre esses dois extremos (SELIVON, 2000).

Algumas espécies de *Anastrepha* são altamente específicas na exploração de certos recursos. Por exemplo, as espécies do grupo *spatulata*, exploram as plantas do gênero *Manihot* (Euphorbiaceae), as do grupo *pseudoparallela* estão associadas preferencialmente ao gênero *Passiflora* (Passifloreaceae), as do grupo *grandis*, à família Curcubitaceae, algumas espécies do grupo *mucronota* preferem as espécies de Bombacaceae e as dos grupos *leptozona*, *robusta* e *serpentina*, estão associadas às espécies da família Sapotaceae (NORRBOM, 1985; SELIVON, 2000; ZUCCHI, 2008). Entretanto, para muitas espécies de *Anastrepha* os hospedeiros são desconhecidos.

A fenologia das frutíferas e o amadurecimento dos frutos em diferentes épocas do ano possibilitam o crescimento populacional das moscas-das-frutas e sua ampla distribuição em toda região paulista (SOUZA-FILHO, 2009). As populações de moscas-das-frutas podem ser incursoras, ocorrem em área silvestre e/ou em área de matas nativas próximas aos cultivos ou residentes, quando se encontram no próprio pomar infestado (PUZZI; ORLANDO, 1965; RAGA et al., 1996).

Aliados aos estudos da dinâmica populacional, os programas de monitoramento de moscas-das-frutas, devem ser complementados pela amostragem de frutos. Dessa maneira, além de associar as espécies de moscas-das-frutas com seus hospedeiros primários e alternativos nos agroecossistemas, determina-se o nível de infestação, que auxilia no

estabelecimento da estratégia de manejo integrado (NASCIMENTO; CARVALHO, 2000; ARAÚJO, 2003).

2.4 Dinâmica populacional

A população é definida pela quantidade de indivíduos que a compõe, que pode aumentar ou diminuir no tempo e no espaço (TOWNSEND; BEGON; HASPER, 2002). O crescimento da população de insetos é influenciado pela ação de alguns fatores, como o ambiente físico, o alimento (hospedeiro), o espaço e a relação entre indivíduos, que compõem a população, e a relação com outras espécies (DENT; WALTON, 1997).

Os fatores abióticos exercem influência direta ou indireta em alguns insetos. Muitos fatores podem atuar diretamente na mortalidade ou comprometer o desempenho dos insetos, por meio de alterações no comportamento de oviposição, alimentação, migração e, assim, interfere no crescimento e desenvolvimento (HOPKINS; MEMMOTT, 2003). Esses fatores têm ações abrangentes no ecossistema, atuando em algumas interações de ocorrência natural no ambiente, podendo afetar os insetos por influenciar nas atividades dos inimigos naturais e alterar as propriedades dos recursos, por meio de modificações fisiológicas e bioquímicas na planta hospedeira (VARLEY et al., 1973; HOPKINS; MEMMOTT, 2003).

Entre os fatores abióticos, a temperatura, a umidade relativa, a precipitação pluvial e a velocidade do vento são os principais fatores ligados à dinâmica populacional de insetos nos agroecossistemas (WALLNER, 1987). Entretanto, a evaporação, a insolação e o fotoperíodo também podem ser relevantes para algumas espécies (TAKEDA; SKOPIK, 1997).

Em laboratório, a temperatura baixa influenciou no processo de maturação dos óvulos e na longevidade de fêmeas de *A. fraterculus*. Durante o inverno intenso do sul do Brasil, as populações de *A. fraterculus* não foram capturadas, porém, com a elevação da temperatura na primavera, o pico populacional de *A. fraterculus* aumentou (TAUFER et al. 2000).

Em algumas regiões, a umidade do ar está relacionada com a mobilidade das moscas-das-frutas, que tendem a ficarem mais ativas com umidade mais alta (NASCIMENTO et al., 1982). Também a umidade do solo tem interferência na viabilidade pupal das moscas-das-frutas. Por exemplo, o ciclo de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) é afetado em latossolo, pois nesse solo apresenta ciclo mais longo em condições secas (AZEVEDO; PARRA, 1989).

Em geral, não há influência da precipitação pluvial na comunidade de moscas-das-frutas (ALUJA et al., 1996; PORTILLA, 2002). Porém, a precipitação pluvial interfere nas populações de moscas-das-frutas de forma indireta, favorecendo melhores condições para

frutificação e, com isso, influencia o crescimento populacional dos tefritídeos (ARAÚJO, 2002; CORSATO, 2004).

Os fatores bióticos, que exercem mais influência na dinâmica populacional das espécies de moscas-das-frutas, são a disponibilidade de hospedeiro e a densidade populacional. Com mais locais de oviposição e alimento abundante, a densidade populacional aumenta e consequentemente as infestações são maiores (MALAVASI; MORGANTE; , 1980; CANAL D, 1997).

A dinâmica das populações de moscas-das-frutas também pode ser influenciada pelo padrão de distribuição espacial de uma espécie e da interação com outras espécies. Além disso, os inimigos naturais, a migração e a disponibilidade hospedeira estão intimamente relacionados com a distribuição espacial dos indivíduos (HASSEL, 1985; MURDOCH; REEVE, 1987).

Se a disponibilidade de frutos hospedeiros é essencial para abundância das populações de moscas-das-frutas (NASCIMENTO; CARVALHO, 2000), os inimigos naturais atuam de modo oposto para regular as populações e manter o equilíbrio da comunidade. No caso das moscas-das-frutas, os parasitoides braconídeos (WHARTON, 1996) são os principais agentes reguladores das populações. Associados às outras técnicas de manejo, os parasitoides são eficientes para o manejo dessas pragas (GINGRICH, 1993; CARVALHO; NASCIMENTO; MATRANGOLO, 2000).

2.5 Flutuação populacional

As flutuações populacionais são as variações na abundância de indivíduos de uma área em um intervalo de tempo. Em insetos de importância econômica, o conhecimento dessas flutuações é uma condição fundamental para o estabelecimento de um controle eficiente e racional, pois permite realizar o planejamento de estratégias de manejo mais eficientes (BARROS-NETO, 2008). As variáveis ambientais interferem nessas populações, tornando-se assim ferramenta importante no controle dos tefritídeos (ALUJA et al., 2012).

Os estudos de flutuação populacional de moscas-das-frutas vêm sendo feitos em todo o Brasil, há várias décadas. Esses estudos têm sido realizados principalmente com armadilhas do tipo McPhail, instaladas em diversos agroecossistemas. Entretanto, esse método de captura não associa as espécies de moscas-das-frutas às plantas nas quais as armadilhas estão instaladas (NASCIMENTO; CARVALHO; MALAVASI, 2000). Cada agroecossistema tem sua peculiaridade, que deve ser levada em consideração nos estudos de flutuação

populacional, para estabelecer estratégias de manejo adequadas para cada região (ALUJA et al., 2012).

As população de moscas-das-frutas polífagas, podem permanecer abundantes durante o ano todo. Por exemplo, em Itaquera, SP, o nível populacional de *A. fraterculus* ocorreu, principalmente, no fim do período de frutificação, entretanto, a população se manteve em níveis equilibrados, não desaparecendo do pomar durante os intervalos de frutificação (MALAVASI; MORGANTE, 1981). Em estudos de flutuação populacional em monoculturas, o aumento populacional de moscas-das-frutas ocorreu logo após o amadurecimento dos frutos e houve significativa diminuição, quando não havia hospedeiros disponíveis (ALUJA, 1994). Vários estudos têm sido realizados em pomares comerciais, para o estabelecimento da dinâmica populacional dos tefritídeos nesses ambientes, em várias décadas no Brasil (e.g., NASCIMENTO et al., 1983). Em Itaguaí, RJ, as populações de *Anastrepha* apresentam picos populacionais de fevereiro a abril, época com a maior disponibilidade de frutos hospedeiros. Entretanto, *C. capitata* é abundante nos meses de inverno, quando seus hospedeiros preferenciais estão maduros (AGUIAR-MENEZES; MENEZES, 1996).

Nas últimas décadas, intensificaram-se os estudos de dinâmica populacional de moscas-das-frutas em todo território brasileiro. Apesar dos inúmeros estudos realizados, apenas alguns estudos são apresentados a seguir. Em Piracicaba, SP, o aumento populacional ocorrem de agosto a novembro, sendo que a disponibilidade de frutos hospedeiros provavelmente alterou o tamanho das populações das espécies mais abundantes (URAMOTO; WALTER; ZUCCHI, 2003). Em Águas de Chapecó e Chapecó, SC, com base na dinâmica populacional, observou-se que os índices de infestação de *Anastrepha* se tornavam elevados de março a agosto (CHIARADIA et al., 2004). A população de *Anastrepha* esteve presente durante o ano todo em pomares de goiaba, mas o nível mais alto de infestação ocorreu no período final de amadurecimento dos frutos (SOUZA-FILHO, 2006).

Com base nos diversos estudos, realizados em pomares de goiaba no estado de São Paulo, a dominância das espécies de *Anastrepha* ocorreram nos períodos em que os frutos hospedeiros estavam maduros. Outros fatores ambientais demonstraram baixa influência na flutuação populacional das espécies (COLOMBI, 2007; DUARTE; GALLI; PAZIN, 2012; COLORE, 2013).

Os fatores endógenos e exógenos, que afetam a população de moscas-das-frutas, estão relacionados com sua distribuição no ambiente e as variações climáticas globais e locais. Em 11 anos de coletas, a flutuação populacional de *Anastrepha* apresentou dinâmica estável ao longo do tempo. Entretanto, uma abordagem mais ampla da área de estudo é o ideal para o

entendimento da flutuação populacional, para se conhecer os efeitos das interações intra e interespecíficas juntamente com as variações climáticas em uma área ampla (ALUJA et al., 2012).

A flutuação populacional de espécies de *Anastrepha* pode modificar de um ano para outro, com elevados índices populacionais em um ano e não em outros (KORYTOWSKI; CAMPOS, 2001). A ação de inimigos naturais tem uma forte influência na flutuação populacional dos tefritídeos (CARVALHO et al., 2000).

As populações das moscas-das-frutas podem sofrer interferências, dependendo da disponibilidade de hospedeiro, do local, e da época do ano, não desempenhando, assim, um padrão predeterminado. Dois fatores interferem para tais modificações: a presença de hospedeiro alternativo em áreas circundantes e fatores meteorológicos (ALUJA, 1994; SALLES, 1995).

2.6 Análise faunística

Nas diversas comunidades, há interações que mantêm o funcionamento adequado do ambiente. A interação da vegetação na produção primária de energia e o consumo dessas substâncias pelos animais são processos importantes para manter o equilíbrio na natureza. Um fator essencial para a estabilização, fluxo e/ou ciclagem de energia é a diversidade faunística. Diferenciar e delimitar a fauna de uma determinada região proporciona um esclarecimento sobre o ambiente em questão (MARQUES et al., 2009).

A partir de vários modelos foram realizados estudos pioneiros de análise faunística da entomofauna por diversos autores (SOUTHWOOD; VAN EMDEN, 1967; JANZEN; SCHOENER, 1968).

Na análise faunística, são quantificados os táxons (famílias, gêneros, espécies) coletados em um determinado ambiente, fornecendo informações sobre as populações presentes e sua importância ao ambiente. São analisados, nesses estudos, vários parâmetros (abundância, diversidade, equitabilidade, frequência, dominância e constância), possibilitando a comparação dentre comunidades, independentemente do método do levantamento e do volume da amostra (SILVEIRA NETO et al., 1976).

Os índices de diversidade têm grande vantagem, pois além de serem facilmente calculados, proporcionam vários dados que podem ser analisados e permitem comparações entre diversas comunidades. A análise do padrão de distribuição de determinada espécie é fundamental para a compreensão da importância das espécies no ambiente (GOTELLI, 2009).

De modo geral, a diversidade pode ser dividida em alfa, beta e gama. A diversidade alfa é muito similar à riqueza de espécies, porém além de conter o número de diferentes espécies, leva em conta também a proporção em que as espécies ocorrem em determinado local ou habitat (abundância relativa). A diversidade beta é a medida da heterogeneidade de comunidades em determinado território que, geralmente, tem proporções maiores do que a diversidade alfa, portanto, mede quanto a composição de espécies varia de um lugar para outro. A diversidade gama ou regional, abrange grandes áreas de ecossistemas e sua caracterização depende também da diversidade de relevos, solos e fitofisionomias em um território (WHITTAKER, 1972),

A análise faunística de moscas-das-frutas, no Brasil, iniciou-se na década de 1980 (ARRIGONI, 1985). A partir daí, inúmeros estudos de análise faunística foram realizados em diversas localidades brasileiras, para esclarecer a dinâmica das comunidades de moscas-das-frutas, (e.g., NASCIMENTO et al., 1983, SILVA, 1993, BOMFIM; UCHÔA-FERNANDES; BRAGANÇA, 2007, AGUIAR, 2012).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

As coletas de moscas-das-frutas foram realizadas em três áreas do estado de São Paulo, caracterizadas por diferentes agroecossistemas e manejo.

A área antropizada está localizada em Piracicaba, no Campus “Luiz de Queiroz”, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), da Universidade de São Paulo. A área natural foi representada por dois pomares adjacentes de cultivares de goiabeiras e de nespereiras da 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. A área agrícola foi representada por um pomar comercial de goiaba no município de Monte Alto (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização das áreas de coleta de moscas-das-frutas nos três agroecossistemas no estado de São Paulo*

Localização/Características	Antropizado	Natural	Agrícola
Latitude (s), longitude (w)	22° 42' 30" S; 47° 38' 00" W	22°41' 42" S; 46° 40' 22" W	21°13'27,1S; 48°36'9,2"W
Altitude (m)	546	760	588
Tamanho	800 ha	9,160 m ²	-
Cultivo	jabuticaba, manga, jaca, nêspira, acerola, pêssego, abacate, seriguela, banana, citros, mamão, carambola, uvaia, pitanga, macadâmia, amora, hospedeiros silvestres.	goiaba e nêspira	goiaba
Manejo	sem manejo	sem tratamento fitossanitário	podas regulares
Vegetação adjacente	cultura de cana-de-açúcar, mata nativa, pastagens, reflorestamento e área urbana	gramado, mata nativa, pêra, vegetação espontânea	-
Tipo do terreno	terreno levemente acidentado	terreno em declive	-
Caracterização da reserva legal do entorno	floresta, plantios florestais paisagísticos, maciços florestais com exóticas e nativas, áreas de pinus e eucalipto apresentando regeneração natural.	mata regenerada: antes foi cultivo de café.	-

* Baseado em Uramoto (2002) e Lopes-Mielezski (2014)

3.2 Dados climáticos

As informações meteorológicas de Piracicaba, para os respectivos anos de coletas, foram fornecidas pela estação meteorológica automática do Departamento de Engenharia e Biossistemas localizada na ESALQ. Para Monte Alegre do Sul, os dados foram obtidos pela estação meteorológica automática localizada na PRATALP/APTA, próximas aos pomares experimentais. Como não há dados climáticos para Monte Alto, que está situado a apenas 18,5 km de Jaboticabal, foram usados os parâmetros desse município, disponíveis na página eletrônica do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas do Instituto Agrônomo de Campinas (Tabela 2).

Tabela 2 – Temperatura média mensal, precipitação mensal para os três agroecossistemas durante o período de coleta, no estado de São Paulo*

Meses	Piracicaba		Monte Alegre do Sul		Monte Alto	
	(1998/1999)**		(2002)		(2004)	
	T(C°)	P(mm)	T(C°)	P(mm)	T(C°)	P(mm)
janeiro	23,9	354,6	22,1	301	25,2	423,4
fevereiro	23,7	203,9	21,9	226,8	24,2	313,7
março	24,0	179,8	23	201	24,5	48,2
abril	21,0	76,6	21,7	48	23,8	94,3
maio	17,7	46,3	18,5	77,8	19,9	84,9
junho	16,4	69,1	18,4	0	19,3	28,8
julho	17,4	15,1	17,1	7,8	18,9	39
agosto	20,1	22,1	20,2	84,6	21,4	0
setembro	20,6	87,9	18,8	105,4	25,2	28
outubro	20,7	155,4	23,4	70,4	22,2	135,4
novembro	22,4	25,4	22	175,5	24,7	187,7
dezembro	23,7	251,3	23,3	141,8	25	138,7
Média/Total	21	1.487,5	20,8	1.440,1	22,8	1.522,1

T= temperatura; P= Precipitação pluvial. *Baseado em Lemos (2012) e Uramoto (2002); * de julho de 1998 a junho de 1999.

3.3 Coletas e identificação das espécies

Para a coletas das moscas-das-frutas nas três áreas, foram utilizadas seis armadilhas do tipo McPhail com atrativos alimentares, substituídos semanalmente, quando também era feito o recolhimento dos espécimes capturados. Os levantamentos em Piracicaba, campus “Luiz de Queiroz” /USP, foram coordenados pelo Dr. Júlio M. M. Walder, de julho de 1998 a junho de 1999. Os levantamentos em Monte Alegre do Sul e Monte Alto foram realizados pelo Dr. Miguel F. Souza Filho, de janeiro/2002 a dezembro/2004. As moscas-das-frutas foram conservadas em etanol 70%, em frascos devidamente rotulados, e mantidas nos laboratórios do Centro de Energia na Agricultura (CENA), em Piracicaba e do Instituto Biológico, em

Campinas, e transferidas para o laboratório de Taxonomia da ESALQ para as identificações das espécies.

As espécies de moscas-das-frutas foram identificadas com base principalmente no ápice do acúleo (ZUCCHI, 2000a), portanto, apenas os dados das fêmeas foram analisados. As espécies coletadas na ESALQ foram identificadas pelo Dra. Keiko Uramoto (URAMOTO, 2002), de Monte Alegre do Sul pela Dra. Gleidyane Novais Lopes Mielezrski (LOPES-MIELEZRSKI, 2014) e de Monte Alto pelo Me. Leandro José Uchôa Lemos (LEMOS, 2012).

3.4 Análise faunística

3.4.1 Diversidade alfa

Os dados foram analisados por meio do Software ANAFAU versão 2.0 (SILVEIRA NETO et al., 2014), que permite caracterizar comunidades por parâmetros faunísticos (dominância, abundância, frequência e constância, espécies predominantes, índices de riqueza e diversidade.

- Dominância (D). Uma espécie é considerada dominante, quando apresenta frequência superior a $1/S$, em que S é a riqueza de espécies na área amostrada. Foi calculada pelo método de Kato (1952), baseando no programa ANAFAU versão 2.0.
- Abundância (A). 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 (rara), d (dispersa), c (comum), a (abundante), ma (muito abundante) e sa (superabundante).
- Frequência (F). Porcentagem de indivíduos de uma espécie com relação ao total de indivíduos.

$$F = \frac{ni}{N} * 100$$

em que:

p = frequência da espécie i em percentagem

ni = número de indivíduos da espécie i

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

- Constância (C). Porcentagem de espécies presentes nos levantamentos efetuados, determinada pela seguinte fórmula:

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

em que:

C = constância em porcentagem

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).

Para o cálculo da diversidade alfa para cada uma das áreas de coleta foi utilizado o índice de Shannon (SPELLERBERG et al., 1903) dado por:

- Índice de Shannon (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

- Índice de Margalef (D_{Mg}). Relação entre o número de espécies e o número de indivíduos de uma comunidade

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

em que:

S = número de espécies

N = número de indivíduos

- Índice de Pielou (J'). Pode ser calculada como a diversidade 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.

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

em que:

H' = Índice de Shannon

S = número total de espécies

- Índice de Berger-Parker (B). Mede a dominância, tomou-se o valor recíproco (d 1) para assegurar uma ordem crescente do valor do índice e da diversidade.

$$B = \frac{N_{M\acute{a}x}}{N}$$

em que:

$N^{m\acute{a}x}$ = número de indivíduos da espécie mais abundante

N = número de indivíduos

- Chao 1. Estima a riqueza total, utilizando o número de espécies representadas por apenas um indivíduo nas amostras (*singletons*) e o número de espécies com apenas dois indivíduos nas amostras (*doubletons*).

$$S_1 = S_{obs} + (a^2 / 2b)$$

em que:

S_{obs} = número de espécies observadas na amostra

a = número de espécies *singleton* encontradas na amostra

b = número de espécies *doubleton*

- Chao 2. Consideram-se as espécies que ocorrem em uma e somente em uma amostra e também as espécies que ocorrem em duas e somente em duas amostras, entre todas as amostras tomadas na comunidade.

$$S_2 = S_{obs} + (L^2 / 2M)$$

em que:

S_{obs} = número de espécies observadas

L = número de espécies com um indivíduo

M = número de espécies com dois indivíduos

A curvas de rarefação com função de descrever o esforço amostral também foi ajustado aos dados, produzindo curvas em função da assintótica. A rarefação por amostra requer uma matriz de dados de presença-ausência (abundâncias tratadas como presenças), com táxons em colunas e amostras em linhas. A rarefação, baseada em amostras (também conhecida como curva de acumulação de espécies), é aplicável quando uma certa quantidade de amostras é disponível, a partir das quais a riqueza de espécies é estimada como função do número de amostras. Nos gráficos, os erros padrões são convertidos em intervalos de confiança de 95%.

- Análise de SHE (HAYEK & BUZAS 1997, BUZAS & HAYEK, 1998). Requer uma matriz de dados inteiros de abundância (contagens), com táxons em linhas e amostras em colunas. O programa calcula: log abundância de espécies ($\ln S$), índices de Shannon (H) e log equitabilidade (evenness) ($\ln E = H - \ln S$) para a primeira amostra. Então a segunda amostra é adicionada à primeira e o processo continua.
- Perfil de diversidade. É a exponencial do chamado índice de Renyi fornece valores da série com base em uma escala de valores do parâmetro ("escala") α :

$$H\alpha = \log(\sum \alpha_i^p) / (1-\alpha)$$

Para $\alpha = 0$ essa função dá o número total de espécies; $\alpha = 1$ (no limite) dá um índice proporcional ao índice de Shannon, enquanto $\alpha = 2$ dá um índice que se comporta como o índice de Simpson. A opção de bootstrap (fornecendo um intervalo de confiança de 95%) é baseada em 2.000 réplicas.

Essas análises foram feitas por meio do *Software* PAST 1.73 (Paleontological Statistics) (HAMMER et al., 2007). É um *Software* gratuito e executa diversas análise, sendo uma ferramenta importante para comparações de comunidade biológicas.

- Estatística Q (KEMPTON & TAYLOR, 1976; 1978). É um índice que indica a diversidade da comunidade sem considerar as espécies muito abundantes e muito raras (MAGURRAN, 2004) e pode ser obtida a partir da seguinte equação:

$$Q = (0,5nR1 + \sum nr + 0,5nR2) / \log (R2/R1)$$

em que:

R1= 25% (quartil inferior) do número total de espécies

R2= 75% (quartil superior) do número total de espécies

nr= é o número total de espécies entre os quartis

nR1= é o número de indivíduos referente a classe R1

nR2= é o número de indivíduos referente a classe R2

A estatística Q foi desenvolvido pelo *Software R* version 3.0.1 (R Core Team, 2013) para elaboração dos gráficos para os três agroecossistemas e os cálculos das curvas de inclinação Q, para comparar os índices de diversidade alfa.

3.4.2 Diversidade beta

Quando há várias comunidades ou gradientes sendo comparados simultaneamente uma boa representação da diversidade beta pode ser obtida por meio das análises de agrupamento. Essa análise é obtida por meio de uma matriz contendo a similaridade (ou dissimilaridade) para cada par de amostras. A similaridade entre áreas em relação à presença e ausência de espécies foi medida usando o coeficiente de Sørensen (Cs) (SOUTHWOOD, 1995), dado por:

$$Cs = 2a/b + c$$

em que:

a = é o número de espécies encontrados em ambos os locais, A e B

b = é o número de espécies no local B, mas não em A

c = é o número de espécies no local A, mas não em B

Também foi utilizado o coeficiente de Bray-Curtis (LUDWING; REINOLDS, 1988), para analisar a variação na composição de espécies entre os agroecossistemas (diversidade beta), como proposto por Bray e Curtis (1957). Os coeficientes de correlação foram calculados para avaliar a adequação dos demogramas.

Uma análise de correspondência (GREENACRE, 2007) foi realizada para avaliar a ocorrência de espécies de moscas-das-frutas em cada agroecossistema, usando os procedimentos fornecido por métodos multivariados, para verificar se existia preferência de alguma espécie por uma das áreas.

As associações entre espécies e áreas foram também estudar por meio da análise de agrupamento combinada com *heat maps*, pela distância euclidiana com algoritmos desenvolvidos para o *Software R* version 3.0.1, para cada grupo de insetos. O resultado, dado por *heat maps* associados aos dendrogramas, indica pelas cores a força de interação das espécies em cada área, considerando agrupamentos em áreas com maior semelhança. Os *heat maps* são representações gráficas e com representação por gradientes de cores similares a mapas fractais conectados aos dendrogramas de similaridade. Os gráficos foram criados no *software R* versão 3.0.1 (R Core Team, 2013).

4 RESULTADOS

Nas três áreas, antropizada, natural e agrícola, foram coletados 49.583 exemplares, pertencentes a 22 espécies: *Anastrepha amita* Zucchi, 1979, *A. barbiellini* Lima, 1938, *A. bistrigata* Bezzi, 1919, *A. consobrina* (Loew, 1873), *A. daciformis* Bezzi, 1909, *A. dissimilis*, Stone, 1942, *A. distincta* Greene, 1934, *A. elegans* Blanchard, 1937, *A. fraterculus* (Wiedemann, 1830), *A. grandis* (Macquart, 1846), *A. leptozona* Hendel, 1914, *A. manihoti* Lima, 1934, *A. montei* Lima, 1934, *A. obliqua* (Marquart, 1835), *A. pickeli* Lima, 1934, *A. punctata* Hendel, 1914, *A. pseudoparallela* (Loew, 1873), *A. serpentina* (Wied., 1830), *A. sororcula* Zucchi, 1979, *A. striata* Schiner, 1868, *A. turpiniae* Stone, 1942 e *A. zenildae* Zucchi, 1979 (Tabelas 3 a 5).

Na área antropizada, foram coletados 12.201 exemplares, pertencentes a 17 espécies, representando 24,61% do total coletado nas três áreas. *Anastrepha fraterculus* foi também a espécie predominante, com 1.854 (88,96%) exemplares coletados, seguida de *A. obliqua* com 1.001 (8,20%). O número de exemplares das demais espécies foi reduzido e para três apenas um exemplar de cada uma foi coletado (*A. manihoti*, *A. leptozona* e *A. zenildae*) (Tabela 3).

Na área natural, foi coletado o maior número de exemplares 26.296, pertencentes a 18 espécies, representando 53,03% do total coletado nas três áreas. Nessa área, houve uma predominância de *A. fraterculus*, com 24.794 exemplares (94,28%). Com exceção de *A. bistrigata* com 779 exemplares (2,96 %), *A. sororcula* com 440 (1,67%) e *A. obliqua* com 189 (0,72%), as demais espécies tiveram quantidades inferiores a 30 exemplares (0,3%) (Tabela 4).

Na área agrícola, foram coletados 11.086 exemplares, distribuídos em oito espécies, representando cerca de 22,36% do total coletado nas três áreas. *Anastrepha fraterculus*, com 9.841 (88,77%) exemplares, foi a mais coleta na área, seguida por *A. sororcula* com 909 (8,20%) e por *A. turpiniae* com 306 (2,76%). Apenas 25 (0,24%) exemplares de outras quatro espécies foram capturados na área (Tabela 5).

Tabela 3 - Espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas tipo McPhail na área antropizada, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a junho de 1999

[illegible]

Tabela 4 - Espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas tipo McPhail na área natural, Monte Alegre do Sul, SP, de janeiro a dezembro de 2002

[illegible]

Tabela 5 - Espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas tipo McPhail na área agrícola, Monte Alto, SP, de janeiro a dezembro de 2004

Espécies	2004												Total	%
	jan.	fev.	mar.	abr.	mai.	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.		
<i>A. fraterculus</i>	1325	639	239	389	440	481	608	448	794	2859	1332	287	9841	88,77
<i>A. sororcula</i>	339	141	119	69	31	63	29	6	12	51	30	19	909	8,20
<i>A. turpiniae</i>	206	62	19	18	0	1	0	0	0	0	0	0	306	2,76
<i>A. zenildae</i>	8	2	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	14	0,13
<i>A. striata</i>	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	4	0,04
<i>A. pickeli</i>	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	4	0,04
<i>A. pseudoparallela</i>	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0,03

4.1 Diversidade alfa

4.1.1 Espécies predominantes

A composição das espécies predominantes em cada agroecossistema foi constituída pelas espécies que alcançaram as maiores categorias nos quatro parâmetros faunísticos (dominância, abundância, frequência e constância), agrupadas pelo programa Anafau (Figura 1, Tabelas 6 a 8).

Anastrepha fraterculus e *A. sororcula* foram predominantes nos três agroecossistemas. *Anastrepha bistrigata* e *A. obliqua* foram predominantes nas áreas natural e antropizada. *Anastrepha bahiensis* e *A. grandis* foram classificadas como predominantes apenas na área natural e *A. pseudoparallela* foi predominante apenas na área antropizada.

Figura 1 - Espécies predominantes nos três agroecossistemas

Tabela 6 - Análise faunística de espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas tipo McPhail na área antropizada, Piracicaba, SP

Espécies	Índices faunísticos					
	n	%	D	A	F	C
<i>A. fraterculus</i>	*10854	88,96	sd	sa	sf	w
<i>A. obliqua</i>	*1001	8,204	sd	sa	sf	w
<i>A. bistrigata</i>	*110	0,902	sd	sa	sf	w
<i>A. pseudoparallela</i>	*99	0,811	sd	sa	sf	w
<i>A. sororcula</i>	*40	0,328	d	ma	mf	w
<i>A. serpentina</i>	25	0,205	d	ma	mf	y
<i>A. barbiellinii</i>	22	0,18	d	ma	mf	y
<i>A. amita</i>	17	0,139	d	c	f	w
<i>A. grandis</i>	13	0,107	d	c	f	w
<i>A. dissimilis</i>	5	0,041	nd	c	f	y
<i>A. distincta</i>	5	0,041	nd	c	f	y
<i>A. montei</i>	3	0,025	nd	d	pf	z
<i>A. daciformis</i>	2	0,016	nd	d	pf	z
<i>A. pickeli</i>	2	0,016	nd	d	pf	z
<i>A. leptozona</i>	1	0,008	nd	d	pf	z
<i>A. manihoti</i>	1	0,008	nd	d	pf	z
<i>A. zenildae</i>	1	0,008	nd	d	pf	z

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 exemplares.

Tabela 7 - Análise faunística de espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas tipo McPhail na área natural, Monte Alegre do Sul, SP

Espécies	Índices faunísticos					
	n	%	D	A	F	C
<i>A. fraterculus</i>	*24794	94,288	sd	sa	sf	w
<i>A. bistrigata</i>	*779	2,962	sd	sa	sf	w
<i>A. sororcula</i>	*440	1,673	sd	sa	sf	w
<i>A. obliqua</i>	*189	0,719	sd	sa	sf	w
<i>A. bahiensis</i>	*28	0,106	d	ma	mf	w
<i>A. grandis</i>	*27	0,103	d	ma	mf	w
<i>A. pseudoparallela</i>	11	0,042	d	c	f	w
<i>A. distincta</i>	9	0,034	d	c	f	y
<i>A. serpentina</i>	4	0,015	nd	c	f	y
<i>A. pickeli</i>	3	0,011	nd	c	f	z
<i>A. turpiniae</i>	3	0,011	nd	c	f	y
<i>A. barbiellinii</i>	2	0,008	nd	c	f	z
<i>A. zenildae</i>	2	0,008	nd	c	f	z
<i>A. amita</i>	1	0,004	nd	d	pf	z
<i>A. leptozona</i>	1	0,004	nd	d	pf	z
<i>A. punctata</i>	1	0,004	nd	d	pf	z
<i>A. consobrina</i>	1	0,004	nd	d	pf	z
<i>A. montei</i>	1	0,004	nd	d	pf	z

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: accidental; *espécies predominantes; n = número de exemplares.

Tabela 8 - Análise faunística de espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas tipo McPhail na área agrícola, Monte Alto, SP

Espécies	Índices faunísticos					
	n	%	D	A	F	C
<i>A. fraterculus</i>	*9841	88,77	sd	sa	sf	w
<i>A. sororcula</i>	*909	8,2	sd	sa	sf	w
<i>A. turpiniae</i>	306	2,76	sd	sa	sf	y
<i>A. zenildae</i>	14	0,126	d	ma	mf	y
<i>A. obliqua</i>	5	0,045	nd	c	f	y
<i>A. pickeli</i>	4	0,036	nd	c	f	y
<i>A. striata</i>	4	0,036	nd	c	f	y
<i>A. pseudoparallela</i>	3	0,027	nd	c	f	y

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: accidental; *espécies predominantes; n = número de exemplares.

Vários índices de diversidade podem ser calculados para caracterizar uma comunidade. Entretanto, utilizou-se o índice de Shannon, que apresenta o cálculo de sua variância e assim diferenciar, as comunidades. Esse índice foi maior nas áreas antropizada ($H' = 2,03\mathbf{a}$) e natural ($H' = 1,97\mathbf{a}$), não diferindo estatisticamente ($p = 0,05$). A área agrícola apresentou o menor valor desse índice ($H' = 1,42\mathbf{b}$) (Tabela 9).

A riqueza de espécies, calculada pelo índice de Margalef, foi maior nas áreas natural ($D_{Mg} = 2,9$) e antropizada ($D_{Mg} = 2,4$) e menor na agrícola ($D_{Mg} = 1,2$). A variação na riqueza de espécies nas três áreas foi determinada pela grande diferença no número de espécies coletadas nas duas primeiras áreas em relação à área agrícola.

Embora a equitabilidade, calculada pelo índice Pielou, tenha sido menor nas áreas natural ($J' = 0,74$) e antropizada ($J' = 0,78$), não diferiu muito do resultado encontrado na área agrícola ($J' = 0,88$) (Tabela 9).

A dominância, medida pelo índice de Berger-Parker (B), foi alta nas três áreas (Tabela 8) e não teve grande variação, porque *A. fraterculus* foi muito abundante nas três áreas (Tabelas 3 a 5), influenciando assim o cálculo desse índice.

Tabela 9 - Índices de diversidade alfa (α) para as espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas tipo McPhail nos três agroecossistemas

	Antropizado	Natural	Agrícola
Número de espécies	17	18	8
Número total de exemplares	12,201	26,296	11,096
Índices			
Shannon ($H' \pm IC$)	$2,03 \pm 0,02 \mathbf{a}$	$1,97 \pm 0,04\mathbf{a}$	$1,42 \pm 0,08\mathbf{b}$
Margalef (D_{Mg})	2,4	2,9	1,2
Equitabilidade (J')	0,78	0,74	0,88
Berger-Parker (B)	0,89	0,94	0,89
Chao2	$16,57 \pm 2,69$	$17,64 \pm 3,87$	$7,98 \pm 0,56$

* Médias seguidas de letras iguais, na linha, não diferem entre si ao nível de ($p=0,05$); IC= Intervalo de confiança.

Com base na curva de rarefação da área agrícola, a amostragem foi suficiente, alcançando rapidamente a curva de estabilização (assíntota). Por outro lado, na área antropizada e natural, a amostragem foi também suficiente, porém exibindo uma curva tendendo à estabilização no número de espécies coletadas (Figura 2).

A riqueza estimada pelo Chao2 foi semelhante estatisticamente nas áreas antropizada e natural, mas diferente na área agrícola (Tabela 9).

Figura 2 - Curva de rarefação para as espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas tipo McPhail nos três agroecossistemas

4.1.2 Espécies raras

As espécies raras (*singletons*), aquelas com apenas um exemplar coletado, indicam a especificidade a determinado hospedeiro presente no local do levantamento. As relações dos possíveis hospedeiros das espécies raras coletadas estão na Tabela 10.

Com base na inclinação da reta da Estatística Q (Figura 2) para as três áreas de coleta, a diversidade foi também mais alta nas áreas natural ($Q = 2,84$) e antropizada ($Q = 2,50$), porém foi próxima uma da outra, mas diferiram muito da área agrícola ($Q = 0,81$).

Na área natural, houve maior registro de espécies raras, com o número acumulativo de cinco espécies, seguida pela área antropizada com três espécies. Entretanto, nenhuma espécie rara foi coletada na área agrícola (Figura 3).

Figura 3 - Estatística Q das espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilha McPhail nos três agroecossistemas

Tabela 10 - Relação de espécies raras capturas em armadilha tipo McPhail nas áreas natural e antropizada e respectivas plantas hospedeiras*

Espécies raras	Áreas	Plantas Hospedeiras
<i>A. amita</i>	Natural	<i>Citharexylum myrianthum</i> (Verbenaceae) – pombeiro; <i>Citharexylum poeppigii</i> (Verbenaceae)
<i>A. consobrina</i>	Natural	<i>Passiflora quadrangularis</i> (Passifloraceae) - maracujá
<i>A. leptozona</i>	Natural e Antropizada	<i>Alibertia</i> sp. (Rubiaceae), <i>Anacardium occidentale</i> (Anacardiaceae) – caju, <i>Poraqueiba paraenses</i> (Icacinales), <i>Pouteria caimito</i> (Sapotaceae) - abiu-amarelo, <i>Pouteria campechiana</i> (Sapotaceae) – abio, <i>Pouteria gardneriana</i> (Sapotaceae)– guapeva, <i>Pouteria ramiflora</i> (Sapotaceae), <i>Pouteria</i> sp. (Sapotaceae), <i>Pouteria torta</i> (Sapotaceae), <i>Psidium guajava</i> (Myrtaceae) – goiaba.
<i>A. montei</i>	Natural	<i>Jatropha</i> sp. (Euphorbiaceae); <i>Manihot esculenta</i> (Euphorbiaceae) – mandioca.
<i>A. zenildae</i>	Antropizada	<i>Andira cyabensis</i> (Fabaceae), <i>Andira humilis</i> (Fabaceae), <i>Banara arguta</i> . (Flacourtiaceae), <i>Campomanesia sessiliflora</i> (Myrtaceae) - guavira, <i>Eugenia dysenterica</i> . (Myrtaceae) - cagaita, <i>Eugenia stipitata</i> (Myrtaceae) - araçá-boi, <i>Fortunella</i> sp. (Rutaceae); <i>Jambosia</i> sp. (Myrtaceae) - jambo, <i>Licania tomentosa</i> (Chrysobalanaceae), <i>Malpighia emarginata</i> (Malpighiaceae) – acerola, <i>Mouriri acutiflora</i> (Melastomataceae) - camutim, <i>Mouriri elliptica</i> . (Melastomataceae) - puçá, <i>Pouteria ramiflora</i> (Sapotaceae), <i>Psidium araca</i> (Myrtaceae) – araçá; <i>Psidium guajava</i> (Myrtaceae) - goiaba, <i>Psidium guineense</i> . (Myrtaceae), <i>Sorocea sprucei</i> (Moraceae), <i>Spondias purpurea</i> (Anacardiaceae) - cajá, <i>Spondias</i> sp. 1 (Anacardiaceae), <i>Spondias</i> sp. 2 (Anacardiaceae); <i>Syzygium jambolanum</i> (Myrtaceae), <i>Syzygium malaccense</i> (Myrtaceae) - jambo-vermelho, <i>Terminalia catappa</i> (Combretaceae) - sete copas, <i>Ziziphus joazeiro</i> (Rhamnaceae), <i>Ziziphus mauritiana</i> (Rhamnaceae), <i>Ziziphus platyphylla</i> (Rhamnaceae).
<i>A. manihoti</i>	Antropizada	<i>Manihot esculenta</i> . (Euphorbiaceae) – mandioca.

*baseado em Zucchi (2008). Não há registro de hospedeiro de *A. punctata* no Brasil.

Na estimativa de riqueza de espécies utilizando Chao1, estimativa simples do número absoluto de espécies, que se baseia no número de espécies raras na população, a riqueza estimada foi de 18 espécies (*li* 17 *Li* 27) na área antropizada, 21,3 (*li* 16,1 *Li* 28,5) na área natural e 8 (*li* 8 *Li* 9) na área agrícola.

4.2 Diversidade beta

Quanto à similaridade entre as áreas, baseada na presença e ausência das espécies, medida pelo índice de Sørensen, as áreas antropizada e natural foram mais semelhantes entre si (80% de similaridade) e separadas da área agrícola, compartilhando 14 espécies de *Anastrepha* (Tabela 11, Figura 4A). A área agrícola apresentou a menor similaridade com as áreas antropizada e natural. Entretanto, a menor similaridade foi com a área antropizada, com a qual se agrupou com apenas 48% de similaridade e compartilhou apenas 6 espécies de *Anastrepha* (Tabela 11, Figura 4A). Pelo coeficiente de Bray-Curtis, que considera a abundância para agrupar as espécies, houve maior similaridade entre as áreas agrícola e antropizada e a área natural foi a mais dissimilar (Figura 4B).

Tabela 11 – Índice de similaridade de Sørensen das espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas tipo McPhail nos três agroecossistemas, no Estado de São Paulo

Associação de Tratamentos	Espécies comuns (n)	Espécies (n)	Espécies (n)	Sorensen* Q (%)	±(IC)
ESALQ x Monte Alegre	14	17	18	80a	7,36
ESALQ x Monte Alto	6	17	8	48b	8,16
Monte Alegre x Monte Alto	7	18	8	53.85b	8,27

* Valores de Quociente de Similaridade seguidos de mesma letra não diferem entre si ($P=0,05$). IC = Intervalo de confiança.

Figura 4 - A) Dendrograma de similaridade para os três agroecossistemas, quanto à composição das espécies de *Anastrepha*. A. Sørensen (Índ. Corr. = 0,985). B. Bray-Curtis (Índ. Corr. = 0,995)

Na análise de correspondência, o primeiro eixo explicou 67,3% da variância total e o segundo eixo, 32,6%. Na Figura 5, estão representadas as espécies mais associadas à área agrícola (rosa), as espécies mais fortemente associadas à área natural (amarelo) e as espécies mais fortemente associadas à área antropizada (verde). As três espécies em preto (*A. fraterculus*, *A. leptozona* e *A. pickeli*) representadas pelos números 9, 11 e 15, respectivamente, são as espécies com associação quase igualitária com as três áreas.

Algumas espécies consideradas pragas importantes da fruticultura brasileira, foram coletadas nas três áreas (*A. fraterculus*, *A. sororcula*, *A. zenildae* e *A. obliqua*) (Figura 5 e Tabela 12).

Figura 5 - Análise de correspondência das espécies de *Anastrepha* nos três agroecossistemas (ESALQ – antropizada, Monte Alegre do Sul – natural, Monte Alto – agrícola). 1: *A. amita*; 2: *A. bahiensis*; 3: *A. barbiellini*; 4: *A. bistrigata*; 5: *A. consobrina*; 6: *A. daciformis*; 7: *A. dissimilis*; 8: *A. distincta*; 9: *A. fraterculus*; 10: *A. grandis*; 11: *A. leptozona*; 12: *A. manihoti*; 13: *A. montei*; 14: *A. obliqua*; 15: *A. pickeli*; 16: *A. pseudoparallela*; 17: *A. punctata*; 18: *Anastrepha serpentina*; 19: *A. sororcula*; 20: *A. striata*; 21: *A. turpiniae*; 22: *A. zenildae*

Apesar da similaridade entre as áreas, verificou-se pelo coeficiente Sørensen, que algumas espécies de *Anastrepha* tiveram ocorrência exclusiva ou majoritária em determinada área. Assim, na área antropizada, coletaram-se 100% dos espécimes de *A. dissimilis*, 86,2% dos espécimes de *A. serpentina* e 83,8% dos espécimes de *A. obliqua*. Na área natural, foram coletados 100% dos espécimes de *A. bahiensis*, 87,6% dos de *A. bistrigata*, 64,3% dos de *A.*

distincta e 54,5% dos de *A. fraterculus*. Na área agrícola, foram coletados 100% dos espécimes de *A. striata* e 99% dos de *A. turpiniae* e 65,4% dos de *A. sororcula*.

Tabela 12 - Análise de correspondência com os percentuais das relações das espécies de *Anastrepha* para os três agroecossistemas

Espécies	Antropizado	Natural	Agrícola
<i>A. amita</i>	94,4	5,6	0,0
<i>A. bahiensis</i>	0,0	100,0	0,0
<i>A. barbiellinii</i>	91,7	8,3	0,0
<i>A. bistrigata</i>	12,4	87,6	0,0
<i>A. consobrina</i>	0,0	100,0	0,0
<i>A. daciformis</i>	100,0	0,0	0,0
<i>A. dissimilis</i>	100,0	0,0	0,0
<i>A. distincta</i>	35,7	64,3	0,0
<i>A. fraterculus</i>	23,9	54,5	21,6
<i>A. grandis</i>	32,5	67,5	0,0
<i>A. leptozona</i>	50,0	50,0	0,0
<i>A. manihoti</i>	100,0	0,0	0,0
<i>A. montei</i>	75,0	25,0	0,0
<i>A. obliqua</i>	83,8	15,8	0,4
<i>A. pickeli</i>	22,2	33,3	44,4
<i>A. pseudoparallela</i>	87,6	9,7	2,7
<i>A. punctata</i>	0,0	100,0	0,0
<i>A. serpentina</i>	86,2	13,8	0,0
<i>A. sororcula</i>	2,9	31,7	65,4
<i>A. striata</i>	0,0	0,0	100,0
<i>A. turpiniae</i>	0,0	1,0	99,0
<i>A. zenildae</i>	5,9	11,8	82,4

Esses dados foram representados na Figura 6, que mostram as interações das espécies de *Anastrepha* nos três agroecossistemas. O espectro de cores varia entre gradientes, desde verde, passando pelo amarelo, laranja até vermelho. A cor verde determina menor interação e a vermelha, maior força de interação.

Com base nos agrupamentos da distância euclidiana, *A. fraterculus* teve forte interação nos três agroecossistemas. Entretanto, na área antropizada essa forte interação ocorreu com *A. pseudoparallela*; na área natural foi com *A. bistrigata* e na agrícola, com *A. turpiniae* (Figura 6). Quando *A. fraterculus* é retirada da análise, as interações de *A. sororcula*, e de outras espécies menos abundantes podem ser mais bem visualizadas. Dessa forma, *A. sororcula* teve forte interação com as três áreas. Também sem *A. fraterculus* na análise, *A. obliqua* e *A. bistrigata* mostraram forte associação com as áreas natural e antropizada (Figura 7).

Quanto à similaridade, novamente observou-se que as áreas antropizada e natural foram mais similares nas duas opções de análise, ou seja, com e sem *A. fraterculus* (Figuras 6 e 7).

Figura 6 - Representação da interação (*heatmap graph*) das espécies de *Anastrepha* com os três agroecossistemas (ESALQ – antropizada; Monte Alegre do Sul– natural; Monte Alto – agrícola) (verde: fraca interação; vermelho: forte interação)

Figura 7 - Representação da interação (*heatmap graph*) das espécies de *Anastrepha* com os três agroecossistemas, excluindo-se *Anastrepha fraterculus* (ESALQ – antropizada; Monte Alegre do Sul– natural; Monte Alto – agrícola), (verde: fraca interação; vermelho: forte interação)

5 DISCUSSÃO

As análises faunísticas de moscas-das-frutas têm sido desenvolvidas principalmente em pomares comerciais, portanto, áreas antropizadas e naturais carecem desses estudos. Também em reservas naturais faltam estudos faunísticos no Brasil, embora essas áreas sejam fundamentais na obtenção de informações para compreender a biologia, a ecologia e a evolução das moscas-das-frutas (ALUJA et al., 2003). Por exemplo, em um fragmento da Mata Atlântica próximo de áreas de fruticultura no estado do Espírito Santo, a riqueza e a abundância de espécies de *Anastrepha* foram muito maiores nas áreas preservadas do que nas alteradas (URAMOTO, 2007; URAMOTO; ZUCCHI, 2010).

Neste estudo, houve ampla diferença, no número de exemplares de *Anastrepha* spp. entre as áreas natural (26.196), antropizada (12.201) e agrícola (11.086) (Tabelas 2 a 4). Portanto, a área não alterada é um ambiente mais adequado para as populações de moscas-das-frutas, provavelmente pela não retirada dos frutos caídos, aumentando a possibilidade das moscas-das-frutas completarem o ciclo biológico.

O número de espécies registrado neste estudo foi relativamente alto, quando comparado às riquezas específicas obtidas em levantamentos conduzidos em outras localidades do estado de São Paulo (CALZA et al., 1988; DUTRA et al., 2009; SANTOS et al., 2011). Entretanto, a riqueza de espécies de *Anastrepha* nos três agroecossistemas, foi semelhante à encontrada em pomar de citros em Presidente Prudente, SP, em dois anos de coletas (RAGA et al., 1996), embora, a riqueza de espécies varia em razão da diversidade da flora (ALUJA et al. 1996).

Analizando as áreas separadamente observa-se que nas áreas natural e antropizada, a maior abundância e riqueza de espécies foram devidas à disponibilidade de hospedeiros, dentro e no entorno de cada área, e também pela não aplicação de tratamentos fitossanitários. Na área natural (Tabela 1), os pomares de goiaba e de nêspera estavam abandonados e os frutos não foram retirados das árvores e nem do solo, propiciando aumento da população de moscas-das-frutas nessas áreas. Na área antropizada, havia cerca de 14 espécies de hospedeiros de *Anastrepha* spp., ou seja, havia alimento durante todo o ano para moscas-das-frutas. Na área agrícola, que apresentou a menor riqueza de espécies e a menor abundância, em relação às áreas natural e antropizada, a condução do pomar de forma intensiva, com tratamentos fitossanitários, colheita dos frutos e podas, foi desfavorável às populações de moscas-das-frutas.

A flutuação da população de moscas-das-frutas em pomar comercial depende das condições climáticas e disponibilidade de plantas hospedeiras (ALUJA, 1994). Todavia, a disponibilidade de hospedeiros primário e secundário tem sido considerada o fator mais importante do que as variações climáticas (VELOSO, 1997; CANAL; ALVARENGA, ZUCCHI, 1998).

Esses resultados sugerem que nas áreas estudadas, principalmente na natural e na antropizada, há maior diversidade de plantas hospedeiras, favorecendo a manutenção das populações de *Anastrepha* em campo. Entretanto, plantas não hospedeiras podem ser utilizadas como locais de proteção das moscas-das-frutas, portanto, o tipo de vegetação, onde estão instaladas as armadilhas, influencia significativamente o número de exemplares coletados (VARGAS; STARK; NISHIDA, 1990).

5.1 Diversidade alfa

5.1.1 Espécies predominantes

Anastrepha fraterculus e *A. sororcula* foram predominantes nos três agroecossistemas, pois alcançaram as maiores categorias na análise faunística. Esse dado confirma, que embora possa ocorrer riqueza de espécies de *Anastrepha* em um determinado ambiente, apenas duas ou três são abundantes e dominantes (ALUJA, 2004).

Nas áreas estudadas, pelo menos duas ou mais espécies de importância econômica foram predominantes. Das espécies de *Anastrepha* registradas no estado de São Paulo (SOUZA-FILHO; RAGA; ZUCCHI, 2000), aproximadamente 50% foram detectadas no presente estudo, incluindo *A. fraterculus*, *A. obliqua* e *A. sororcula*. As espécies de *Anastrepha* estão bem adaptadas à exploração dos recursos disponíveis, sendo *A. fraterculus* a mais amplamente distribuída no Brasil (ZUCCHI, 2008).

Na área natural, não houve tratamentos fitossanitários nos pomares e, portanto, apresenta características mais próximas de um ambiente sem ação do antrópica e, conseqüentemente, as populações de *Anastrepha* apresentaram índices maiores, principalmente *A. fraterculus*. A supremacia dessa espécie está na capacidade de se desenvolver em mais de uma centena de hospedeiros (ZUCCHI, 2008). Nas áreas de estudo, a sucessão de hospedeiros, que deve ocorrer durante todo o ano, contribuindo para os altos índices de *A. fraterculus*.

Não houve diferença significativa na diversidade pelo índice de Shannon nas áreas antropizada e natural, porém apresentaram maiores índices quando comparadas com a área

agrícola (Tabela 8). O índice de Shannon foi baixo (1,42) na área agrícola. Isso pode acontecer em áreas onde os fatores limitantes e competição intraespecífica agem intensamente na população. Assim, nessas áreas as espécies mais comuns e dominantes aumentam suas populações e as demais apresentam baixo nível populacional. Esse fato foi observado neste estudo, pois houve poucas espécies de *Anastrepha* na área agrícola, porém muitos indivíduos de *A. fraterculus*.

O índice de Margalef na área natural ($S = 18$) foi maior do que nas outras áreas (Tabela 9). Isso se justifica pela grande diversidade de plantas hospedeiras nas áreas adjacentes e ausência de tratamentos fitossanitários. A maior diversidade de árvores frutíferas nas áreas de coletas proporciona maior riqueza de espécies de *Anastrepha* (ALUJA et al., 1996). O tipo de manejo utilizado nas áreas exerce influência significativa sobre a riqueza de espécies. No pomar comercial, onde houve aplicação de defensivos químicos, a frequência relativa e o índice de Margalef foram menores.

Em geral, as comunidades de moscas-das-frutas em áreas agrícolas apresentam baixa riqueza e algumas espécies abundantes e dominantes em comparação com áreas de florestas nativas. As matas nativas apresentam maior estabilidade e heterogeneidade da vegetação, expressando alta riqueza de espécies de *Anastrepha* e maior equitabilidade na distribuição dos indivíduos das diversas espécies (ALTIERI; LETOURNEAU, 1984; ANDOW, 1991). Analisando-se os índices faunísticos em conjunto (riqueza, diversidade e equitabilidade), nota-se que a diversidade alfa foi maior nas áreas natural e antropizada (Tabela 9). Nesse caso, a ocorrência de vários hospedeiros, frutificando em diferentes épocas, favoreceu o aumento da diversidade das espécies de *Anastrepha*. Esse fato tem sido observado por vários autores (e.g., GARCIA; CAMPOS; CORSEUIL, 2003).

Um ambiente mais homogêneo com pouca diversidade vegetal tende a alcançar mais rápido a uniformidade, por apresentar uma riqueza menor (MAGURRAN, 2013). Isso foi observado na área agrícola, pois a equitabilidade, calculada pelo índice Pielou, foi mais próxima de 1, ou seja, distribuição mais homogênea das espécies. O agroecossistema agrícola, como esperado para esse tipo de ambiente, apresenta menor diversidade de flora, contribuindo para uma baixa diversidade e, conseqüentemente, um ambiente mais homogêneo (ARAÚJO et al., 2013; BOMFIM; UCHÔA-FERNANDES; BRAGANÇA, 2007).

Devido à grande dominância de uma única espécie (*A. fraterculus*), não houve variação quanto ao índice de Berger-Parker, que atribui maior relevância às espécies mais abundantes. Esse resultado foi determinado pelo fato de *A. fraterculus* (espécie polífaga) apresentar ocorrência acima de 80% dos exemplares coletados em cada área.

As diferenças entre os índices de diversidade são esperadas, pois cada um deles atribui maior peso a um determinado parâmetro, como raridade e abundância (MAGURRAN, 2013). Por exemplo, o índice Berger-Parker atribui maior relevância às espécies mais abundantes.

A análise de SHE é uma decomposição do índice de Shannon (riqueza e equitabilidade), que permite a interpretação das alterações na diversidade (MAGURRAN, 2013). Por essa análise, há um mesmo padrão de diversidade nos três ambientes ao longo do período de coleta. Verificou-se um incremento no número de espécies em todas as áreas, porém esse fato ocorreu em momentos diferentes para cada área de estudo. Nas áreas antropizada e natural, ocorreu de forma suave a partir do segundo mês de coleta, Na área agrícola, esse aumento foi brusco a partir do quinto mês de coleta, (Figura 8). A equitabilidade é inversa ao número de espécies, decrescendo em todas as áreas com o tempo, e na área agrícola foi mais brusco, como demonstrado na queda acentuada dos valores em um curto intervalo de tempo. Essas duas alterações se devem ao aumento da disponibilidade de frutos de dezembro a abril, que acarretou maior captura de *A. fraterculus*, tornando a abundância das espécies desuniforme. Consequentemente, os valores de Shannon decresceram em todas as áreas, acompanhando assim a trajetória da riqueza e equitabilidade, mostrando o mesmo padrão ao longo do período de coletas nas três áreas. Portanto, há diferentes formas da estruturação da comunidade de *Anastrepha* em cada área. A riqueza e a equitabilidade contribuem nas alterações da diversidade e a maneira como estão relacionados se altera em função do tamanho amostral (Figura 8).

Figura 8 - Análise de SHE (riqueza, diversidade e equitabilidade) para as espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas tipo McPhail nos três agroecossistemas (antropizada, de 07/1998 a 06/1999; natural, de 01/2002 a 12/2002; agrícola, de 01/2004 a 12/2004). Linha preta: log do número de espécies, linha vermelha: índice Shannon, linha azul: log da equitabilidade de Pielou

Considerando-se o perfil da diversidade da comunidade de espécies de *Anastrepha* nas áreas, a diversidade de cada agroecossistema não é comparável, pois as três linhas de cada área se interceptam ao longo do gradiente da diversidade alfa. Em amostras, fortemente dominadas por grande quantidade de exemplares de uma única espécie (*A. fraterculus*), a diversidade alfa tende a cair mais rapidamente (Figura 9). Com base na Estatística Q, foi obtido um resultado diferente de diversidade para cada agroecossistema, ou seja, devido às heterogeneidades das plantas hospedeiras de cada área, as diversidades não são comparáveis entre si.

Figura 9 - Perfis da diversidade das comunidades de espécies de *Anastrepha* nos três agroecossistemas

As curvas de rarefação das áreas de coleta mostraram que a amostragem foi suficiente, alcançando estabilização da curva (assíntota). Entretanto, essa estabilização ocorreu mais rapidamente na área agrícola, que requereu um menor número de indivíduos coletados em comparação com as outras duas áreas (eixo x) (Figura 2). Essa estabilização rápida ocorre em ambiente mais simplificado e com menor diversidade de flora, característica de ambientes agrícolas.

5.1.2 Espécies raras

As espécies raras encontradas nas áreas demonstram o grau de interferência que as áreas adjacentes têm nas coletas. A presença dessas espécies nas coletas implica em alta mobilidade e capacidade de dispersão das moscas-das-frutas para outras áreas. As espécies raras nas áreas natural e antropizadas indicam maior diversidade de hospedeiros nessas áreas e nos seus entornos. Nenhuma espécie rara foi coletada na área agrícola, indicando que na vizinhança do pomar, a diversidade de hospedeiros de moscas-das-frutas foi menor.

Essas espécies dentro de cada agroecossistema sugerem quanto é ampla a diversidade de moscas-das-frutas e quão bem adaptadas estão no meio em que vivem. A presença das espécies raras indica que nas áreas encontram-se hospedeiros específicos, que aumentam a diversidade das moscas-das-frutas. Para a estabilidade de uma comunidade, as espécies raras, embora sem importância econômica, desempenham funções indiretas importantes para sobrevivência e manutenção da diversidade da comunidade.

Nas áreas circunvizinhas, ocorrem hospedeiros específicos das espécies raras, servindo de reservatórios para manutenção delas no pomar. *Anastrepha pickeli* desenvolve-se em *Manihot esculenta* (Euphorbiaceae), Portanto, pode-se inferir que há plantações de mandioca na vizinhança do local de coleta, pois *A. pickeli* não ataca goiaba (ZUCCHI, 2008). A coleta da espécie rara na área pode ser relacionada a fatores comportamentais das espécies, que buscam locais para alimentação e/ou acasalamento (UCHÔA; ZUCCHI, 1999).

Nas três áreas estudadas, havia predominância de plantas hospedeiras que pertencem ao grupo das rosídeas, que compartilham características filogenética (SOUZA; LORENZI, 2005), por exemplo, goiaba, pitanga e jabuticaba (Myrtaceae), nêspera (Rosaceae), acerola (Malpighiaceae), carambola (Oxalidaceae) entre outras famílias. É possível, que haja uma relação coevolutiva entre espécies de *Anastrepha* com as espécies de frutíferas hospedeiras filogeneticamente próximas (TACK; ROSLIN, 2011; UCHÔA, 2012).

Algumas espécies de *Anastrepha* são altamente especialistas, apresentando especificidade a determinadas plantas hospedeiras, como as espécies do grupo *A. pseudoparallela* associada quase exclusivamente ao gênero *Passiflora* (Passifloraceae) e as espécies do grupo *serpentina* à família Sapotaceae entre outros (NORBOM, 1985).

Anastrepha zenildae pode estar relacionada aos frutos da família de Sapotaceae e foi considerada espécie rara na área antropizada (ESALQ), apesar de se desenvolver em vários hospedeiros. Portanto, sua presença nessa área indica competição intraespecífica por hospedeiros e/ou essa espécie ainda não está bem adaptada aos fatores exógenos da região,

sendo considerada rara nos levantamentos no estado de São Paulo (URAMOTO, 2005; MALAVASI, 2009).

A composição das espécies de *Anastrepha* foi diferente nas três áreas. As espécies raras capturadas em cada área apresentaram associações diferentes com o ambiente (Tabela 9). Assim, *A. consobrina* e *A. punctata* foram coletadas na área natural, *A. manihoti* ocorreu somente na área antropizada e *A. leptozona* foi coletada nas duas áreas. Não há relatos de plantas hospedeiras para *Anastrepha punctata* (ZUCCHI, 2008), entretanto, na Argentina desenvolve-se em goiaba (BLANCHARD, 1961). Portanto, os entornos das áreas de coleta apresentam composição diferente de hospedeiros.

5.2 Diversidade beta

A similaridade, baseada na composição de espécies (presença e ausência) medida pelo índice de Sørensen, foi maior entre as áreas natural e antropizada. Esse índice tem sido usado para comparar populações de *Anastrepha* spp., visando entender as diferenças e semelhanças da composição de espécies em diferentes ambientes, por meio do levantamento das espécies. A composição de espécies depende da vegetação nas proximidades das áreas de amostragem. Por exemplo, na área urbana de Janaúba e Nova Porteirinha, MG, as populações de moscas-das-frutas foram 100% semelhantes, enquanto nos municípios de Jaíba e Mocimbuco, MG, localizadas próximo a mata nativa, a similaridade entre as populações foi de apenas 75% (CANAL et al., 1998). Na região noroeste do Rio de Janeiro, foram observados dois grupos de populações de *Anastrepha* (FERRARA et al., 2005). A similaridade foi mais próxima no município São Francisco do Itabapoana, onde a fruticultura era diversificada em relação aos demais municípios amostrados. A vegetação nas áreas adjacentes às coletas acarretaria os diferentes tipos de agrupamentos de moscas-das-frutas de determinado agroecossistema (AGUIAR - MENEZES et al., 2008).

Provavelmente, a alta diversidade nas áreas natural e antropizada esteja relacionada ao tipo de manejo utilizado nessas áreas. A área antropizada, com seus fragmentos de mata, tem papel importante na manutenção das populações de espécies de *Anastrepha*, a ponto de se mostrar similar a uma área natural. Esse dado é relevante, pois muitas vezes não se conhece o papel das áreas urbanas na infestação de áreas cultivadas e nem que diversidade essas áreas apresentam. Nos programas de erradicação de pragas, as espécies presentes nessas áreas precisam ser conhecidas para serem devidamente manejadas.

A dissimilaridade do pomar comercial em relação à presença e ausência de espécies, separou essa área das outras duas, em consequência da menor semelhança da composição de espécies de *Anastrepha*. Essa área compartilhou somente 6 e 7 espécies com as áreas antropizada e natural, respectivamente, enquanto essas duas últimas compartilharam 14 espécies. Além disso, o menor número de hospedeiros disponíveis, principalmente na área agrícola, às espécies de *Anastrepha* contribuiria para essa dissimilaridade.

Em relação à similaridade baseada na abundância, medida pelo índice de Bray-Curtis, houve maior similaridade entre as áreas agrícola e antropizada. Essa similaridade entre essas áreas foi em razão desse índice avaliar a proporcionalidade das espécies. Assim, os valores de abundância de *A. fraterculus* nessas áreas foram próximos (9.841 e 10.854, respectivamente), causando maior peso na análise. Esses resultados são semelhantes aos obtidos para a abundância de *A. fraterculus* e *A. sororcula* entre quatro pomares (HUSCH et al. 2012).

A maior dissimilaridade da área natural está associada ao seu abandono, que por não apresentar medidas de controle, permitiu que a abundância de *A. fraterculus* (24.794) alcançasse altos valores. Esse tipo de área tem papel importante na manutenção de altas infestações de espécies de *Anastrepha*, por fornece condições para infestação de grande quantidade de frutos e, consequente, uma explosão populacional de moscas-das-frutas (SELIVON, 2000). Na ausência de tratamentos fitossanitários, a população se mantém na área, sem necessidade de deslocar em busca de sítios de oviposição, acarretando aumento dos índices populacionais na área. Diferentemente, nos agroecossistemas com manejo integrado, a intensidade da infestação de moscas-das-frutas diminui consideravelmente (ALUJA et al., 2012).

Um fator relevante nos estudos sobre a estrutura da comunidade de moscas-das-frutas é a heterogeneidade do ambiente, pois a diversidade de espécies tem sido correlacionada com as variações espaciais, indicando a complexidade do hábitat (HATLEY; MACMAHON, 1980). A diferença de agrupamentos pelos índices de Sørensen e Bray-Curtis (Figura 4) indica que as comunidades de moscas-das-frutas sofrem influência das características de cada área, por exemplo fatores bióticos, a dimensão de cada área e a diferença da diversidade de suas plantas hospedeiras. Não houve grande variação climática entre os três agroecossistemas (Tabela 2). Isso é um indício que os fatores abióticos (temperatura, precipitação pluvial) não exerceram influência direta na comunidade de moscas-das-frutas nos agroecossistemas.

A capacidade de se desenvolver em muitos hospedeiros favorece os altos índices populacionais de *A. fraterculus*, possibilitando melhor adaptação ao ambiente. Com a

modificação dos habitats e consequente perda da vegetação nativa, as espécies monófagas são mais prejudicadas, do que as espécies polífagas.

Anastrepha fraterculus teve forte interação com as três áreas (Figura 6). Esse resultado era esperado, visto que *A. fraterculus* é bem adaptada em todo território nacional (ZUCCHI, 2000b). Por ser altamente polífaga exerce uma forte interação com as áreas e também desloca outras espécies (LOPES-MIELEZRSKI, 2014). Quando *A. fraterculus* é excluída da análise (Figura 7), é possível visualizar a interação de outras espécies de *Anastrepha* com as três áreas, com destaque para *A. sororcula*, *A. obliqua* e *A. bistrigata*, que estavam mascaradas pela grande abundância de *A. fraterculus*.

As interações das espécies com as áreas também podem estar relacionadas aos hospedeiros de cada área. A forte interação de *A. pseudoparallela* com a área antropizada é devido à presença de maracujá no entorno da área, visto que na área amostrada não havia esse hospedeiro. As espécies de plantas hospedeiras podem ser mais favorável a uma espécie do que a outra, dependendo também das condições de cada agroecossistema (umidade relativa do ar, temperatura, grau de alteração etc.) (ALTIERI et al., 2003). A dinâmica populacional de moscas-das-frutas está relacionada com as interações entre áreas, onde há um fluxo contínuo de espécies de *Anastrepha* dos fragmentos de vegetação nativas para os pomares e vice-versa (QUERINO et al., 2014). Essa dinâmica entre as moscas-das-frutas e os agroecossistemas desempenham papel importante para a manutenção na diversidade das comunidades de moscas-das-frutas.

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados das coletas de moscas-das-frutas com armadilhas McPhail durante um ano, em três agroecossistemas (antropizado, natural e agrícola), no estado de São Paulo, conclui-se que:

1. *Anastrepha fraterculus* é a espécie mais representativa nos três agroecossistemas;
2. *Anastrepha fraterculus* tem forte interação com os três agroecossistemas e mascara a dominância de outras espécies;
3. As áreas natural e antropizada oferecem condições mais favoráveis à manutenção das espécies de *Anastrepha*;
4. A diversidade de espécies de *Anastrepha* é maior nos ambientes antropizado e natural;
5. A diversidade de espécies de *Anastrepha* é menor no ambiente agrícola;
6. As áreas adjacentes influem na presença e ausência de espécies raras nos ambientes;
7. As características das comunidades de espécies de *Anastrepha* sofrem alterações em relação aos ambientes.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR-MENEZES, E.L.; MENEZES, E.B. Flutuação populacional das moscas-das-frutas e sua relação com a disponibilidade hospedeira em Itaguaí, RJ. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 25, n. 2, p. 223-232, ago. 1996.
- AGUIAR, W.M.M. **Moscas-das-frutas (Dip.: Tephritidae) de importância econômica no Estado da Bahia – biodiversidade e perfil do consumidor de manga no mercado interno**. 2012. 172p. Dissertação (Mestrado em Defesa Agropecuária) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2012.
- AGUIAR-MENEZES, E.L.; SOUZA, S. A.S.; LIMA-FILHO, M.; BARROS, H.C.; FERRARA, F.A.A.; MENEZES, E. B. Análise faunística de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) nas regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37 n. 1, p. 8-14, jan./fev. 2008.
- ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha*. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 39, p. 155-178, jan. 1994.
- 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, jun. 1996.
- ALUJA, M.; DÍAZ-FLEISCHER, F.; ARREDONDO, J. Nonhost status of commercial *Persea americana* ‘Hass’ to *Anastrepha ludens*, *Anastrepha obliqua*, *Anastrepha serpentina*, and *Anastrepha striata* (Diptera: Tephritidae) in Mexico. **Entomological Society of America**, Annapolis, v. 97, n. 2, p. 293-309, Apr. 2004.
- ALUJA, M.; ORDANO, M.; GUILLÉN, L.; RULL, J. Understanding long-term fruit fly (Diptera: Tephritidae) population dynamics: Implications for areawide management. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 105, n. 3, p. 823-836, jun. 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. cap. 15 p. 375-401.
- ALUJA, M.; RULL, J.; SIVINSKI, J.; NORRBOM, A.L.; WHARTON R.A.; MACÍAS-ORDÓÑEZ, R.; DÍAZ-FLEISCHER, F.; LÓPEZ, M. Fruit flies of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) and associated native parasitoids (Hymenoptera) in the tropical rain forest biosphere reserve of Montes Azules, Chiapas, Mexico. **Environmental Entomology**, Washington, v. 32, n. 6, p. 1377-1385, Dec. 2003.
- ALTIERI, M.A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C.I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. São Paulo: Holos, 2003. 215p.
- ALTIERI, M.A.; LETOURNEAU, D.K. Vegetation diversity and pest outbreaks. **Critical Reviews in Plant Sciences**, California v. 2, n. 2, p. 131-169, Dec. 1984.

ANDOW, D.A. Vegetational diversity and arthropod population response. **Annual Review of Entomology**, Minnesota, v. 36, n. 1, p. 561-586, Jan. 1991.

ARAUJO, E.L. **Dípteros frugívoros (Tephritidae e Lonchaeidae) na região de Mossoró/Assu, Estado do Rio Grande do Norte**. 2002. 112p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

ARAUJO, E. L.; MEDEIROS, M. K. M.; SILVA, V. E.; ZUCCHI, R. A. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no semiárido do Rio Grande do Norte: plantas hospedeiras e índices de infestação. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 889-894, nov./dez. 2005.

ARAUJO, 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.

ARAUJO, E.L; RIBEIRO, J.C.; CHAGAS, M.C.M.; DUTRA, V.S.; SILVA, J.G. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em um pomar de goiabeira, no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 471-476, jun. 2013.

ARRIGONI, E.B. **Dinâmica populacional de moscas-das-frutas (Dip.: Tephritidae) em três regiões do Estado de São Paulo**. 1985. 85p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.

AZEVEDO, E.M.V.M.; PARRA, J.R.P. Influência da umidade em dois tipos de solo na emergência de *Ceratitis capitata*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n.c3, p. 321-327, mar. 1989.

BARROS-NETO, E.L. **Ecologia de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiaba (*Psidium guajava* L.; Myrtaceae) cultivada em sistema agroflorestal, em Santana, Amapá**. 2008. 84p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2008.

BERRYMAN, A.A. On the dynamics of blackheaded budworm population. **The Canadian Entomologist**, Washington, v. 118, n. 8, p. 775-779, Aug. 1986.

BITTENCOURT, M.A.L.; COVA, A.K.W.; SILVA, A.C.M.; SILVA, V.E.S.; BOMFIM, Z.V.; ARAÚJO, E.L.; SOUZA-FILHO, M.F. Espécies de moscas-das-frutas (Tephritidae) obtidas em armadilhas McPhail no Estado da Bahia, Brasil. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 4, p. 561-564, jun. 2006.

BOMFIM, D.A.; FERNANDES, M.A.U.; BRAGANÇA, M.A. L. Biodiversidade de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritoidea) em matas nativas e pomares domésticos de dois municípios do estado do Tocantins, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 51, n. 2, p. 217-223, jun. 2007.

BLANCHARD, E.E. Espécies argentinas del género *Anastrepha* Schiner (sens. lat.) (Diptera, Trypetidae). **Revista de Investigaciones Agrícolas**, Argentina, v. 15, n. 2, p. 281-342, Mar. 1961.

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.

BUZAS, M.A; HAYEK, L.-A. C. SHE analysis for biofacies identification. **The Journal of Foraminiferal**, New York, v. 28, n. 2, p. 233-239, 1998.

CALORE, R.A.; GALLI, J.C.; PAZINI, W.C.; DUARTE, R.T.; GALLI, J.A. Fatores climáticos na dinâmica populacional de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) e de *Scymnus* spp. (Coleoptera: Coccinellidae) em um pomar experimental de goiaba (*Psidium guajava* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 67-74, mar. 2013.

CALZA, R.; FILHO, N.S.; RAGA, A.; RAMOS, M.R.K. Levantamento de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* em vários municípios de São Paulo. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 55, n. 2, p. 55-60, 1988.

CANAL D.N.A. **Levantamento, flutuação populacional e análise faunística das espécies de moscas-das-frutas (Dip. Tephritidae) em quatro municípios do Norte do Estado de Minas Gerais**. 1997. 113p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

CANAL D.N.A.; ALVARENGA, C.D.; ZUCCHI, R.A. Análise faunística de espécies de moscas-das-frutas (Dip., Tephritidae) em Minas Gerais. Piracicaba, **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 1, p. 15-24, jan./abr. 1998.

CAREY, J.R.; DOWELL, R. Exotic fruit fly pest and California agriculture. **California Agriculture**, Berkeley, v. 43, n3, p. 38-40, may./jun. 1989.

CARVALHO, A.F. **Dinâmica populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em Viçosa, Minas Gerais**. 1988. 42p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, 1988.

CARVALHO, R.S; NASCIMENTO, A.S; MATRANGOLO, W.J.R. Controle Biológico. 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. 13, p. 113-117.

CELEDONIO-HURTADO, H.M.; ALUJA, M.; LIEDO, P. Adult population of *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) in tropical orchard habitats of Chiapas, Mexico. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 24, n. 4, p. 861-869. Aug. 1995.

COLOMBI, C.A. **Dinâmica populacional de moscas-das-frutas e de *Triozoida limbata* (Hemiptera: Psyllidae) e danos de *Costalimaita ferruginea* (Coleoptera: Chrysomelidae) e de *T. limbata* em pomar de goiaba submetido a sistema de racionalização de inseticidas**. 2007. 91p. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) – Universidade Estadual “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2007.

CORSATO, C.D.A. **Moscas-das-frutas (Díptera: Tephritidae) em pomares de goiaba no norte de Minas Gerais: biodiversidade, parasitóides e controle biológico.** 2004. 83p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

CHIARADIA, L.A.; MILANEZ, J.M.; DITTRICH, R. Flutuação populacional de moscas-das-frutas em pomares de citros no oeste de Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 337-343, mar./abr. 2004.

DENT, D.R.; WALTON, M.P. **Methods in ecological and agricultural entomology.** New York: CAB International, 1997. 387p.

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.

DUARTE, R.T.; GALLI, J.C.; PAZINI, W.C. Dinâmica populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomar de goiaba no município de Jaboticabal – SP. **Agroecossistemas**, Belém, v. 4, n. 1, p. 33-41, 2012.

DUTRA, V.S.; SANTOS, M.S.; SOUZA-FILHO, Z.A.; ARAUJO, E.L.; SILVA, J.G. Faunistic analysis of *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) on a guava orchard under organic management in the municipality of Una, Bahia, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 1, p. 133-138, Jan./Feb. 2009.

FERRARA, F.A.A.; AGUIAR-MENEZES, E.L.; URAMOTO, K.; MARCO JR, P.; SOUZA, S.A.S.; CASSINO, P.C.R. Análise faunística de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) da região noroeste do estado do Rio de Janeiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 183-190, mar./abr. 2005.

GARCIA, F.R.M.; CAMPOS, J.V.; CORSEUIL, E. Análise faunística de espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na região oeste de Santa Catarina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 3 p. 421- 426, jul./set. 2003.

GINGRICH, R.E. **Biological control of Tephritid fruit flies by inundative releases of natural enemies.** In: ALUJA, M.; LIEDO, P. (Ed.). *Fruit flies, biology and management.* New York: Springer, 1993. 318p.

GOTELLI, N.J. **Medindo a diversidade de espécies** In: GOTELLI, N.J. (Ed). *Ecologia* Londrina, Planta, 2009. cap. 9, p. 210- 240.

GREENACRE, M. **Correspondence analysis in practice.** 2nd ed. London: Chapman & Hall; CRC, 2007. 138p.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T. ; RIAN, P.D. **PAST: Palaeontological statistics**, ver. 1.37. 2007 Disponível em: <http://folk.uio.no/ohammer/past>. Acesso em: 20 ago. 2014.

HASSEL, M.P. Insect natural enemies as regulating factors. **Journal of Animal Ecology**, Kingdom, v. 54, n. 1, p. 223-234, Feb. 1985.

HATLEY, C.L.; MACMAHON, J. Spider community organization: seasonal variational and role of vegetation architecture. **Environmental Entomology**, Logan, v. 9, n. 5 p. 632-639, 1980.

HAYEK, L.A.C.; BUZAS, M.A. **Surveying natural populations**. Columbia University Press, 1997. 150p.

HERNANDEZ-ORTIZ, V. **El gnero *Anastrepha* Schiner en Mexico (Diptera: Tephritidae): taxonomia, distribucion y sus plantas huespedes**. Xalapa: Instituto de Ecología Publ. 33, Sociedad mexicana de Entomología, 1992. 162p.

HOPKINS, G.W.; MEMMOTT, J. Seasonality of a tropical leaf-mining moth: leaf availability versus enemy-free space. **Ecological Entomology**, Hoboken, v. 28. n. 6, p. 687-693, Dec. 2003.

HUSCH, P.E.; MILLÉO, J.; SEDORKO, D.; AYUB, R.A.; NUNES, D.S. Caracterização da fauna de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na região de Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 10, p. 1833-1839, out. 2012.

JANZEN, D.H.; SCHOENER, T.H. Differences in insect abundance and between wetter and drier sites during a tropical dry season. **Ecology**, Durham, v. 49, n. 1, p. 96-110, jan. 1968.

KATO, M.; MATSUDA, T.; YAMASHITA, Z. Associative ecology of insects found in paddy field cultivated by various planting forms. **The Sciences Reports of the Tohoku University**, 4th Series (Biology), v. 19, p. 291-301, jun. 1952.

KEMPTON, R.A.; TAYLOR, L.R. Models and statistics for species diversity. **Nature**, Hertfordshire, v. 262, p. 818-820, Aug. 1976.

KEMPTON, R.A.; TAYLOR, L.R. The Q-statistic and the diversity of floras. **Nature**, Hertfordshire, v. 275, p. 7252-253, Sept. 1978.

KORYTKOWSKI, C.A.; CAMPO, C. Population analysis of *Anastrepha* species in ten years (1991-2000) at Cerro Azul – Altos de Pacora, Panama. In: MEETING OF THE WORKING GROUP ON FRUIT FLIES OF THE WESTERN HEMISPHERE, 2001, Mendoza. **Resumos...** Mendoza, 2001. 40p.

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. 64p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

LOPES-MIELERRSKI, G.N. **Análise quantitativa, sobreposição de nicho e coocorrência de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em três pomares adjacentes**. 2014. 79p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. **Statistical ecology: a primer on methods and computing**. New York, John Wiley, 1988. 337p.

- MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade biológica**. Curitiba: UFPR, 2013. 261p.
- 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 Cargil, 1988. p. 25-53.
- 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. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. 327p.
- 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.
- MALAVASI, A.; NASCIMENTO, A.; PARANHOS, B.A.J.; COSTA, M.L.C.; WALDER, J.M.M. Implementation of a medfly, fruit fly parasitoids and codling moth rearing facility in northeastern Brazil, p.527-534. In: VREYSEN, M.J.B.; ROBINSON, A.S.; HENDRICH, J. (Ed.) **Area-wide control of insect pests: from research to field implementation**. Springer:Dordrecht, 2007. 792p.
- MALAVASI, A. Biologia, ciclo de vida, relação com o hospedeiro, espécies importantes e biogeografia de tefritídeos. In: MALAVASI, A.; VIRGINIO, J.F. (Ed.) **Biologia, monitoramento e controle de moscas-das-frutas**. Biofábrica Moscamed, Juazeiro, 2009. p. 1-5.
- MARQUES, M.O.; CARVALHO, C.A.L.; SANTOS, G.M.M. **Análises faunísticas em estudos entomológicos**. 2009. 296p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Bahia, 2009.
- MOURA, J.S. **Ocorrência e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e de seus parasitóides em frutos de acerola no município de Teresina, Piauí, Brasil**. 2012. 41p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2012.
- MURDOCH, W.W.; REEVE, J.D. Aggregation of parasitoids and the detection of density dependence in field populations. **Oikos**, Lund, v. 50, n. 1, p. 137-141, sep. 1987.
- NASCIMENTO, A.S.; CARVALHO, R.S. Manejo integrado 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, 2000. cap. 22, p. 169-173.

NASCIMENTO, A.S.; CARVALHO, R.S.; MALAVASI, A. Monitoramento populacional. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. São Paulo: Holos, 2000. cap. 13, p. 109-112.

NASCIMENTO, A.S.; ZUCCHI, R.A.; MORGANTE, J.S.; MALAVASE, A. Dinâmica populacional das moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no Recôncavo Baiano II – Flutuação Populacional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 7, p. 96-980, 1982.

NASCIMENTO, A.S.; ZUCCHI, R.A.; SILVEIRA NETO, S. Dinâmica populacional de mosca-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no Recôncavo Baiano: III – Análise Faunística. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n. 4, p. 319-328, 1983.

NORA, I.; SUGIURA, T. (2001). Pragas da pereira. In: EPAGRI (Ed.) **Nashi, a pêra japonesa**. Florianópolis, Epagri, 2001. 341p.

NORRBOM, A.L. **Phylogenetic analysis and taxonomy of the *cryptostrepha*, *daciformis*, *robusta* and *schausi* species groups of *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae)**. 1985. 355p. Thesis (Ph. D.) - Pennsylvania State University, Pennsylvania, 1985.

NORRBOM, A.L.; KORYTKOWSKI, C.A.; ZUCCHI, R.A.; URAMOTO, K.; VENABLE, G.L.; MCCORMICK, J.; DALLWITZ, M.J. 2012. ***Anastrepha* and *Toxotrypana*: descriptions, illustrations, and interactive keys**. Version: 31st August 2012. Disponível em: < <http://delta-intkey.com>>. Acesso em: 14 set. 2013.

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.

PORTILLA, N.E.C. **A acerola (*Malpighia puniceifolia* L. 1762) como hospedeiro de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no Recôncavo da Bahia**. 2002. 63p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2002.

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.

QUERINO, R.B.; MAIA, J.B.; LOPES, G.N.; ALVARENGA, C.D.; ZUCCHI, R.A. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) community in guava orchards and adjacent fragments of native vegetation in Brazil. **Florida Entomologist**, Washington, v. 97, n. 2, p. 778-786, jun. 2014.

RAGA, A.; SOUZA FILHO, M.F.; SATO, M.E.; CERÁVOLO, L.C. Dinâmica populacional de adultos de moscas-das-frutas (Diptera:Tephritidae) em pomar de citros de Presidente Prudente, SP. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 63, n. 2, p. 23-28, 1996.

R Core Team. **R 3.0.1: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2013. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 20 may 2013.

RAGHU, S.; CLARKE, A.R.; DREW, R.A.I.; HULSMAN, K. Impact of habitat modification on the distribution and abundance of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Southeast Queensland population. **Population Ecology**, Tokyo, v. 42, n. 2, p. 153-169, Sept. 2000.

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

SALLES, L.A.B. Ocorrência precoce da moscas-das-frutas em ameixas. **Ciência Rural**: Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 349-350, set. 1999.

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.

SANTOS, M.S.; NAVACK, K.I.; ARAUJO, E.L.; SILVA, J.G. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em Belmonte, Bahia. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 86-93, out./dez. 2011.

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, N.M. **Levantamento e análise faunística de moscas-das-frutas (Diptera; Tephritidae) em quatro locais do Estado do Amazonas**. 1993. 152p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

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. de L.; MORAES, R.C.B. de. Artropodofauna aérea. 2014. 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:Ed. Agronômica Ceres, 1976. 419p.

SOUTHWOOD, T.R.E.; VAN EMDEN, H.F.A. A comparison of the fauna of cut and uncut grasslands. **Zeitschrift fuer Angewandte Entomologie**, Hamburg, n. 60, n. 1/4, p. 188-198, jan./dec. 1967.

SOUTHWOOD, T.R.E. **Ecological methods**: With particular reference to the study of insect populations. 2nd ed, London: Chapman & Hall Editora, 1995. cap. 2, 524p.

SOUTHWOOD, T.R.E.; HENDERSON, P.A. **Ecological methods**. 3rd ed. Oxford: Blackwell Science, 2000. 575p.

SOUZA, H.A.; AMORIM, D.A.; ROZANE, D.E.; NATALE, W. Pesquisas com goiabeira (*Psidium guajava* L.) no Brasil: breve histórico e perspectivas futuras. In: NATALE, W. [et al.]. **Cultura da goiaba**. Jaboticabal: FCAV, Capes, CNPq, FAPESP, Fundunesp, SBF, 2009. 284p.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Instituto Plantarum, Nova Odessa. 2005. 245p.

SOUZA-FILHO, M.F.; RAGA, A. ; ZUCCHI, R.A. Moscas-das-frutas nos Estados brasileiros: São Paulo. 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. 41, p. 277- 283.

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.

SOUZA-FILHO, M.F. **Infestação de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae e Lonchaeidae) relacionada à fenologia da goiabeira (*Psidium guajava* L.), nespereira (*Eriobotrya japonica* Lindl.) e do pessegueiro (*Prunus pérsica* Batsch)**. 2006. 125p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SPELLERBERG, I.F.; FEDOR, P.J. A tribute to Claude Shannon (1916- 2001) and a plea for more rigorous use of species richness, species diversity and the 'Shannon-Wiener' Index. **Global Ecology and Biogeography**, Oxford, v. 12, n. 3, p. 177-179, 2003.

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

TACK, A.J.M.; ROSLIN, T. The relative importance of host-plant genetic diversity in structuring the associated herbivore community. **Ecology**, Washington, v. 92, n. 8 p. 1594-1604, aug. 2011.

TAKEDA, M.; SKOPIK, S.D.; Photoperiodic time measurement and related physiological mechanisms in insects and mites. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 42, p. 323-349, jan. 1997.

TOWNSEND, C.R.; BEGON, M.; HARPER, J.L. **Fundamentos em ecologia**. 2^{ed}. Porto Alegre: Artemed, 2002. 592p.

UCHÔA, M.A. Fruit flies (Diptera: Tephritoidea): biology, host plants, natural enemies, and the implications to their natural control In: LARRAMENDY, M.L.; LOLONESKI, S. (Ed.). **Integrated pest management and pest control current and future tactics**. Rijeka, InTech, 2012. 300p.

UCHÔA, M.A.; ZUCCHI, R. A Metodologia de colecta de Tephritidae y Lonchaeidae frugívoros (Diptera, Tephritoidea) y sus parasitoides (Hymenoptera). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, p. 601–610, 1999.

URAMOTO, K. **Diversidade de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em pomares comerciais de papaia e em áreas remanescentes da Mata Atlântica e suas plantas hospedeiras nativas, no município de Linhares, Espírito Santo**. 2007. 105p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

URAMOTO, K.; ZUCCHI, R.A. New species of *Anastrepha* Schiner (Diptera, Tephritidae) from remnant area of the Atlantic Rain Forest and surroundings in the state of Espírito Santo, Brasil. **Zootaxa**, New Zealand, v. 2535, p. 49-60, jul. 2010.

URAMOTO, K.; WALDER, J.M.M.; ZUCCHI, R.A. Flutuação populacional de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera, Tephritidae) no *Campus* "Luiz de Queiroz", Piracicaba, São Paulo. **Arquivo Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 4, p. 459-465, out./dez. 2003.

URAMOTO, K. **Biodiversidade de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) no Campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo**. 2002. 85p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

VARGAS, R.I.; STARK, J.D.; NISHIDA, T. Population dynamics, habitat preference, and seasonal distribution patterns of oriental fruit fly and melon fly (Diptera: Tephritidae) in an agricultural area. **Environmental Entomology**, Washington, v. 19, n. 6, p. 1820-1828. Dec. 1990.

VARLEY, G.C.; GRADWELL, G.R.; HASSEL, M.P. **Insect population ecology**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1973. 212p.

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

WALLNER, W.E. Factors affecting insect population dynamics: differences between outbreak and non-outbreak species. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 32, p. 317-340, 1987.

WHITTAKER, R.H. Evolution and measurement of species diversity. **Taxon**. New York, v. 21, p. 213-251, May. 1972.

WHARTON, R.A. Parasitoids of fruit-infesting Tephritidae - how to attack a concealed host. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, **Resumos...** Firenze, 1996. 665p.

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 Cargil, 1988. p.1-10.

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

ZUCCHI, R.A. Espécies de *Anastrepha*, sinónímias, 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.

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