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

**Análise comparativa e modelagem espacial de espécies de *Anastrepha*
(Diptera, Tephritidae) coletadas em armadilhas e em plantas hospedeiras**

Mayara Ribeiro de Araujo

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

**Piracicaba
2015**

**Mayara Ribeiro de Araujo
Engenheira Agrônoma**

**Análise comparativa e modelagem espacial de espécies de *Anastrepha* (Diptera,
Tephritidae) coletadas em armadilhas e em plantas hospedeiras**

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

Araujo, Mayara Ribeiro de

Análise comparativa e modelagem espacial de espécies de *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) coletadas em armadilhas e em plantas hospedeiras / Mayara Ribeiro de Araujo. - - Piracicaba, 2015.

98 p. : il.

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

1. Moscas-das-frutas 2. Índices faunísticos 3. Armadilha tipo McPhail 4. Hospedeiros
5. Diversidade 6. Krigagem I. Título

CDD 632.774
A662a

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

Com Amor
Dedico

À minha mãe, Maria Hilda Ribeiro de Araújo

Aos meus avós, Gabriel Araújo e Rosalina Araújo

Aos meus irmãos

E

Às minhas sobrinhas, Elizabeth Sofia e Lara Beatriz

Ofereço

AGRADECIMENTOS

Com gratidão e adoração por mais uma promessa cumprida e pela imensurável felicidade em desfrutar dessa vitória, eu Te agradeço, meu Deus! Ao Senhor Jesus pelas ricas bênçãos, por me guiar e me dar tranquilidade e força para seguir meus objetivos. E ao Espírito Santo pela sabedoria, entendimento e discernimento.

Ao Prof. Dr. Roberto Antônio Zucchi, pelo qual tenho grande admiração, agradeço por toda a orientação, paciência, compreensão, incentivo e confiança. Agradeço também por toda oportunidade de aprendizagem, que certamente me ajudarão em caminhos futuros. Sou muito grata por tudo.

À Dra. Keiko Uramoto por, gentilmente, disponibilizar os dados de *Anastrepha* utilizados neste trabalho e por toda ajuda sempre que solicitada.

À Dra. Elisângela Ferreira por todo o auxílio com as análises, sendo sempre solícita no desenvolvimento deste trabalho e por todo ensinamento. Agradeço também por me receber em sua casa quando cheguei à Piracicaba e pela amizade.

Ao doutorando Adriano Garcia por trazer uma ideia nova ao meu trabalho e pela ajuda com a modelagem espacial. Agradeço por ser sempre solícito.

Ao Prof. Dr. Sinval Silveira Neto pela preciosa convivência e por ser solícito em minhas dúvidas.

À minha mãe e aos meus avós, Gabriel e Rosalina, pelo incentivo, paciência, confiança e apoio durante todo o tempo. Agradeço por tudo.

Aos meus irmãos, Maurício, Mauriane, Larissa e João Victor, por fortalecerem a busca pelos meus sonhos. E à minha família, grande família, por toda a torcida em cada etapa da minha vida e por estarem sempre ao meu lado.

Aos meus queridos amigos M. Sc. Fábio dos Anjos e Cleyziane dos Anjos, por toda a amizade, por me ajudarem em momentos difíceis e por estarem comigo em cada conquista. Desde o processo de seleção para o mestrado, ofertaram o seu apoio e incentivo à minha carreira. Vocês são pessoas importantes em minha vida. Agradeço por tudo.

Aos meus amigos Wagner Lopes e Richard D'nixon que me auxiliaram na minha vinda à Piracicaba; Carla Ferreira pelo apoio desde o momento da inscrição para o mestrado; Luís Carvalho por toda amizade e por me receber em Piracicaba; Rafaelly pela ajuda de sempre e aos amigos da UFRA pela amizade. Agradeço também a todos que participaram de forma direta ou indireta nesta conquista.

À amiga M^a de Nazaré Magalhães pelo incentivo, apoio e por toda ajuda oferecida.

Aos colegas do Laboratório de Taxonomia de Insetos, Gleidyane, Monique e Fabrício, que apesar dos poucos momentos de convivência, sempre mostraram amizade e companheirismo.

Às amigadas contruídas no Departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ/USP.

À CAPES pela bolsa de estudos concedida para a realização deste trabalho.

À Universidade de São Paulo e ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia da ESALQ/USP, por terem proporcionado a minha formação em nível de mestrado.

Palavra de Adoração

“E ouvi a toda a criatura que está no céu, e na terra, e debaixo da terra, e que estão no mar, e a todas as coisas que neles há, dizer: Ao que está assentado sobre o trono, e ao Cordeiro, sejam dadas ações de graças, e honra, e glória, e poder para todo o sempre. E os quatro animais diziam: Amém. E os vinte e quatro anciãos prostraram-se, e adoraram ao que vive para todo o sempre.”

Apocalipse 5:13,14

Palavra de Vitória

“Conheço as tuas obras; eis que diante de ti pus uma porta aberta, e ninguém a pode fechar; tendo pouca força, guardaste a minha palavra, e não negaste o meu nome.”

Apocalipse 3:8

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	13
LISTA DE FIGURAS	15
LISTA DE TABELAS	19
1 INTRODUÇÃO	21
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2.1 Moscas-das-frutas	23
2.2 Espécies de <i>Anastrepha</i>	23
2.3 Levantamento de moscas-das-frutas	24
2.4 Plantas hospedeiras de moscas-das-frutas	25
2.5 Índices faunísticos e diversidade de espécies	26
2.6 Flutuação populacional	27
2.7 Modelagem espacial	28
3 MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1 Área de estudo	31
3.2 Dados meteorológicos	31
3.3 Coleta de dados	32
3.3.1 Coleta em armadilhas	36
3.3.2 Amostragem de frutos	36
3.4 Identificação das espécies	37
3.5 Análise faunística	37
3.6 Diversidade	38
3.7 Similaridade	40
3.8 Flutuação populacional	40
3.9 Modelagem espacial	41
3.9.1 Krigagem	43
3.9.2 Comparação entre tamanho de fragmentos	43
4 RESULTADOS	45
4.1 Coleta em armadilhas	45
4.2 Coleta nos frutos	46
4.3 Análise faunística	51
4.3.1 Coleta em armadilhas	51

4.3.2 Coleta em frutos	52
4.4 Diversidade	53
4.5 Similaridade entre hospedeiros	56
4.6 Similaridade nos métodos de coleta de espécies de <i>Anastrepha</i>	57
4.7 Flutuação populacional	60
4.8 Modelagem espacial de <i>Anastrepha</i>	65
4.8.1 Dados em armadilhas	65
4.8.2 Dados em frutos	67
4.8.3 Comparação entre tamanho de fragmentos	69
5 DISCUSSÃO	71
5.1 Análise faunística	72
5.2 Diversidade	73
5.3 Similaridade	76
5.4 Flutuação populacional	79
5.5 Modelagem espacial de <i>Anastrepha</i>	81
5.5.1 Coleta com armadilhas	81
5.5.2 Coleta em frutos	82
5.5.3 Comparação entre tamanho de fragmentos	82
6 CONCLUSÕES	85
REFERÊNCIAS	87
ANEXO	95

RESUMO

Análise comparativa e modelagem espacial de espécies de *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) coletadas em armadilhas e em plantas hospedeiras

Os estudos de diversidade de espécies são importantes para compreender os aspectos ecológicos das comunidades de moscas-das-frutas. Todavia, nos estudos de diversidade de moscas-das-frutas, têm sido discutidos principalmente os espécimes coletados em armadilhas tipo McPhail. Entretanto, no presente estudo, além dos dados de armadilhas, a diversidade foi também baseada nas moscas-das-frutas obtidas diretamente dos hospedeiros. Desta forma, foi realizada, pela primeira vez, uma análise comparativa de espécies de *Anastrepha* coletadas em uma mesma área em armadilhas e nos hospedeiros. A diversidade de espécies de *Anastrepha* foi discutida, pela primeira vez, por meio da modelagem espacial. O levantamento de moscas-das-frutas foi realizado em 48 pontos de coleta distribuídos pelo campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP. Uma armadilha, contendo proteína hidrolisada de milho, foi instalada em cada ponto de coleta e os hospedeiros foram amostrados nas proximidades. As coletas com armadilhas foram realizadas semanalmente de julho de 1998 a junho de 1999. Os hospedeiros (26 espécies) foram amostrados de janeiro a dezembro de 1999. As espécies de *Anastrepha* coletadas nos dois métodos foram comparadas por meio de parâmetros faunísticos, índices de diversidade e flutuação populacional. As moscas-das-frutas obtidas nos hospedeiros foram comparadas por meio da análise de agrupamento (Sorensen e Bray-Curtis). A interação das espécies, nos dois métodos de coleta, foi baseada no *heat map graph*. O padrão de distribuição da diversidade foi analisado por meio de modelagem espacial (Krigagem). Foram coletadas 19.660 fêmeas de espécies de *Anastrepha* em armadilhas e 10.453 nos hospedeiros. Foram capturadas mais espécies de *Anastrepha* nas armadilhas (18) do que nos hospedeiros (7). Nas armadilhas, *A. fraterculus*, *A. obliqua*, *A. bistrigata*, *A. pseudoparallela*, *A. barbiellini* e *A. sororcula* foram predominantes, mas somente *A. fraterculus* foi a mais abundante. Nos frutos, *A. obliqua*, *A. fraterculus* e *A. bisgrigata* foram predominantes, mas somente *A. obliqua* foi a mais abundante. A maior abundância de espécimes foi obtida em seriguela e a maior riqueza de espécies foi obtida em goiaba e em citros. Sete grupos foram formados pela presença e ausência de espécies de *Anastrepha* pelo coeficiente de similaridade de Sorensen e cinco grupos foram formados pela abundância de espécimes pelo coeficiente de Bray-Curtis. As características da comunidade (diversidade, riqueza, equitabilidade e dominância) diferiram nos dois métodos de coleta. Das seis espécies compartilhadas nas armadilhas e nos hospedeiros, apenas *A. fraterculus* e *A. obliqua* tiveram interação mais forte com os dois métodos de coleta. O pico populacional de espécies de *Anastrepha* ocorreu em setembro (armadilhas) e em fevereiro (hospedeiros). A disponibilidade de hospedeiros foi o fator que mais interferiu na dinâmica populacional. A diversidade de espécies de *Anastrepha* se concentrou nas áreas próximas aos fragmentos de mata. A maior diversidade ocorreu nas proximidades dos fragmentos acima de 100.000 m².

Palavras-chave: Moscas-das-frutas; Índices faunísticos; Armadilha tipo McPhail; Hospedeiros; Diversidade; Krigagem

ABSTRACT

Comparative analysis and spatial modeling of *Anastrepha* species (Diptera, Tephritidae) collected in traps and from host plants

Studies on diversity of fruit fly species are crucial for understanding ecological aspects of their communities of fruit flies. These studies have been carried out mostly on fruit flies collected in McPhail-type traps. Consequently, diversity of fruit flies has been discussed mostly on trapped specimens. Nonetheless, in this study, besides trapped specimens, diversity was also based on specimens obtained directly from hosts. Thus, it was performed, for the first time, a comparative analysis of *Anastrepha* species from same area collected in traps and from hosts. Additionally, diversity of *Anastrepha* species was discussed, for the first time, based on spatial modeling. Fruit fly survey was performed in 48 collecting points distributed throughout “Luiz de Queiroz” campus, in Piracicaba, state of São Paulo, Brazil. A trap, baited with hydrolyzed corn protein, was installed at each collecting point, and fruits nearby were sampled. Collections with traps were carried out weekly from July 1998 to June 1999. Hosts (26 species) were sampled from January to December 1999. *Anastrepha* species collected in both methods were compared by mean of faunistic parameters, diversity indices and population fluctuation. Fruit flies obtained from hosts were compared by mean cluster analysis (Sorensen e Bray-Curtis). The species interaction, in both collecting methods, was based on *heat map graph*. The diversity distribution pattern was analysed by mean of the spatial modelling (Kriging). A total of 19,660 females of *Anastrepha* species were collected in the traps, and 10,453 were obtained from hosts. It was captured more *Anastrepha* species (18) in the traps than in the hosts (7). In the traps, *A. fraterculus*, *A. obliqua*, *A. bistrigata*, *A. pseudoparallela*, *A. barbiellinii* and *A. sororcula* were more abundant, but only *A. fraterculus* was predominant. In the hosts, *A. obliqua*, *A. fraterculus* and *A. bistrigata* were predominant, but only *A. obliqua* was more abundant. The greatest abundance of specimens was obtained in red mombin and the greatest species richness in guava and citrus. Seven groups were formed by presence and absence of *Anastrepha* species for the Sorensen similarity coefficient, and five groups for the abundance of specimens for the Bray-Curtis coefficient. The community characteristics (diversity, richness, equitability, and dominance) differ in both collecting methods. Six species were collected in both traps and hosts, but only *A. fraterculus* and *A. obliqua* had stronger interaction with these collecting methods. The population peak of *Anastrepha* species occurred in September (traps) and in February (hosts). The host availability was the main factor that interfered with population dynamic. The *Anastrepha* species diversity concentrated in areas nearby of forest fragments. The highest diversity was adjacent to forest fragments above 100,000 m².

Keywords: Fruit flies; Faunistic indices; McPhail-type trap; Hosts; Diversity; Kriging

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Área de estudo e localização dos pontos de coleta de espécies de *Anastrepha* no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a dezembro de 1999 32
- Figura 2 – Abundância de espécies de *Anastrepha* por hospedeiro no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de janeiro a dezembro de 1999 46
- Figura 3 – Abundância relativa das espécies de *Anastrepha* em cada hospedeiro no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de janeiro a dezembro de 1999. obl. = *A. obliqua*, fra. = *A. fraterculus*, bis. = *A. bistrigata*, pse. = *A. pseudoparallela*, sor. = *A. sororcula*, ser. = *A. serpentina* e tur = *A. turpiniae* 49
- Figura 4 – Comparação da quantidade de cada espécie de *Anastrepha* obtidas em frutos coletados no solo e na árvore no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de janeiro a dezembro de 1999 50
- Figura 5 – Comparação da quantidade de cada espécie de *Anastrepha* obtidas em armadilhas e em frutos no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a dezembro de 1999 51
- Figura 6 – Curva de rarefação das espécies de *Anastrepha* obtidas pelos dois métodos de coleta no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP. A. espécies capturadas em armadilhas de julho de 1998 a junho de 1999; B. espécies coletadas em frutos de janeiro a dezembro de 1999 54
- Figura 7 - Análise de SHE (riqueza, diversidade e equitabilidade) para as espécies de *Anastrepha* obtidas no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP. A. dados de armadilhas de julho de 1998 a junho de 1999; B. dados de frutos de janeiro a dezembro de 1999. Linha preta: log da abundância de espécies; Linha vermelha: índice de Shannon; Linha Azul: log da equitabilidade ($\ln E = H - \ln S$) 55
- Figura 8 – Dendograma de similaridade entre os frutos hospedeiros de *Anastrepha* no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de janeiro a dezembro de 1999. A. Sorensen, coef. correl. 0,8145; B. Bray-Curtis, coef. correl. 0,9394. Onde: caj. cajá-manga; man. manga; ser. seriguela; aba. abacate; ace. acerola; cab. cabeludinha; cam. cambucá; cer. cereja; goi. goiaba; jab. jabuticaba; jam. jambo; pit. pitanga; uva. uvaia; car. carambola; coq. coquinho; mr-a. maracujá-azedo; mr-d. maracujá-doce; nes. nêspira; amo. amora; pes. pêssgo; caf. café; cit. citros; tan. tangerina; abi. abiu; cai. caimito; sap. Sapoti 57

- Figura 9 – *Heat map graph* da interação das espécies de *Anastrepha* coletadas em armadilhas e em frutos, no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a dezembro de 1999. Tons de verde indicam fraca interação e tons de vermelho indicam forte interação 58
- Figura 10 – *Heat map graph* da interação das espécies de *Anastrepha* coletadas em armadilhas e em frutos, exceto *A. fraterculus* e *A. obliqua*, no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a dezembro de 1999. Tons de verde indicam fraca interação e tons de vermelho indicam forte interação 59
- Figura 11 – *Heat map graph* da interação das espécies de *Anastrepha* nos frutos com maior número de espécies associadas no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de janeiro a dezembro de 1999. Tons de verde indicam fraca interação e tons de vermelho indicam forte interação 60
- Figura 12 – Relação entre as médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar com a flutuação populacional de espécies de *Anastrepha* no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP. A. capturadas em armadilhas, de julho de 1998 a junho de 1999; B. coletadas em frutos, de janeiro a dezembro de 1999 62
- Figura 13 – Relação entre a precipitação pluvial mensal com a flutuação populacional de espécies de *Anastrepha* no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP. A. capturadas em armadilhas, de julho de 1998 a junho de 1999; B. coletadas em frutos, de janeiro a dezembro de 1999 63
- Figura 14 – Flutuação populacional de espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a junho de 1999 64
- Figura 15 – Flutuação populacional de espécies de *Anastrepha* obtidas em frutos no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de janeiro a dezembro de 1999 65
- Figura 16 – Distribuição espacial de espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a junho de 1999. A. distribuição de diversidade pelos valores de índice de Shannon; B. erro padrão associado aos valores estimados de diversidade 66
- Figura 17 – Distribuição espacial de espécies de *Anastrepha* coletadas em frutos no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de janeiro a dezembro de 1999. A. distribuição de diversidade pelos valores de índice de Shannon; B. erro padrão associado aos valores estimados de diversidade 68

Figura 18 – Flutuação populacional de espécies de <i>Anastrepha</i> capturadas em armadilhas e em frutos no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a dezembro de 1999	80
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Registros mensais de temperatura (T), umidade relativa do ar (UR) e precipitação pluvial (P) do campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, em 1998 e 1999	32
Tabela 2 – Localização e caracterização dos pontos de instalação das armadilhas e coletas de frutos no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a dezembro de 1999	33
Tabela 3 – Espécies de <i>Anastrepha</i> capturadas em 48 armadilhas instaladas no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a junho de 1999	45
Tabela 4 – Espécies de <i>Anastrepha</i> coletadas em frutos no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de janeiro a dezembro de 1999	47
Tabela 5 – Espécies de <i>Anastrepha</i> associadas aos seus hospedeiros no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de janeiro a dezembro de 1999	48
Tabela 6 – Espécies de <i>Anastrepha</i> e número de hospedeiros associados em 48 pontos de coleta no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de janeiro a dezembro de 1999	49
Tabela 7 – Análise faunística das espécies de <i>Anastrepha</i> capturadas em 48 armadilhas instaladas no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a junho de 1999	52
Tabela 8 – Análise faunística das espécies de <i>Anastrepha</i> coletadas em frutos no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de janeiro a dezembro de 1999	53
Tabela 9 – Índices de diversidade de espécies de <i>Anastrepha</i> capturadas em armadilhas tipo McPhail e em frutos no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a dezembro de 1999	53
Tabela 10 – Média da diversidade de espécies de <i>Anastrepha</i> em relação ao tamanho dos fragmentos no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a dezembro de 1999	69

1 INTRODUÇÃO

As moscas-das-frutas causam grandes prejuízos do ponto de vista econômico para o mercado de frutas, portanto, é importante obter informações quanto aos seus níveis populacionais e abundância das espécies (CARVALHO, 2005).

Diversos são os fatores que influenciam na abundância e diversidade de espécies de moscas-das-frutas em uma região, como os fatores abióticos, a sucessão de hospedeiros (primários e alternativos) e a complexidade do ambiente (BATEMAN, 1972; ALUJA, 1994; NASCIMENTO; CARVALHO, 2000). Além desses, a vegetação nativa no entorno dos pomares e a competição interespecífica também exercem influência na dinâmica populacional desses tefritídeos (GARCIA; CAMPOS; CORSEUIL, 2003).

Os estudos dessas relações entre populações podem ser realizados por meio de índices faunísticos, que são um dos modelos mais utilizados para demonstrar a predominância de espécies em um determinado local (SOUTHWOOD, 1995).

Os estudos de análise faunística apontam que uma ou duas espécies de moscas-das-frutas são dominantes, sendo que o nível de dominância dessas espécies é influenciado por componentes ecológicos como riqueza, diversidade e abundância de hospedeiros (ALUJA, 1994). Essa observação foi corroborada por vários autores no Brasil (e.g. URAMOTO; WALDER; ZUCCHI, 2005).

As análises faunísticas têm sido restritas a levantamentos de moscas-das-frutas em armadilhas. Consequentemente, não há trabalhos que relacionam os índices faunísticos baseados em dados de armadilhas com aqueles amostrados em frutos hospedeiros. Esse tipo de abordagem, estudada pela primeira vez neste trabalho, permitirá avaliar se em uma mesma área, a diversidade de moscas-das-frutas capturadas com armadilhas e nos hospedeiros são semelhantes. Esse conhecimento é particularmente importante para as espécies de *Anastrepha*, as quais possuem grande diversidade e ampla gama de hospedeiros e também para estabelecer a espécie principal na frutífera cultivada em uma área.

Além de estudos faunísticos e de diversidade, o conhecimento da distribuição espacial de moscas-das-frutas é de grande importância para correlacionar a presença de espécies ao espaço em que ela está inserida. A geoestatística é uma das ferramentas utilizadas nesse tipo de estudo, pois permite quantificar a distribuição espacial de espécies por meio da construção de mapas (LIEBHOLD; ROSSI; KEMP, 1993; ROBERTS; RAVLIN; FLESCHER, 1993; ELLSBEURY et al., 1998). As pesquisas sobre a distribuição espacial de tefritídeos utilizando

geoestatística ainda são escassas, mas são cruciais para o conhecimento dos aspectos ecológicos envolvidos na diversidade desses insetos.

Além de conhecer as associações entre as espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas e em plantas hospedeiras, por meio de análise comparativa dos índices faunísticos, das medidas de diversidade e da flutuação populacional, neste trabalho, também está sendo discutida a modelagem espacial de espécies de *Anastrepha* por meio de geoestatística. Portanto, esses estudos têm por objetivo fornecer suporte para o manejo das moscas-das-frutas com base na melhor compreensão dos métodos de amostragem e estabelecendo relações de distribuição da diversidade de *Anastrepha* com elementos da paisagem.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Moscas-das-frutas

As moscas-das-frutas pertencem à ordem Diptera, subordem Brachycera, superfamília Tephritoidea e família Tephritidae. Estão distribuídas em todas as regiões do mundo, exceto em áreas desérticas e árticas, onde a vegetação é praticamente ausente (ZUCCHI, 2000a). Em razão das características fisiológicas e ecológicas, as moscas-das-frutas presentes nas regiões temperadas são estritamente univoltinas, com apenas uma geração por ano e apresentam diapausa; nas regiões tropicais e subtropicais são multivoltinas, com mais de uma geração por ano (BATEMAN, 1972).

Os tefritídeos são considerados insetos-praga de grande importância mundial, em razão de suas larvas desenvolverem-se no interior dos frutos, constituindo um grupo de inseto bastante estudado (ALUJA; NORRBOM, 1999). Além de causarem danos diretos, constituem a principal barreira fitossanitária para o comércio mundial de frutas (NUÑEZ-BUENO, 1994; WHITE; ELSON-HARRIS, 1994).

Seis gêneros são considerados de importância econômica e possuem ampla distribuição mundial (*Anastrepha* Schiner, *Bactrocera* Macquart, *Ceratitis* MacLeay, *Dacus* Fabricius, *Rhagoletis* Loew e *Toxotrypana* Gerstaecker) (ZUCCHI, 2000a). No Brasil, quatro desses gêneros estão presentes (*Anastrepha*, *Bactrocera*, *Ceratitis* e *Rhagoletis*), sendo as espécies de *Anastrepha* e *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) as mais importantes economicamente (ZUCCHI, 2000a).

2.2 Espécies de *Anastrepha*

O gênero *Anastrepha* é nativo das Américas, sendo que a maioria das espécies encontra-se distribuída na região neotropical (MALAVASI; ZUCCHI; SUGAYAMA, 2000). As espécies em geral são polífagas, pois se desenvolvem em diversas famílias de hospedeiros, apresentando ampla distribuição e alta frequência nas regiões onde ocorrem (MALAVASI; MORGANTE; ZUCCHI, 1980; NORRBON; KIM, 1988; NUÑEZ-BUENO, 1981; ZUCCHI, 1988).

Anastrepha é o gênero com maior número de espécies registradas, ao todo mais de 300 são conhecidas no continente americano (NORRBOM et al., 2015). A maior diversidade de espécies de *Anastrepha* ocorre no Brasil, onde estão registradas 115 espécies (ZUCCHI,

2008), sendo sete espécies de importância econômica: *Anastrepha grandis* (Macquart, 1846), *A. fraterculus* (Wiedemann, 1830), *A. obliqua* (Macquart, 1835), *A. pseudoparallela* (Loew, 1873), *A. sororcula* Zucchi, 1979, *A. striata* Schiner, 1868 e *A. zenildae* Zucchi, 1979 (ZUCCHI, 2000a).

2.3 Levantamento de moscas-das-frutas

O levantamento é realizado por meio de técnicas de monitoramento que permitem avaliar o número e a distribuição de espécies em uma determinada localidade. Esse levantamento de espécies, aliado ao conhecimento de suas plantas hospedeiras e inimigos naturais, é importante para compreender a bioecologia de tefritídeos.

Os levantamentos de moscas-das-frutas têm sido realizados principalmente com armadilhas com atrativo alimentar (ZUCCHI, 2000a). Os levantamentos baseados na amostragem de plantas hospedeiras são escassos. As armadilhas do tipo McPhail têm sido as mais utilizadas para prospectar e monitorar moscas-das-frutas, pois são acessíveis e de baixo custo, devendo ser instaladas no pomar e nos entornos (ALUJA, 1999). Esse tipo de armadilha é bastante empregado na captura de espécies de *Anastrepha*, *Bactrocera* e *Ceratitis* (GOULD; RAGA, 2002). A armadilha Jackson, com atrativo sexual para detecção de *C. capitata* e *B. carambolae*, é também bastante utilizada (SILVA et al., 2011).

O uso de armadilhas permite o levantamento de moscas-das-frutas de modo quantitativo e qualitativo, sendo importante na pesquisa científica, na confirmação da presença e ausência dos tefritídeos em determinadas regiões, no monitoramento do nível populacional e em programas para controle da praga (NASCIMENTO; CARVALHO; MALAVASI, 2000). Além disso, possibilita constatar a abundância e flutuação populacional desses insetos em determinado local (CARVALHO, 2005). Nas armadilhas, são capturadas grande diversidade de moscas-das-frutas, inclusive as localizadas nos entornos de pomares, que atuam como sítios potenciais de infestação. Entretanto, são escassos os trabalhos que abordam a influência da vegetação vizinha ao pomar na dinâmica de moscas-das-frutas (QUERINO et al. 2014).

Apesar da facilidade da coleta com armadilhas, esse método implica em menor conhecimento dos hospedeiros das moscas-das-frutas. Assim, apenas para aproximadamente metade das espécies de *Anastrepha* no Brasil são conhecidos os respectivos hospedeiros. Portanto, é de grande importância que a coleta com armadilhas seja acompanhada pelas amostragens dos frutos (ZUCCHI, 2000b).

A partir da coleta de frutos, obtêm-se várias informações adicionais, por exemplo, o conhecimento dos hospedeiros e os inimigos naturais de forma mais precisa, além de possibilitar o cálculo do índice de infestação e do parasitismo, e o dano direto causado pelas moscas-das-frutas (NASCIMENTO; CARVALHO; MALAVASI, 2000; CARVALHO, 2005; SILVA et al., 2011).

Para um resultado mais completo do levantamento de tefritídeos, ambos os métodos (armadilhas e amostragem de frutos) devem ser realizados simultaneamente.

2.4 Plantas hospedeiras de moscas-das-frutas

As moscas-das-frutas desenvolvem seu ciclo em três ambientes distintos: em frutos hospedeiros, onde ocorre a oviposição e o desenvolvimento larval; no solo, onde passam a fase de pupa; e na vegetação, na fase adulta do inseto, vivendo nas copas de árvores hospedeiras e vegetação vizinha (MALAVASI; BARROS, 1988). No entanto, as relações entre moscas-das-frutas e plantas hospedeiras em uma comunidade se dá principalmente pelo hábito alimentar desses insetos. As larvas dos tefritídeos podem alimentar-se da polpa ou semente de frutos, flores, sementes e talos (CHRISTENSON; FOOTE, 1960).

As moscas-das-frutas infestam espécies de muitas famílias de plantas, existindo três estratégias principais quanto à exploração desses recursos: espécies monófagas (preferência pelas espécies de uma família ou de um gênero de planta), sendo considerada como espécies especialistas; espécies oligófagas (alimentam-se de espécies de vários gêneros); e espécies polígofagas (alimentam-se de espécies de muitas famílias), consideradas generalistas, como *A. fraterculus*, *A. ludens*, *A. obliqua*, *A. serpentina*, *A. striata* e *A. suspensa* (SELIVON, 2000). Das espécies de *Anastrepha* conhecidas no Brasil, *A. fraterculus* e *A. obliqua* são as mais polífagas, com 110 e 48 hospedeiros associados, respectivamente, e estão amplamente distribuídas pelo país (ZUCCHI, 2008).

A distribuição geográfica de uma espécie de moscas-das-frutas está intimamente relacionada à presença de hospedeiros explorados por ela. Desse modo, espécies polífagas, por explorar maior número de hospedeiros, estão mais amplamente distribuídas que as especialistas (SELIVON, 2000). A diferença nas associações entre hospedeiros e moscas-das-frutas varia de região para região, ou seja, um hospedeiro potencialmente infestado por uma espécie em uma região pode não ser em outra região ou esse hospedeiro pode estar sendo explorado por outra espécie de tefritídeo (MALAVASI; MORGANTE; ZUCCHI, 1980).

As informações de hospedeiros ainda são escassas para muitas espécies de *Anastrepha*, além disso, há muitas espécies do gênero ainda não descritas (NORRBOM; KORYTKOWASKI, 2011). No Brasil, são conhecidos os hospedeiros de 59 espécies de *Anastrepha* (ZUCCHI, 2008).

2.5 Índices faunísticos e diversidade de espécies

Os índices faunísticos são métodos de análise mais aceitos para estudos de diversidade de um ambiente, pois permite comparações entre comunidades amostradas de maneira não padronizada, fornecendo informações sobre as populações presentes e o nível de importância delas em um determinado ambiente (MARQUES; CARVALHO; SANTOS, 2009).

Dessa forma, os índices faunísticos permitem o conhecimento de padrões biológicos, ecológicos e comportamentais de comunidades, bem como caracterizar, delimitar e comparar comunidades com características próprias por meio de modelos matemáticos, que incluem vários parâmetros, por exemplo, abundância, diversidade, equitabilidade, frequência, dominância e constância (SILVEIRA NETO et al., 1976).

Os inúmeros estudos de comunidades de tefritídeos, por meio de índices faunísticos no Brasil, têm contribuído para o entendimento da dinâmica populacional em diversos ecossistemas brasileiros. As pesquisas realizadas em diversos Estados revelaram que algumas espécies de *Anastrepha* e *C. capitata* têm sido dominantes (e. g. AGUIAR-MENEZES et al., 2008; MARSARO JÚNIOR et al., 2012; 2013; DIAS; SILVA, 2014).

A análise faunística de moscas-das-frutas iniciou-se no Brasil na década de 1980 (ARRIGONI, 1984). A partir desse estudo pioneiro, inúmeros trabalhos foram publicados com espécies amostradas em vários Estados brasileiros (v. MALAVASI; ZUCCHI, 2000).

Os índices de diversidade são muito utilizados para caracterizar comunidades de indivíduos, pois os dados gerados a partir de seus cálculos possibilitam analisar e comparar diversas comunidades. A análise do padrão de distribuição de uma determinada espécie permite compreender a importância das espécies no ambiente (GOTELLI, 2009).

As medidas de diversidade têm sido utilizadas para analisar mais profundamente a distribuição de abundância das espécies em uma região. Um catálogo sobre as técnicas de mensuração, que podem ser utilizadas para medir a biodiversidade de uma comunidade, está disponível em Magurran (2013). Muitas dessas técnicas de mensuração ainda são pouco utilizadas para estudar o padrão de distribuição da abundância de moscas-das-frutas. No Brasil, estudo pioneiro, abordando algumas dessas técnicas, foi realizado recentemente para

comparar comunidades de espécies de *Anastrepha* em diferentes agroecossistemas (OLIVEIRA, 2015).

2.6 Flutuação populacional

Compreende a abundância de indivíduos de uma população em um determinado período de tempo, permitindo o planejamento de estratégias de controle para espécies pragas (BARROS NETO, 2008).

Para as moscas-das-frutas, os fatores bióticos e abióticos podem ser relevantes na variação populacional. As variáveis como temperatura, umidade, luminosidade e precipitação pluvial, além da composição de pomares e ecossistemas circundantes, gradientes latitudinais, inimigos naturais e organismos simbioses devem ser levadas em consideração na flutuação populacional de tefritídeos (ALUJA, 1994; CARVALHO, 2005; SOUZA FILHO, 2006).

Os fatores relacionados com o clima são capazes de associar as épocas de maior e menor incidência de moscas-das-frutas (ARAUJO et al., 2008). Entretanto, a disponibilidade de hospedeiros é o mais determinante dos níveis populacionais desses tefritídeos (URAMOTO, 2002).

Nos trabalhos recentes têm sido correlacionada a flutuação populacional de moscas-das-frutas com a fenologia de seus hospedeiros em algumas regiões do Brasil (SOUZA FILHO, 2006; ALBERTI; BOGUS; GARCIA, 2012; DUARTE et al., 2013; PEREIRA-REGO et al., 2013; JAHNKE; REYES; REDAELLI, 2014; LOPES-MIELEZRSKI, 2014). A disponibilidade de frutos é o fator que influencia de forma direta na flutuação populacional de tefritídeos, sendo as variáveis climáticas atuantes de forma indireta nos picos populacionais (SOUSA, 2013).

No entanto, existem variações de outra ordem, quer seja entre anos, regiões ou locais, que podem influenciar na flutuação populacional desses insetos, não obedecendo a um padrão (SOUZA FILHO, 2005). Os fatores de ordem climática global como El Niño (Oscilação Sul) e La Niña ou NAO (Oscilação do Atlântico Norte), quando analisados dentro de uma perspectiva de grande área, podem influenciar na dinâmica populacional de moscas-das-frutas a longo prazo (ALUJA et al., 2012).

Em regiões semi-áridas, a precipitação pluvial aliada à disponibilidade de hospedeiro podem ser os principais fatores que interferem na flutuação populacional de moscas-das-frutas. Por exemplo, em estudo realizado em Mossoró, RN, os maiores picos populacionais de espécies de *Anastrepha* ocorreram nos meses com maiores precipitações pluviais e com o

período de maior frutificação de goiaba (ARAUJO; ZUCCHI, 2003). Os períodos chuvosos com temperaturas mais amenas contribuíram para a maior incidência de moscas-das-frutas em pomar de goiaba na região do Cariri, CE (AZEVEDO et al., 2010). Entretanto, tanto o período de frutificação de *Citrus sinensis* L. como a temperatura influenciaram nos picos populacionais de *A. fraterculus* no município de Chapecó, SC (ZILLI; GARCIA, 2010). Em pomares de pessegueiro e maracujazeiro em Iraceminha, SC, o pico populacional de *A. fraterculus* coincidiu com a época de maturação do pêssego e os fatores climáticos não influenciaram de forma significativa nos níveis populacionais de *A. fraterculus* e *A. grandis* (ALBERTI; BOGUS; GARCIA, 2012).

Em regiões onde ocorre sucessão de hospedeiros, as populações de moscas-das-frutas podem apresentar altos níveis populacionais, principalmente as espécies polífagas, devido ao hábito generalista que possuem.

2.7 Modelagem espacial

A modelagem espacial tem sido uma importante ferramenta de estudo em ecologia de insetos, sendo utilizada principalmente para compreender as relações inseto-habitat, inseto-inseto ou ambas em diversos sistemas, e também para analisar questões relacionadas aos efeitos da variabilidade espacial e dispersão das espécies sobre a estabilidade e persistência das populações (HASTINGS, 1990).

A modelagem espacial utiliza a geoestatística como ferramenta para estudar um fenômeno espacial. A geoestatística é um ramo da estatística que tem por objetivo a caracterização espacial de uma variável de interesse por meio do estudo de sua distribuição e variabilidade espaciais, com determinação das incertezas associadas (YAMAMOTO; LANDIM, 2013). O fenômeno espacial é representado pelos valores possíveis da variável de interesse, definindo a sua distribuição e a variabilidade espacial (YAMAMOTO; LANDIM, 2013). A geoestatística utiliza dados amostrais para correlacionar a variável de interesse no espaço/tempo, e por meio de ajustes de funções matemáticas é feita uma estimativa de valores em pontos não amostrados utilizando interpoladores, como a krigagem (LIEBHOLD; ROSSI; KEMP, 1993).

A modelagem espacial é muito utilizada em estudos e pesquisas em vários âmbitos do conhecimento científico. Na Entomologia, o conhecimento da distribuição espacial de insetos é de grande importância para estudos ambientais e de comportamento das espécies (CÁRDENAS, 2002). Além disso, podem auxiliar no desenvolvimento de planos de

amostragens, nas recomendações de manejo de pragas, no controle racional com pesticidas e na manipulação de habitats (BARBOSA; PERECIN, 1982; GYENGE; TRUMPER; EDELSTEIN, 1999; GILES et al., 2000; CÁRDENAS, 2002). Por exemplo, a distribuição espacial de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) foi estudada em campo de colheita mecanizada de cana-de-açúcar, utilizando-se a geoestatística, a fim de orientar procedimentos de amostragem em campo (DINARDO-MIRANDA et al., 2007). A variação espacial da broca-do-café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae), estudada por meio de modelagem espacial, foi possível conhecer adequadamente a dispersão da praga, identificando as áreas de crescimento e decréscimo da infestação em condições de campo na Colômbia (RUIZ et al., 2003).

No Rio Grande do Sul, modelagens geoestatísticas foram utilizadas para analisar a distribuição espacial de larvas de *Diloboderus abderus* Sturm (Coleoptera: Melolonthidae) em lavouras de aveia (Dal PRÁ et al., 2011). Interpoladores geoestatísticos (krigagem e inverso do quadrado da distância) foram utilizados para verificar a precisão dos procedimentos de mapeamento de populações de cigarras (*Quesada gigas* Oliver) (Hemiptera: Cicadidae) em povoamentos de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) em Dom Eliseu, PA (SOARES et al., 2008). A geoestatística também foi utilizada para estudar a distribuição espacial de cigarrinhas (*Dilobopterus costalimai* Young, *Acrogonia* sp. e *Oncometopia facialis* Signoret), vetoras da *Xylella fastidiosa*, agente causal da clorose variegada dos citros, permitindo melhor gestão para controle dos vetores e da doença (FARIAS et al., 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no campus “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP (22°42'30''S, 47°38'00''O e altitude de 546 m), durante o levantamento coordenado pelo Prof. Júlio Marcos Melges Walder (Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA), no período de julho de 1998 a dezembro de 1999.

A região possui clima do tipo Cwa, pela classificação de Köppen, com verão quente e estiagem no inverno, a temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio é inferior a 18°C, a precipitação pluvial média anual é de 1.200 mm com distribuição irregular durante o ano (SETZER, 1946). A vegetação dominante na região é classificada como Floresta Estacional Semidecidual (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 1992), com presença de espécies vegetais caducifólias e perenifólias. No campus predomina o solo tipo NITOSSOLO VERMELHO, de alta fertilidade natural, representando mais de 50% da área (COOPER, 2009). Ocupa 874,33 ha de área com vegetação bastante diversificada, com presença de culturas anuais, semi-perenes e perenes, áreas de pastagens, reflorestamento e remanescentes florestais (COOPER, 2009).

No entorno do campus, há plantações de cana-de-açúcar, pastagem, reflorestamento e área urbana. Na época de coleta dos dados, encontravam-se grande número de hospedeiros primários de moscas-das-frutas, distribuídos de maneira não uniforme pelo campus, destacando-se: laranja (*Citrus sinensis* L.), café (*Coffea arabica* L.), pêssego (*Prunus persica* L.), uvaia (*Eugenia pyriformis* Camb.), carambola (*Averrhoa carambola* L.), goiaba (*Psidium guajava* L.), manga (*Mangifera indica* L.), jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* Vell.), abacate (*Persea americana* L.), acerola (*Malpighia glabra* L.), seriguela (*Spondias purpurea* L.), nêspera (*Eriobotrya japonica* Lindl.) e pitanga (*Eugenia uniflora* L.). Além de vários hospedeiros silvestres (URAMOTO, 2002).

3.2 Dados meteorológicos

As informações climáticas, referentes aos anos de coleta dos dados, foram obtidas da estação meteorológica automática localizada no Departamento de Engenharia e Biossistemas

no campus “Luiz de Queiroz” (Tabela 1), disponíveis em: <http://www.leb.esalq.usp.br/postoaut.html>.

Tabela 1 – Registros mensais de temperatura (T), umidade relativa do ar (UR) e precipitação pluvial (P) do campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, em 1998 e 1999

Meses	1998			1999		
	T _{Média} (°C)	UR _{Média} (%)	P _{Total} (mm)	T _{Média} (°C)	UR _{Média} (%)	P _{Total} (mm)
Janeiro	25,0	82,9	108,6	23,9	90,3	354,6
Fevereiro	24,1	89,9	362,2	23,7	90,6	203,9
Março	24,1	85,4	122,7	24,0	83,5	179,8
Abril	21,7	85,7	70,6	21,0	81,9	76,6
Maiο	18,1	85,0	93,2	17,7	81,4	46,3
Junho	16,2	84,5	24,8	16,4	88,0	69,1
Julho	17,4	81,3	15,1	18,4	80,7	3,1
Agosto	20,1	79,2	22,1	18,4	67,1	0,0
Setembro	20,6	80,0	87,9	20,6	69,2	78,6
Outubro	20,7	85,5	155,4	21,0	75,1	27,8
Novembro	22,4	75,8	25,4	21,6	73,4	51,6
Dezembro	23,7	82,9	251,3	23,7	80,4	261,5

3.3 Coleta de dados

As coletas de moscas-das-frutas foram realizadas em 48 pontos distribuídos pelo campus (Figura 1; Tabela 2), escolhidos por apresentarem tanto amostragem por armadilhas como por frutos entre os 84 pontos de coleta do projeto original (URAMOTO, 2002).

Figura 1 – Área de estudo e localização dos pontos de coleta de espécies de *Anastrepha* no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a dezembro de 1999

Tabela 2 - Localização e caracterização dos pontos de instalação das armadilhas e coletas de frutos no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a dezembro de 1999

Pontos de coleta	Latitude (S), longitude (O) e altitude (m)	Locais	Vegetação*	(continua)
				Frutos hospedeiros amostrados
1	22°43'07.0"S, 47°36'25.3"O, 656	Granja doméstica	Caju, caqui, pitanga, jabuticaba, jatobá, goiaba, citros, <u>abacate</u> , acerola, limão siciliano, banana	Acerola, café, goiaba, manga, pitanga
2	22°42'23.4"S, 47°37'06.0"O, 611	Aeroporto	<u>Mata ciliar</u> , eucalipto	Café
3	22°43'11.5"S, 47°36'57.5"O, 501	Parte alta da antiga estrada para São Paulo	Manga, limão tahiti, <u>abacate</u> , limão siciliano, laranja ponkan	Manga
4	22°42'57.0"S, 47°37'25.2"O, 391	Colônia na estrada para São Paulo	Várias frutíferas, entre as quais, <u>abacate</u>	Goiaba, pitanga
5	22°42'54.4"S, 47°37'18.4"O, 479	Pomar de jabuticaba na antiga estrada para São Paulo	<u>Jabuticaba</u>	Jambo
6	22°42'44.3"S, 47°37'09.9"O, 427	Pomar próximo ao aeroporto	Laranja Valência, <u>laranja Natal</u>	Citros
7	22°42'34.9"S, 47°37'21.7"O, 588	Dep. Prod. Veg.	<u>Manga</u>	Manga
8	22°42'43.9"S, 47°37'26.3"O, 588	Dep. Prod. Veg.	Pêssego, <u>macadâmia</u>	Manga, pêssego
9	22°42'33.3"S, 47°37'34.9"O, 465	Dep. Prod. Veg.	<u>Manga</u> , jaca nêspira, acerola, goiaba, maracujá, pêssego	Acerola, nêspira, goiaba, citros, manga, maracujá-azedo, maracujá-doce, pêssego
10	22°42'43.2"S, 47°37'40.2"O, 601	Dep. Fit. e Nem.	Café e <u>plantas nativas</u>	Café
11	22°42'46.6"S, 47°37'29.1"O, 503	Dep. Fit. e Nem.	Várias frutíferas, entre os quais, <u>azeitona-do-Ceilão</u> , citros	Acerola, café, cereja, goiaba, citros, pitanga, uva
12	22°42'24.6"S, 47°37'40.5"O, 496	Dep. Prod. Veg.	Jabuticaba, acerola, <u>uvaia</u> , abiu, seriguela, carambola, abricó-de-macaco	Abiu, acerola, cabeludinha, cajá-manga, cambucá, carambola, goiaba, citros, manga, sapoti, uvaia
13	22°41'52.4"S, 47°37'16.1"O, 554	Captção de água na Lagoa Presídio	Citros, manga, <u>abacate</u> , caju, maracujá, pitanga	Citros, goiaba

Tabela 2 - Localização e caracterização dos pontos de instalação das armadilhas e coletas de frutos no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a dezembro de 1999

(continuação)				
Pontos de coleta	Latitude (S), longitude (O) e altitude (m)	Locais	Vegetação*	Frutos hospedeiros amostrados
14	22°42'30.9"S, 47°37'48.9"O, 584	Área de convivência, próx. restaurante central	Café e plantas nativas, <u>chapéu-de-sol</u>	Goiaba
15	22°42'33.1"S, 47°37'42.3"O, 584	Posto Odontológico	Goiaba, manga, <u>jabuticaba</u>	Caimito, goiaba, manga
16	22°42'30.1"S, 47°38'05.8"O, 659	Dep. Genética	Banana, manga, goiaba, citros, jabuticaba, mamão, ameixa-amarela, maracujá-doce, <u>jambolão</u>	Citros, goiaba, manga, seriguela
17	22°42'31.6"S, 47°38'08.0"O, 694	Área de produção de mudas (Ciagri)	Pitanga, citros, jabuticaba, <u>seriguela</u> , pêra, acerola, cuietê, limão tahiti, goiaba, banana, nêspera, mamão, caqui, lima-da-pérsia, manga, tamarindo, uvaia, falso mangostão	Goiaba, jabuticaba, seriguela, uvaia
18	22°42'37.8"S, 47°38'11.4"O, 478	Pomar doméstico, próximo ao CEBITEC	<u>Manga</u> , goiaba, citros, jabuticaba	Cajá-manga, goiaba, tangerina
19	22°42'23.5"S, 47°38'19.4"O, 501	Lab. Biotecnologia Animal	Jabuticaba, nêspera, mamão goiaba, acerola, uvaia, <u>jaca</u> , manga, pitanga, macadâmia, citros, abacate	Abacate, goiaba, jabuticaba, manga, uvaia
20	22°42'18.4"S, 47°38'22.6"O, 568	Pomar no Dep. Genética	Jabuticaba, citros, manga, <u>abacate</u>	Citros, goiaba, manga
21	22°42'30.9"S, 47°38'17.8"O, 581	Pomar no Dep. Zootecnia	<u>Manga</u>	Carambola, goiaba, manga
22	22°42'20.4"S, 47°38'32.3"O, 594	Suinocultura	Goiaba, abacate, nêspera, <u>fruta-do-conde</u> , manga, citros, figo-da-índia	Citros, goiaba, manga, nêspera, tangerina
23	22°42'03.1"S, 47°37'59.7"O, 571	Pomar no restaurante dos professores	<u>Café</u>	Café
24	22°41'57.5"S, 47°37'43.2"O, 575	Arrozal na colônia	Abacate, manga, <u>jabuticaba</u> , seriguela, banana, planta nativa	Acerola, goiaba, pitanga, seriguela, tangerina
25	22°42'11.9"S, 47°37'56.0"O, 583	Dep. Prod. Veg.	Manga, mamão, citros, <u>sapoti</u> , jabuticaba, planta nativa	Goiaba, manga

Tabela 2 - Localização e caracterização dos pontos de instalação das armadilhas e coletas de frutos no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a dezembro de 1999

Pontos de coleta	Latitude (S), longitude (O) e altitude (m)	Locais	Vegetação*	(continuação)	
				Frutos	hospedeiros amostrados
26	22°41'59.9"S, 47°37'57.3"O, 681	Restaurante dos professores	Café, limão, <u>jabuticaba</u> e <u>carcina</u>	Acerola, amora, café, pitanga, uvaia	
27	22°42'16.8"S, 47°38'08.7"O, 648	Biblioteca central	Bambuzal, mata ciliar, <u>planta nativa</u>	Goiaba	
28	22°42'22.3"S, 47°37'56.5"O, 627	Banco Santander	Café, mamão, goiaba, <u>planta nativa</u>	Café	
29	22°41'54.2"S, 47°38'15.0"O, 557	Engenho da ESALQ	Citros, jabuticaba, <u>abacate</u> , amora, goiaba, banana, jambolão, pêssego, abóbora, seriguela, mamão, manga, cabeça-de-negro, nêspira	Citros, goiaba, jabuticaba, jambo, manga, seriguela	
30	22°41'48.6"S, 47°38'10.8"O, 555	Engenho da ESALQ	Citros, jabuticaba, <u>abacate</u> , amora, goiaba, banana, jambolão, pêssego, abóbora, seriguela, mamão, manga, cabeça-de-negro, nêspira	Citros, goiaba, manga, nêspira, seriguela, tangerina	
31	22°42'02.1"S, 47°38'41.9"O, 549	Faz. Areão	<u>Manga</u>	Manga	
32	22°42'12.8"S, 47°37'24.7"O, 591	Posto de tratamento de água	<u>Abacate</u> , amora, citros, goiaba	Abacate, citros, goiaba, manga, tangerina	
33	22°43'04.1"S, 47°37'05.8"O, 572	Estrada antiga para São Paulo	<u>Citros</u>	Citros	
34	22°42'35.6"S, 47°37'15.9"O, 588	Prod. Veg.	<u>Manga</u> , banana, abacaxi	Manga	
35	22°42'51.4"S, 47°37'50.1"O, 547	Prefeitura nova	Pitanga, citros, manga, <u>goiaba</u> , jabuticaba, manga	Cajá-manga, carambola, goiaba, pitanga, uvaia	
36	22°42'32.5"S, 47°38'10.4"O, 651	Dep. Genética	<u>Manga</u> , mamão, citros, jabuticaba, jambolão, abricó-de-macaco, ata, banana, acerola.	Manga	
37	22°42'30.1"S, 47°38'21.3"O, 501	Dep. Zootecnia	Mamão, manga, goiaba, citros, jambolão, pitanga, <u>planta nativa</u>	Goiaba	
38	22°42'26.0"S, 47°38'32.6"O, 602	Dep. Zootecnia	Goiaba, jambolão, pitanga, amêndoa, mamão, <u>planta nativa</u>	Goiaba	
39	22°42'20.3"S, 47°38'37.6"O, 525	Colônia do CENA	<u>Manga</u> , abacate, mamão, citros	Manga, pitanga	

Tabela 2 - Localização e caracterização dos pontos de instalação das armadilhas e coletas de frutos no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a dezembro de 1999

				(conclusão)
Pontos de coleta	Latitude (S), longitude (O) e altitude (m)	Locais	Vegetação*	Frutos hospedeiros amostrados
40	22°42'23.1"S, 47°38'17.4"O, 533	Entre a Biblioteca Central e Dep. Genética	<u>Manga</u> , goiaba	Goiaba
41	22°42'19.1"S, 47°38'00.4"O, 668	Dep. Agroind., Alim. e Nutr.	<u>Manga</u> , várias frutíferas	Citros, goiaba, manga
42	22°42'26.5"S, 47°38'39.8"O, 584	Pátio do CENA	Abacate, citros, <u>nêspera</u>	Cajá-manga, nêspera
43	22°42'21.8"S, 47°38'44.5"O, 513	Oficina do CENA	<u>Seriguela</u>	Coquinho, goiaba, pitanga, seriguela
44	22°42'29.7"S, 47°38'35.8"O, 525	Entrada do CENA	<u>Nêspera</u> , plantas nativas	Seriguela, pitanga
45	22°42'02.6"S, 47°38'47.1"O, 743	Faz. Areão	<u>Manga</u> , plantas nativas	Manga
46	22°42'50.6"S, 47°37'50.2"O, 563	Museu	Goiaba, acerola, jabuticaba, uva, mamão, lima, tangerina, café, <u>planta nativa</u>	Manga
47	22°42'24.2"S, 47°37'45.2"O, 376	Dep. Prod. Veg.	Várias frutíferas, <u>uvaia</u>	Carambola
48	22°42'27.0"S, 47°37'44.3"O, 420	Dep. Prod. Veg.	<u>Planta nativa</u> , várias frutíferas	Cajá-manga

* As plantas sublinhadas correspondem às árvores nas quais foram instaladas as armadilhas

3.3.1 Coleta em armadilhas

Foram utilizadas armadilhas do tipo McPhail, uma por ponto de coleta, contendo atrativo alimentar de proteína hidrolisada de milho estabilizada com bórax (pH entre 8,5 e 9,0) e diluída a 5%. As coletas foram realizadas semanalmente, de julho de 1998 a junho de 1999, quando se procedia à troca do atrativo alimentar (URAMOTO, 2002).

3.3.2 Amostragem de frutos

Os frutos foram coletados, ao acaso, diretamente das plantas e/ou recém-caídos, dando preferência aos frutos maduros ou em estado de maturação. Após as coletas, os frutos foram levados ao laboratório da Seção de Entomologia do CENA. Os frutos foram amostrados de

janeiro a dezembro de 1999, em plantas hospedeiras de espécies de *Anastrepha*, localizadas próximas aos pontos de coletas com armadilhas (Tabela 2). As coletas de frutos foram realizadas de forma sistemática e variaram ao longo do ano em decorrência da época de frutificação das plantas hospedeiras (URAMOTO, 2002).

3.4 Identificação das espécies

As moscas-das-frutas, obtidas nas armadilhas e nos frutos, foram identificados pela Dra. Keiro Uramoto (URAMOTO, 2002), com base nos caracteres morfológicos das fêmeas. Dessa forma, apenas exemplares fêmeas foram utilizadas para as análises.

3.5 Análise faunística

Foi realizada a análise faunística pelo Software ANAFAU (MORAES et al., 2003), que permitiu caracterizar a comunidade por parâmetros faunísticos (dominância, abundância, frequência e constância) e indicar as espécies predominantes nas armadilhas e nos frutos.

- a) Dominância: uma espécie é considerada como dominante quando apresenta frequência superior a $1/S$, onde S é a riqueza de espécies na área amostrada. Em que as seguintes classes são adotadas (SILVEIRA NETO et al., 1976): não dominante (nd) dominante (d) superdominante (sd).
- b) Abundância: refere-se ao número de indivíduos por unidade de superfície ou volume e varia no espaço (de uma comunidade para outra) e no tempo (flutuações populacionais). Em que as seguintes classes são adotadas (SILVEIRA NETO et al., 1976): raro (r), disperso (d), comum (c), abundante (a), muito abundante (ma) e superabundante (as).
- c) Frequência (p): é a porcentagem de indivíduos de uma espécie com relação ao total de indivíduos, conforme equação abaixo.

$$p = \frac{n_i}{N} * 100 \quad (1)$$

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.

As seguintes classes são adotadas (SILVEIRA NETO et al., 1976): pouco frequente (pf), frequente (f), muito frequente (mf) e super frequente (sf).

- d) Constância (C): é a percentagem de espécies presentes nos levantamentos efetuados, conforme equação abaixo.

$$C = \frac{p}{N} * 100 \quad (2)$$

em que:

c = constância em percentagem;

p = número de coletas contendo a espécie estudada;

n = número total de coletas efetuadas.

As seguintes classes são adotadas (SILVEIRA NETO et al., 1976):

w = constantes (presentes em mais de 50% das coletas)

y = acessórias (presentes em 25-50% das coletas)

z = acidentais (presentes em menos de 25% das coletas)

3.6 Diversidade

As medidas de diversidade foram calculadas para comparar a comunidade de *Anastrepha* coletada em armadilha com aquela obtida em plantas hospedeiras. A diversidade alfa foi medida utilizando o índice de Shannon (H'), a riqueza de espécies foi analisada pelo índice de Margalef (D_{Mg}), a equitabilidade pelo índice de Pielou (J') e a dominância pelo índice de Simpson (D), conforme equações abaixo.

- ✓ Índice de Shannon:

$$H' = \sum_{i=1}^S p_i \log p_i \quad (3)$$

em que:

S = número de espécies;

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

✓ Índice de Margalef (D_{Mg}):

$$D_{Mg} = (S - 1) / \ln N \quad (4)$$

em que:

S = número de espécies;

N = número de indivíduos.

✓ Equitabilidade, índice de Pielou (J'):

$$J' = \frac{H'}{\log S} \quad (5)$$

em que:

H' = Índice de Shannon;

S = número de espécies.

✓ Índice de Simpson (D):

$$D = \sum_{i=1}^S p_i^2 \quad (6)$$

em que:

S = número de espécies;

p_i = proporção da espécie i na comunidade.

A função assintótica que descreve o esforço amostral foi ajustada aos dados, produzindo as curvas de rarefação para as espécies coletadas em armadilhas e em plantas hospedeiras. A diversidade é sensível à variação dos parâmetros que ela se decompõe (riqueza, diversidade e equitabilidade). Assim, foi realizada a decomposição da diversidade pela análise de SHE (Riqueza, Diversidade e Equitabilidade). Essa análise permite interpretar

as alterações da diversidade analisando a contribuição da riqueza e da equitabilidade para essa variação em função do esforço amostral (MAGURRAN, 2013).

As medidas de diversidade, as curvas de rarefação e as análises de SHE foram analisadas pelo software PAST 1.73 (*Paleontological Statistics*) (HAMMER; HARPER; RIAN, 2007) e EstimateS 9.1.0 (COLWELL, 2013). Esses são usados para análise de distribuição de espécies em diferentes áreas, comparações entre índices faunísticos e estatísticos para multi espécies ou multi áreas.

3.7 Similaridade

As populações de *Anastrepha* entre os frutos hospedeiros foram comparadas por meio de análise de agrupamento. A similaridade entre os hospedeiros foi medida usando o coeficiente de Sorensen, que mede a similaridade com relação à presença e ausência de espécies, e também pelo coeficiente de Bray-Curtis, que agrupou os hospedeiros quanto à abundância de espécies. Ambas as análises de agrupamento foram realizadas pelo Software PAST 1.73 (HAMMER; HARPER; RIAN, 2007).

A interação das espécies de *Anastrepha*, com os dois métodos de coleta e também com os frutos hospedeiros, foi verificada por meio de análise de agrupamento em um *heat map graph* utilizando a distância euclidiana como métrica, no software R 3.0.1 (*R Foundation for Statistical Computing*) (R CORE TEAM, 2013).

3.8 Flutuação populacional

Foi analisada a flutuação populacional das espécies de *Anastrepha* considerando o número de fêmeas capturadas mensalmente, comparando os dados obtidos em armadilhas e em frutos, durante 12 meses. Também foram estudadas as flutuações das espécies predominantes, determinadas pelas análises faunísticas.

A flutuação populacional das espécies foi relacionada com as variáveis climáticas (temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluvial) do período em que foram realizadas as coletas.

3.9 Modelagem espacial

A modelagem espacial foi realizada utilizando o software ArcGIS® 10.3 (ESRI, 2015), aplicando-se o método de krigagem para estabelecer o padrão de distribuição espacial da diversidade de espécies de *Anastrepha* no campus “Luiz de Queiroz”.

A krigagem é um método geoestatístico estimador, o qual é utilizado para a previsão do valor pontual de uma variável regionalizada em determinado local dentro do campo geométrico, levando em consideração todos os valores observados, que possuem diferentes pesos dados de acordo com uma função. A forma básica de um estimador de krigagem, de acordo com Goovaerts (2007), é:

$$Z^*(u) - m(u) = \sum_{a=1}^{n(u)} \gamma_a(u) [Z(u_a) - m(u_a)] \quad (7)$$

onde u indica o ponto onde será estimado o valor da variável aleatória $Z^*(u)$, u_a é um ponto da vizinhança de u , $\gamma_a(u)$ é o peso associado ao datum $z(u_a)$, interpretado como o valor observado da variável aleatória $Z(u_a)$. Os valores esperados de $Z(u)$ e $Z(u_a)$ são $m(u)$ e $m(u_a)$, respectivamente.

O erro da estimação é dado por $Z^*(u) - Z(u)$ e o objetivo da krigagem é minimizar a variância do estimador, dada por:

$$\sigma_E^2 = Var \{Z^*(u) - Z(u)\} \quad (8)$$

sob a restrição:

$$E \{Z^*(u) - Z(u)\} = 0 \quad (9)$$

O estimador de krigagem varia dependendo do modelo escolhido para a função aleatória $Z(u)$, a qual pode ser decomposta em um componente residual $R(u)$ e um componente de tendência $m(u)$:

$$Z(u) = R(u) + m(u) \quad (10)$$

O componente residual é modelado como uma função aleatória estacionária de média zero e covariância $C_R(h)$:

$$E \{R(u)\} = 0 \quad (11)$$

$$Cov \{R(u), R(u+h)\} = E\{R(u) \cdot R(u+h)\} = C_R(h) \quad (12)$$

O valor esperado da variável aleatória Z no local u é, portanto, o valor do componente de tendência no local:

$$E \{Z(u)\} = m(u) \quad (13)$$

Três diferentes tipos de krigagem podem ser diferenciados de acordo com os valores assumidos por $m(u)$:

- ✓ Krigagem simples. Considera que a média $m(u)$ é constante ao longo da área de estudo A :

$$m(u) = m \text{ conhecido } \forall u \in A \quad (14)$$

- ✓ Krigagem ordinária. Leva em conta a flutuação local da média, limitando o domínio de estacionaridade da média para a vizinhança local $W(u)$:

$$m(u') = \text{constante mas desconhecido } \forall u' \in W(u) \quad (15)$$

- ✓ Krigagem com modelo de tendência ou krigagem universal. Considera que a média local desconhecida, $m(u)$, varia suavemente dentro de cada vizinhança $W(u)$, englobando toda a área de estudo, A . O componente de krigagem é modelado como uma combinação linear das funções $f_k(u)$ das coordenadas:

$$m(u') = \sum_{k=0}^k a_k(u') f_k(u') \text{ com } a_k(u') \approx a_k \text{ constante, mas desconhecido } \forall u' \in W(u) \quad (16)$$

Neste estudo em particular, optou-se pela krigagem ordinária, visto que ela é mais precisa que a krigagem normal, pois considera uma normalização da média local dos pesos em vez de considerar uma média única de todos os dados. Além disso, não foi verificada uma forte tendência nos dados, que justificasse a utilização da krigagem universal.

3.9.1 Krigagem

Foi utilizada uma interpolação espacial (krigagem ordinária), com os valores do índice de Shannon de cada ponto de coleta, para estimar os valores de diversidade para a área como um todo (extrapolação), de forma a permitir a observação de padrões espaciais de diversidade relacionados aos diferentes elementos da paisagem (fragmentos de mata, rio e área urbana). Para reduzir o erro associado à interpolação, pontos de coleta muito isolados foram excluídos, ou seja, aqueles que não possuíam nenhum vizinho em um raio de 500 m. Enquadraram-se nessa situação, os pontos de coleta 1, 13 e 32.

3.9.2 Comparação entre tamanho de fragmentos

Também foi estudada a influência do tamanho dos fragmentos de mata na diversidade de espécies de *Anastrepha*, a fim de avaliar se fragmentos maiores suportavam maior diversidade de espécies, conforme esperado, considerando a teoria da biogeografia de ilhas (MacARTHUR; WILSON, 1967). Dessa forma, foram criadas três categorias de tamanho de fragmentos (acima de 100.000 m², entre 10.000 m² e 100.000 m² e menores que 10.000 m²). Foram calculadas médias por categoria do número de espécies encontradas em cada fragmento. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS

4.1 Coletas em armadilhas

Foram coletadas 30.113 fêmeas de *Anastrepha* no campus “Luiz de Queiroz”, das quais 19.660 foram capturadas em armadilhas tipo McPhail. Ao longo de um ano, 18 espécies de *Anastrepha* foram capturadas nas armadilhas: *Anastrepha amita* Zucchi, *A. barbiellinii* Lima, *A. bistrigata* Bezzi, *A. daciformis* Bezzi, *A. dissimilis* Stone, *A. distincta* Greene, *A. fraterculus* (Wiedemann), *A. grandis* (Macquart), *A. leptozona* Hendel, *A. manihoti* Lima, *A. montei* Lima, *A. obliqua* (Macquart), *A. pickeli* Lima, *A. pseudoparallela* (Loew), *A. punctata* Hendel, *A. serpentina* (Wiedemann), *A. sororcula* Zucchi e *A. zenildae* Zucchi (Tabela 3).

Anastrepha fraterculus foi a espécie mais abundante nas armadilhas (80,66%), seguida de *A. obliqua* (14,03%), *A. bistrigata* (2,05%) e *A. pseudoparallela* (1,79%). As demais espécies obtiveram uma abundância inferior a 100 exemplares, somando 1,49% do total de fêmeas coletadas (Tabela 3).

Tabela 3 - Espécies de *Anastrepha* capturadas em 48 armadilhas instaladas no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a junho de 1999

Espécies	1998						1999						Total	%
	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	mar.	abr.	mai.	jun.		
<i>A. fraterculus</i>	130	741	8.019	3.908	1.728	392	188	205	292	107	94	53	15.857	80,66
<i>A. obliqua</i>	22	22	95	91	143	218	482	776	615	188	82	24	2.758	14,03
<i>A. bistrigata</i>	16	39	46	48	18	33	7	70	81	31	9	6	404	2,05
<i>A. pseudoparallela</i>	9	103	66	32	26	7	44	9	5	28	7	15	351	1,79
<i>A. barbiellinii</i>	3	15	11	20	2	1	1	2	1	2	2	0	60	0,31
<i>A. sororcula</i>	0	2	17	15	6	2	4	1	11	1	0	0	59	0,30
<i>A. amita</i>	3	4	4	2	1	1	0	9	6	2	2	0	34	0,17
<i>A. serpentina</i>	0	1	7	3	9	0	0	0	10	0	1	0	31	0,16
<i>A. grandis</i>	0	6	1	3	2	0	1	4	6	2	0	0	25	0,13
<i>A. manihoti</i>	1	3	2	3	3	2	0	3	2	1	0	0	20	0,10
<i>A. distincta</i>	0	0	0	0	0	0	0	14	2	0	1	1	18	0,09
<i>A. pickeli</i>	2	2	0	0	1	3	0	1	1	1	2	1	14	0,07
<i>A. montei</i>	3	1	0	0	1	0	0	1	1	0	3	0	10	0,05
<i>A. dissimilis</i>	0	3	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	8	0,04
<i>A. daciformis</i>	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0,02
<i>A. leptozona</i>	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,02
<i>A. punctata</i>	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0,02
<i>A. zenildae</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,01
Total	189	942	8.276	4.129	1.941	660	729	1.095	1.033	363	203	100	19.660	100,00

4.2 Coletas nos frutos

Foram amostrados frutos de 11 famílias botânicas, distribuídos em 26 espécies de plantas hospedeiras de *Anastrepha*. A seriguela, a goiaba e a carambola foram os hospedeiros com maior número de exemplares coletados, respectivamente (Figura 2).

Foram obtidas 10.453 fêmeas de *Anastrepha* nos frutos. Ao longo de um ano, sete espécies de *Anastrepha* foram coletadas: *A. bistrigata*, *A. fraterculus*, *A. obliqua*, *A. pseudoparallela*, *A. serpentina*, *A. sororcula* e *A. turpiniae* Stone (Tabela 4).

Anastrepha obliqua foi a espécie mais abundante, representando 70,09% das fêmeas coletadas, seguida de *A. fraterculus* (24,70%), *A. bistrigata* (3,50%) e *A. pseudoparallela* (1,49%). *Anastrepha sororcula*, *A. serpentina* e *A. turpiniae* apresentaram abundância inferior a 1% (Tabela 4).

Figura 2 – Abundância de espécies de *Anastrepha* por hospedeiro no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de janeiro a dezembro de 1999

Tabela 4 - Espécies de *Anastrepha* coletadas em frutos no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de janeiro a dezembro de 1999

Espécies	jan.	fev.	mar.	abr.	mai.	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	Total	%
<i>A. obliqua</i>	429	3.516	2.012	131	388	140	205	97	112	104	111	81	7.326	70,09
<i>A. fraterculus</i>	94	375	82	47	23	14	12	10	1.114	361	116	334	2.582	24,70
<i>A. bistrigata</i>	9	209	110	9	2	1	0	0	13	1	2	10	366	3,50
<i>A. pseudoparallela</i>	0	0	0	0	0	0	155	1	0	0	0	0	156	1,49
<i>A. sororcula</i>	2	7	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	14	0,13
<i>A. serpentina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	8	0,08
<i>A. turpiniae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,01
Total	534	4.107	2.208	187	413	155	372	108	1.239	468	233	429	10.453	100,00

Os hospedeiros, que contribuíram para maior abundância de *A. obliqua*, foram: seriguela, carambola, cajá-manga e manga. A seriguela (Anarcadiaceae) foi infestada apenas por *A. obliqua*, correspondendo a 57,47% dos espécimes coletados dessa espécie (Tabela 5). *Anastrepha fraterculus* foi a segunda espécie mais abundante nos frutos e esteve associada com maior número de hospedeiros amostrados (22), atacando inclusive hospedeiros de espécies especialistas, como maracujá-doce e sapoti (Figura 3). *Anastrepha obliqua*, espécie mais abundante, esteve associada a 12 espécies de frutos (Tabela 6).

Espécies especialistas também ocorreram, *A. serpentina* em sapoti e caimito (Sapotaceae) e *A. pseudoparallela* em maracujá-doce e maracujá-azedo (Passifloraceae) (Tabela 5).

Alguns frutos foram infestados por mais de uma espécie de *Anastrepha*, como é o caso da goiaba e citros que foram infestados por quatro espécies de *Anastrepha* e cajá-manga e pitanga por três. Nos demais hospedeiros, foram observadas somente uma ou duas espécies.

Tabela 5 – Espécies de *Anastrepha* associadas aos seus hospedeiros no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de janeiro a dezembro de 1999

Plantas hospedeiras		Espécies de <i>Anastrepha</i>							Total
Famílias/Espécies	Nomes Comuns	obl.	fra.	bit.	pse.	sor.	ser.	tur.	
Anacardiaceae									
<i>Spondias dulcis</i> Fort. f.	Cajá-manga	841	3	1					845
<i>Mangifera indica</i> L.	Manga	448	25						473
<i>Spondias purpurea</i> L.	Seriguela	4.210							4.210
Lauraceae									
<i>Persea americana</i> Mill.	Abacate	3	1						4
Malpighiaceae									
<i>Malpighia glaba</i> L.	Acerola		21						21
Myrtaceae									
<i>Plinia glomerata</i> (Berg.) Amsh.	Cabeludinha		1						1
<i>Plinia edulis</i> (Vell.) Sobral	Cambucá	1							1
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Cereja		66						66
<i>Psidium guajava</i> L.	Goiaba	292	819	359		13			1.483
<i>Myrciaria cauliflora</i> (Mart.) O. Berg.	Jabuticaba		14						14
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Jambo		51						51
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	15	830			1			846
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	Uvaia	225	522						747
Oxalidaceae									
<i>Averrhoa carambola</i> L.	Carambola	1.282	6						1.288
Palmae									
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Coquinho		1						1
Passifloraceae									
<i>Passiflora edulis</i> Sims	Maracujá-azedo		5		41				46
<i>Passiflora alata</i> Dryander	Maracujá-doce				115				115
Rosaceae									
<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl.	Nêspera		36						36
<i>Rubus</i> sp.	Amora		1						1
<i>Prunus pérsica</i> (L.) Batsch	Pêssego	1	13						14
Rubiaceae									
<i>Coffea arábica</i> L.	Café	1	53						54
Rutaceae									
<i>Citrus</i> spp.	Citros	7	97	6				1	111
<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Tangerina		9						9
Sapotaceae									
<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	Abiu		7						7
<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	Caimito						4		4
<i>Manilkara zapota</i> L.	Sapoti		1				4		5
Total		7.326	2.582	366	156	14	8	1	10.453
obl. <i>A. obliqua</i> , fra. <i>A. fraterculus</i> , bis. <i>A. bistrigata</i> , pse. <i>A. pseudoparallela</i> , sor. <i>A. sororcula</i> , ser. <i>A. serpentina</i> , tur. <i>A. turpiniae</i>									

obl. *A. obliqua*, fra. *A. fraterculus*, bis. *A. bistrigata*, pse. *A. pseudoparallela*, sor. *A. sororcula*, ser. *A. serpentina*, tur. *A. turpiniae*

Tabela 6 – Espécies de *Anastrepha* e número de hospedeiros associados em 48 pontos de coleta no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de janeiro a dezembro de 1999

Espécies	Hospedeiros (n)	Fêmeas	
		(n)	%
<i>A. obliqua</i>	12	7.326	70,09
<i>A. fraterculus</i>	22	2.582	24,70
<i>A. bistrigata</i>	3	366	3,50
<i>A. pseudoparallela</i>	2	156	1,49
<i>A. sororcula</i>	2	14	0,13
<i>A. serpentina</i>	2	8	0,08
<i>A. turpiniae</i>	1	1	0,01
Total		10.453	100,00

Figura 3 – Abundância relativa das espécies de *Anastrepha* em cada hospedeiro no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de janeiro a dezembro de 1999. obl. = *A. obliqua*, fra. = *A. fraterculus*, bis. = *A. bistrigata*, pse. = *A. pseudoparallela*, sor. = *A. sororcula*, ser. = *A. serpentina* e tur = *A. turpiniae*

Anastrepha obliqua, *A. fraterculus* e *A. bistrigata* foram obtidas em maior quantidade em frutos no solo e *A. pseudoparallela* e *A. sororcula* estiveram presentes em maior quantidade nos frutos coletados diretamente da planta. *Anastrepha serpentina* emergiu apenas em amostras de frutos no solo, *A. turpiniae* emergiu em fruto coletado diretamente da árvore (Figura 4).

Figura 4 – Comparação da quantidade de cada espécie de *Anastrepha* obtidas em frutos coletados no solo e na árvore no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de janeiro a dezembro de 1999

Não foram realizadas análises estatísticas com as informações de espécies de *Anastrepha* obtidas de frutos na planta e no solo e também não foi calculado o nível de infestação de cada hospedeiro, pois não foi possível obter a quantidade e o peso dos frutos coletados. Porém, com a diversidade de frutos coletados, foi possível estabelecer as associações entre hospedeiros e espécies de *Anastrepha* na área, possibilitando a avaliação da influência desses frutos na composição faunística de *Anastrepha* no campus “Luiz de Queiroz”.

De modo geral, seis espécies de *Anastrepha* ocorreram tanto em armadilhas quanto em frutos, enquanto 12 espécies foram capturadas somente em armadilhas, e apenas uma foi coletada somente em fruto (Figura 5). *Anastrepha fraterculus* foi a mais abundante nas armadilhas, seguida por *A. sororcula*, *A. serpentina*, *A. pseudoparallela* e *A. bistrigata*. *Anastrepha obliqua* foi mais abundante nos frutos do que nas armadilhas (Figura 5).

Figura 5 – Comparação da quantidade de cada espécie de *Anastrepha* obtidas em armadilhas e em frutos no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a dezembro de 1999

4.3 Análise faunística

4.3.1 Coletas em armadilhas

Das espécies coletadas em armadilha, *A. fraterculus*, *A. obliqua*, *A. bistrigata*, *A. pseudoparallela*, *A. barbiellinii* e *A. sororcula* foram predominantes na análise faunística. *Anastrepha fraterculus*, *A. obliqua*, *A. bistrigata* e *A. pseudoparallela* foram classificadas como super em três parâmetros quantitativos (dominância, abundância e frequência). *Anastrepha barbiellinii* e *A. sororcula* foram dominantes, muito abundantes e muito frequentes. As seis espécies consideradas predominantes foram classificadas como constante (Tabela 7).

Anastrepha distincta, *A. dissimilis* e *A. punctata* foram acessórias; *A. daciformis*, *A. leptozona* e *A. zenildae* foram acidentais e com os demais parâmetros faunísticos mínimos (não dominante, rara e pouco frequente) (Tabela 7).

Tabela 7 – Análise faunística das espécies de *Anastrepha* capturadas em 48 armadilhas instaladas no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a junho de 1999

Espécies	Indivíduos (n)	Coletas (n)	Índices Faunísticos			
			D	A	F	C
<i>A. fraterculus</i> *	15.857	12	sd	sa	Sf	W
<i>A. obliqua</i> *	2.758	12	sd	sa	Sf	W
<i>A. bistrigata</i> *	404	12	sd	sa	Sf	W
<i>A. pseudoparallela</i> *	351	12	sd	sa	Sf	W
<i>A. barbiellinii</i> *	60	11	d	ma	Mf	W
<i>A. sororcula</i> *	59	9	d	ma	Mf	W
<i>A. amita</i>	34	10	d	a	Mf	W
<i>A. serpentina</i>	31	6	d	a	Mf	W
<i>A. grandis</i>	25	8	d	c	F	W
<i>A. manihoti</i>	20	9	d	c	F	W
<i>A. distincta</i>	18	4	d	c	F	Y
<i>A. pickeli</i>	14	9	d	c	F	W
<i>A. montei</i>	10	6	d	d	PF	W
<i>A. dissimilis</i>	8	4	d	d	PF	Y
<i>A. daciformis</i>	4	2	nd	r	PF	Z
<i>A. leptozona</i>	3	2	nd	r	PF	Z
<i>A. punctata</i>	3	3	nd	r	PF	Y
<i>A. zenildae</i>	1	1	nd	r	PF	Z

D: Dominância - não dominante (nd), dominante (d) e superdominante (sd); A: Abundância – rara (r), dispersa (d), comum (c), abundante (a), muito abundante (ma) e superabundante (sa); F: Frequência - pouco frequente (pf), frequente (f), muito frequente (mf) e superfrequente (sf); C: Constância – constante (w), acessória (y) e acidental (z). *Espécies predominantes

4.3.2 Coletas nos frutos

Três espécies (*A. obliqua*, *A. fraterculus* e *A. bistrigata*) foram predominantes e constantes. *Anastrepha obliqua* e *A. fraterculus* foram super em três parâmetros faunísticos (dominância, abundância e frequência), *A. bistrigata* foi dominante, muito abundante e muito frequente (Tabela 8).

Anastrepha pseudoparallela, *A. sororcula* e *A. serpentina* foram dominantes, muito abundantes e frequentes, sendo *A. sororcula* considerada acessória e as outras, acidentais. *Anastrepha turpiniae* também foi acidental, porém não dominante (Tabela 8).

Tabela 8 – Análise faunística das espécies de *Anastrepha* coletadas em frutos no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de janeiro a dezembro de 1999

Espécies	Indivíduos (n)	Coletas (n)	Índices Faunísticos			
			D	A	F	C
<i>A. obliqua</i> *	7.326	12	sd	sa	Sf	W
<i>A. fraterculus</i> *	2.582	12	sd	sa	Sf	W
<i>A. bistrigata</i> *	366	10	d	ma	Mf	W
<i>A. pseudoparallela</i>	156	2	d	ma	F	Z
<i>A. sororcula</i>	14	4	d	ma	F	Y
<i>A. serpentina</i>	8	2	d	ma	F	Z
<i>A. turpiniae</i>	1	1	nd	ma	F	Z

D: Dominância - não dominante (nd), dominante (d) e superdominante (sd); A: Abundância – rara (r), dispersa (d), comum (c), abundante (a), muito abundante (ma) e superabundante (sa); F: Frequência - pouco frequente (pf), frequente (f), muito frequente (mf) e superfrequente (sf); C: Constância – constante (w), acessória (y) e acidental (z). *Espécies predominantes

Fazendo um paralelo entre as análises faunísticas de *Anastrepha* em armadilhas e em frutos, tem-se que *A. fraterculus*, *A. obliqua* e *A. bistrigata* foram predominantes nos dois métodos de coleta, invertendo-se somente a ordem de abundância entre *A. fraterculus* e *A. obliqua* em cada método de coleta (Tabelas 7 e 8). *Anastrepha pseudoparallela* e *A. sororcula* foram predominantes somente nas armadilhas (Tabelas 7 e 8).

4.4 Diversidade

O índice de Shannon foi maior nos hospedeiros, indicando que houve maior diversidade de *Anastrepha* em frutos do que em armadilhas, o mesmo ocorreu com a equitabilidade, ou seja, a distribuição das espécies de *Anastrepha* foi mais uniforme em frutos (Tabela 9). Entretanto, o contrário ocorreu com o índice de riqueza (Margalef), que foi maior nas coletas com armadilhas, assim como a dominância de espécies (Tabela 9).

Tabela 9 - Índices de diversidade de espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas tipo McPhail e em frutos no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a dezembro de 1999

	Shannon (H')	Equitabilidade (J')	Margalef (D_{Mg})	Dominância (D)
Frutos	0,789	0,405	0,648	0,553
Armadilhas	0,695	0,240	1,72	0,671

As amostragens por armadilhas e por plantas hospedeiras foram suficientes para caracterizar a comunidade de *Anastrepha*, pois a curva de rarefação tendeu a uma assíntota abrangendo a riqueza de espécies no campus pelos dois métodos de coleta (Figura 6). Nos hospedeiros, a curva estabilizou mais rápido, e um número pequeno de espécimes (menos de

2.000) foi suficiente para representar a riqueza de espécies de *Anastrepha* em frutos. Em armadilhas, a curva só começou a estabilizar a partir de 10.000 espécimes.

Figura 6 - Curva de rarefação das espécies de *Anastrepha* obtidas pelos dois métodos de coleta no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP. A. espécies capturadas em armadilhas de julho de 1998 a junho de 1999; B. espécies coletadas em frutos de janeiro a dezembro de 1999

A análise de SHE realizada com espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas mostrou um comportamento semelhante entre a diversidade e a equitabilidade. Os dois parâmetros diminuíram nos quatro primeiros meses de coleta (julho a outubro de 1998) e o número de espécies seguiu uma tendência contrária, apresentando leve aumento. A partir de novembro/1998 até junho/1999, a riqueza, a diversidade e a equitabilidade aumentaram, porém, os dois últimos com maior intensidade (Figura 7A).

No período de dezembro/1998 a junho/1999, o número de espécies coletadas não variou de forma considerável (de 9 a 13), mas a abundância de indivíduos nas espécies mais abundantes diminuiu, influenciando o aumento dos valores do índice de Shannon. Nesse mesmo período, a equitabilidade também apresentou leve aumento, pois *A. fraterculus* e *A. obliqua* apresentaram grande redução na abundância, uniformizando um pouco mais a distribuição entre as espécies. A variação desses índices pode ser explicada pelo aumento na relação número de indivíduos e número de espécies capturadas (Figura 7A).

Figura 7 - Análise de SHE (riqueza, diversidade e equitabilidade) para as espécies de *Anastrepha* obtidas no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP. A. dados de armadilhas de julho de 1998 a junho de 1999; B. dados de frutos de janeiro a dezembro de 1999. Linha preta: log da abundância de espécies; Linha vermelha: índice de Shannon; Linha Azul: log da equitabilidade ($\ln E = H - \ln S$)

Nos frutos, a análise de SHE mostrou que não houve grandes variações na riqueza, diversidade e equitabilidade de janeiro a junho de 1999. A partir de julho, a abundância de espécimes aumentou e influenciou no aumento da diversidade, seguindo uma tendência crescente até dezembro. O aumento na abundância de espécimes em julho influenciou a diminuição da equitabilidade (Figura 7B).

4.5 Similaridade entre hospedeiros

Formaram-se sete grupos distintos quanto à presença e ausência de espécies de *Anastrepha* (coeficiente de Sorensen) nos hospedeiros coletados. Dois grupos correspondem aos hospedeiros atacados quase que exclusivamente por espécies especialistas (caimito e sapoti atacados por *A. serpentina*, maracujá-doce e maracujá-azedo atacados por *A. pseudoparallela*) (Figura 8A).

Outros dois grupos foram formados em decorrência do ataque de somente uma espécie de *Anastrepha* generalista. Um deles foi formado por hospedeiros atacados apenas por *A. fraterculus*, correspondendo ao maior grupo de hospedeiros (abiu, acerola, cabeludinha, cereja, jabuticaba, jambo, coquinho, nêspera, amora e tangerina) e outro grupo formado apenas por hospedeiros atacados por *A. obliqua*, que compreende seriguela e cambucá (Figura 8A).

Os hospedeiros com presença das duas espécies generalistas mais abundantes, *A. fraterculus* e *A. obliqua*, também foram agrupados separadamente e correspondem a uvaia, manga, abacate, carambola, pêssgo e café. A pitanga não agrupou com esses hospedeiros devido à sua associação com um único exemplar de *A. sororcula* (Figura 8A).

Citros, cajá-manga e goiaba foram similares pela presença de *A. fraterculus*, *A. obliqua* e *A. bistrigata*, porém em goiaba ainda ocorreu *A. sororcula* e em citros, *A. turpiniae* (Figura 8A).

O agrupamento dos frutos hospedeiros baseando na abundância de espécies de *Anastrepha* (coeficiente de Bray-Curtis) formou cinco grupos. Dois grupos foram formados pelas espécies especialistas: maracujá-doce e maracujá-azedo foram similares devido à abundância de *A. pseudoparallela*, e caimito e sapoti foram semelhantes pela abundância de *A. serpentina* (Figura 8B). No agrupamento seguinte, os hospedeiros cabeludinha, coquinho, amora, cambucá e abacate apresentaram abundância de espécimes de *Anastrepha* muito baixa (1 a 4 espécimes) (Figura 8B).

O maior agrupamento de hospedeiros (n=10) foi formado por frutos que apresentaram abundância de até 111 espécimes, porém, esse grupo foi dividido em dois grupos menores, um formado por cereja, jambo, café, nêspera e citros com 36 a 97 exemplares e outro formando por acerola, jabuticaba, pêssgo, tangerina e abiu com 7 a 21 exemplares (Figura 8B).

A goiaba, pitanga, uvaia, carambola, cajá-manga, manga e seriguela foram agrupados por apresentarem abundância de espécimes variando entre 473 e 4.210 (Figura 8B).

Figura 8 – Dendrograma de similaridade entre os frutos hospedeiros de *Anastrepha* no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de janeiro a dezembro de 1999. A. Sorensen, coef. correl. 0,8145; B. Bray-Curtis, coef. correl. 0,9394. Onde: caj. cajá-manga; man. manga; ser. seriguela; aba. abacate; ace. acerola; cab. cabeludinha; cam. cambucá; cer. cereja; goi. goiaba; jab. jabuticaba; jam. jambo; pit. pitanga; uva. uvaia; car. carambola; coq. coquinho; mr-a. maracujá-azedo; mr-d. maracujá-doce; nes. nêspere; amo. amora; pes. pêssego; caf. café; cit. citros; tan. tangerina; abi. abiu; cai. caimito; sap. sapoti

4.6 Similaridade nos métodos de coleta de espécies de *Anastrepha*

Das seis espécies compartilhadas em armadilhas e frutos, *A. fraterculus* e *A. obliqua* foram as espécies que tiveram interação mais forte com os dois métodos de coleta. *Anastrepha pseudoparallela* e *A. bistrigata* também tiveram forte interação, porém com mais

intensidade nos frutos. *Anastrepha serpentina* e *A. sororcula* tiveram fraca interação nos dois métodos de coleta (Figura 9).

Na coleta de frutos, apenas sete espécies foram obtidas contra 18 em armadilhas. Portanto, as demais espécies de *Anastrepha* que não foram coletadas em frutos tiveram fraca interação com o método (Figura 9).

Figura 9 – *Heat map graph* da interação das espécies de *Anastrepha* coletadas em armadilhas e em frutos, no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a dezembro de 1999. Tons de verde indicam fraca interação e tons de vermelho indicam forte interação

Retirando-se as duas espécies mais abundantes da análise (*A. fraterculus* e *A. obliqua*), as interações de *A. bistrigata* e *A. pseudoparallela* ficam mais fortes, do mesmo modo que *A. sororcula* e *A. serpentina*, porém com interação mais fraca do que *A. fraterculus* e *A. obliqua*, nos dois métodos de coleta. O agrupamento formado por *A. barbiellinii*, *A. amita* e *A. grandis*, nas armadilhas, também passa a ser visualizado, porém com fraca interação (Figura 10).

Figura 10 – *Heat map graph* da interação das espécies de *Anastrepha* coletadas em armadilhas e em frutos, exceto *A. fraterculus* e *A. obliqua*, no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a dezembro de 1999. Tons de verde indicam fraca interação e tons de vermelho indicam forte interação

Com base na distância euclidiana, a interação das espécies de *Anastrepha* foi medida para os hospedeiros com maior número de espécies associadas (goiaba, pitanga, cajá-manga e citros). Esses hospedeiros compartilharam até três espécies (*A. fraterculus*, *A. obliqua* e *A. bistrigata*), as quais são consideradas predominantes na análise faunística de armadilhas e/ou hospedeiros. A goiaba compartilhou espécies com mais hospedeiros (cajá-manga, pitanga e citros), pois apresentou maior riqueza específica (v. Anexo). Dessa forma, *A. fraterculus* e *A. obliqua* foram as espécies com interação mais forte nesses hospedeiros (Figura 11).

Figura 11 – *Heat map graph* da interação das espécies de *Anastrepha* nos frutos com maior número de espécies associadas no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de janeiro a dezembro de 1999. Tons de verde indicam fraca interação e tons de vermelho indicam forte interação

Anastrepha fraterculus apresentou forte interação com goiaba, pitanga e citros, devido à alta abundância desses hospedeiros, porém com força de interação maior na pitanga e no citros, formando um agrupamento semelhante (Figura 11). *Anastrepha obliqua* apresentou interação mais forte em cajá-manga (Figura 11).

4.7 Flutuação populacional

Os níveis populacionais de *Anastrepha*, com base nos dados das armadilhas, mantiveram-se relativamente altos de setembro a novembro, de 1.941 a 8.276 espécimes, com pico em setembro (Figura 12A). Com base nas coletas de frutos, houve níveis mais altos em fevereiro, março e setembro (acima de mil espécimes), com pico máximo em fevereiro (Figura 12B).

Comparando os dados de armadilhas com os parâmetros climáticos da época de coleta, verificou-se que nas temperaturas médias inferiores a 18°C, observadas em julho/1998 e maio e junho/1999, houve menor abundância de *Anastrepha* (100 a 200 exemplares). Em abril/1999, com temperatura média de 21°C, a abundância foi baixa (363 espécimes). Nos outros meses, a abundância foi maior que 600 espécimes, com temperatura média variando entre 20 e 24°C (Figura 12A). A abundância não variou em função das médias mensais de umidade relativa do ar, porém nos meses de precipitação pluvial elevada, houve menor abundância de espécimes (Figura 12A e 13A).

A abundância de espécimes nos hospedeiros foi menor de abril a agosto, quando a temperatura começou a cair (inferior a 20°C), final de outono e inverno (Figura 12B). Nos outros meses, não houve uma relação direta entre temperatura e abundância. As médias mensais de umidade relativa do ar e a precipitação pluvial também não tiveram influência na abundância de espécimes obtidos de frutos durante o ano (Figuras 12B e 13B).

Figura 12 – Relação entre as médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar com a flutuação populacional de espécies de *Anastrepha* no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP. A. capturadas em armadilhas, de julho de 1998 a junho de 1999; B. coletadas em frutos, de janeiro a dezembro de 1999

Figura 13 – Relação entre a precipitação pluvial mensal com a flutuação populacional de espécies de *Anastrepha* no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP. A. capturadas em armadilhas, de julho de 1998 a junho de 1999; B. coletadas em frutos, de janeiro a dezembro de 1999

Das espécies predominantes pela análise faunística, com dados das armadilhas, A. *fraterculus*, A. *pseudoparallela*, A. *barbiellinii* e A. *sororcula* apresentaram pico populacional entre agosto e outubro de 1998 (Figura 14). *Anastrepha obliqua* e A. *bistrigata* apresentaram pico em fevereiro e março de 1999. *Anastrepha fraterculus* e A. *obliqua* apresentaram apenas

um pico populacional, diferente das outras espécies, que variaram ao longo do ano, apresentando até três picos populacionais (Figura 14).

De forma semelhante aconteceu com a flutuação populacional das espécies predominantes pela análise faunística baseada nas coletas de frutos, *A. obliqua* e *A. bistrigata* apresentaram pico populacional em fevereiro e *A. fraterculus*, em setembro/1998 (Figura 15).

Figura 14 - Flutuação populacional de espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas no campus "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP, de julho de 1998 a junho de 1999

Figura 15 - Flutuação populacional de espécies de *Anastrepha* obtidas em frutos no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de janeiro a dezembro de 1999

4.8 Modelagem espacial de *Anastrepha*

A krigagem realizada para o campus “Luiz de Queiroz” permitiu observar padrões de distribuição da diversidade de *Anastrepha* na área como um todo. Os mapas obtidos com os dados de armadilha e de frutos estão representados nas figuras 16 e 17.

Como é possível verificar nos mapas, a região em que se concentram a maioria dos pontos de coleta de ambas as imagens são aquelas com valor estimado de diversidade mais confiável, visto que o adensamento permite uma maior precisão na estimativa.

4.8.1 Coletas em armadilhas

Os maiores valores de diversidade foram observados próximo ao fragmento que abrange os pontos 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 34, 35, 46, 47 e 48 (Figura 16). Possivelmente, isso ocorreu porque esse fragmento é o maior contínuo de mata (547.690 m²) e, portanto, aloca um maior número de espécies, de acordo com a teoria da biogeografia de ilhas (MacARTHUR; WILSON, 1967). A região que abrange parte do segundo maior fragmento, situado a sudeste (Figura 16), contornando o lago (253.146 m²), também

apresentou elevados valores de diversidade. O mesmo foi observado para os pontos 31 e 45, que também estão localizados próximos a um grande fragmento contínuo à noroeste.

Figura 16 – Distribuição espacial de espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a junho de 1999. A. distribuição de diversidade pelos valores do índice de Shannon; B. erro padrão associado aos valores estimados de diversidade

A zona que abrange valores de índice de Shannon entre 0,719 e 0,786 formou um arco contínuo, atravessando a área no sentido sudeste até noroeste (Figura 16A).

Por outro lado, as regiões próximas ao rio, as quais abrangem os pontos 43, 39, 22 e 29, apresentaram menores valores de diversidade. Uma tendência de redução de diversidade também foi observada em direção à zona urbana. A redução do tamanho dos fragmentos de mata, assim como a redução do número de possíveis hospedeiros pode ter implicado nesse padrão.

O erro padrão associado às estimativas, foi menor principalmente na área central do campus, verificado pela presença de áreas mais claras (Figura 16B).

4.8.2 Coletas em frutos

Com base nos dados obtidos em frutos, não foi possível identificar um padrão claro relacionado aos elementos da paisagem (rio, limite urbano e fragmentos). Somente foi possível verificar a existência de duas áreas de concentração de diversidade. Uma região maior localizada a oeste (pontos 19, 20, 21, 37, 38, 40 e 44), possivelmente associada à presença de hospedeiros preferidos pelas espécies de *Anastrepha* (Figura 17A). A segunda área de concentração de diversidade, localiza-se no maior contínuo de mata (pontos 9, 10 e 15).

Figura 17 – Distribuição espacial de espécies de *Anastrepha* coletadas em frutos no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de janeiro a dezembro de 1999. A. distribuição de diversidade pelos valores de índice de Shannon; B. erro padrão associado aos valores estimados de diversidade

4.8.3 Comparação entre tamanho de fragmentos

A análise de variância realizada com os dados de armadilhas mostrou que o tamanho de fragmento influenciou na diversidade de *Anastrepha* ($F = 3,998$; $P = 0,02522$ e $GL = 2$). A diversidade, baseada nos dados de armadilhas, é significativamente maior em fragmentos acima de 100.000m² em comparação aos fragmentos médios (10.000 a 100.000m²) e pequenos (< 10.000m²) (Tabela 10).

Para os dados obtidos de frutos, não houve relação significativa entre o tamanho do fragmento e a diversidade ($F = 0,2691$; $P = 0,7653$ e $GL = 2$). Provavelmente os resultados são menos dependentes da paisagem, quando avaliados em escala maior, e mais dependentes da característica dos frutos, aos quais estão as espécies estão associadas (micro-escala).

Tabela 10 – Média da diversidade de espécies de *Anastrepha* em relação ao tamanho dos fragmentos no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a dezembro de 1999

Tamanho de fragmentos	Armadilhas*	Frutos
Grande	1,020309 a	0,4676364
Médio	0,7117714 b	0,4127143
Pequeno	0,6831667 b	0,3676667

*Médias de diversidade seguidas pela mesma letra não diferem entre si ($P < 0,05$)

5 DISCUSSÃO

Das 35 espécies de *Anastrepha* registradas no Estado de São Paulo (ZUCCHI, 2008), mais de 50% (19 espécies) foi encontrada no campus “Luiz de Queiroz”.

A grande diferença, no número de espécies de *Anastrepha* capturadas entre armadilhas McPhail (18) e diretamente dos frutos (7), pode estar associada à característica dos métodos de coleta. O atrativo alimentar usado nas armadilhas é capaz de atrair, em um raio de quase 50 metros, muitas espécies de moscas-das-frutas (SOBRINHO; MALAVASI; OMETO, 2001). Desse modo, hospedeiros não conhecidos no campus podem estar servindo de repositórios para algumas espécies de *Anastrepha*, influenciando a riqueza e número de exemplares capturados nas armadilhas. Além disso, as moscas-das-frutas podem ter sido atraídas para as armadilhas, não estando obrigatoriamente infestando frutos nos locais de coleta.

As duas espécies mais abundantes foram *A. fraterculus* e *A. obliqua*, que juntas representaram quase 95% do total de espécimes obtidos nos dois métodos de coleta. A primeira foi mais abundante nas armadilhas e a segunda foi mais abundante nos frutos, provavelmente devido à maior disponibilidade de hospedeiros preferidos por *A. obliqua*. Por outro lado, *A. fraterculus* e *A. obliqua* estão sendo consideradas em sensu lato, pois são de complexos de espécies crípticas, difíceis de serem identificadas morfologicamente.

Anastrepha fraterculus e *A. obliqua*, espécies predominantes neste estudo, possuem ampla distribuição geográfica e são altamente polífagas. Essa característica, aliada à disponibilidade de hospedeiros, pode ter influenciado a alta abundância dessas espécies no campus (URAMOTO; WALDER; ZUCCHI, 2005).

As 18 espécies de *Anastrepha* capturadas nas 48 armadilhas, selecionadas para este estudo, também foram capturadas nos 84 pontos de coleta do projeto original no campus (URAMOTO; WALDER; ZUCCHI, 2004).

Apenas seis espécies de *Anastrepha* foram obtidas em ambos os métodos de coleta, entretanto, o dobro de espécies foi capturado somente em armadilhas. Provavelmente, isso ocorreu devido ao maior esforço de coleta por armadilhas, maior ação do atraente alimentar em relação aos frutos e, talvez, outros hospedeiros precisariam ter sido amostrados. Por exemplo, na área experimental de frutas no campus da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, o mesmo número de espécies (14) foi obtido nos dois métodos de coleta, entretanto, mais exemplares foram obtidos dos frutos devido à maior atratividade dos frutos e capacidade de oviposição da fêmea (TIARA et al., 2013).

Nas amostragens de frutos, *A. obliqua* foi predominante em seriguela, cajá-manga e manga. Esse resultado deve-se à preferência dessa espécie por frutos da família Anacardiaceae (MALAVASI; ZUCCHI, 2000). Em carambola (Oxalidaceae), também houve predominância de *A. obliqua*, semelhante ao observado por Souza Filho; Raga; Zucchi (2000) no estado de São Paulo.

Apesar de *A. obliqua* ter sido a mais abundante nos frutos e associada a 12 hospedeiros, *A. fraterculus* foi associada com mais hospedeiros (22), por ser altamente polífaga e apresentar associação com um número muito grande de hospedeiros no Brasil (ZUCCHI, 2008).

5.1 Análise faunística

Nas armadilhas, as espécies que foram consideradas predominantes pela análise faunística foram muito abundantes ou superabundantes, fato que está relacionado com a disponibilidade de seus hospedeiros no campus. *Anastrepha fraterculus* e *A. obliqua* são altamente polípagas, ocorrendo na maioria dos hospedeiros, porém as outras espécies predominantes também possuem hospedeiros preferenciais. *Anastrepha bistrigata* e *A. sororcula* se desenvolvem potencialmente em mirtáceas, *A. pseudoparallela* em passifloráceas e *A. barbiellinii* em cactáceas (ZUCCHI, 2008). Dessas, apenas *A. barbiellinii* não foi associada ao seu hospedeiro no campus, entretanto, é provável que o hospedeiro ocorra na área. Entre as sete espécies de *Anastrepha* consideradas de importância econômica para o Brasil (ZUCCHI, 2000a), apenas *A. striata* não foi coletada no campus “Luiz de Queiroz”.

Anastrepha fraterculus e *A. obliqua* foram as únicas espécies consideradas dominantes e foram as mais frequentes pela análise faunística dos 84 pontos de coleta do projeto original, representando 92,8% do total de fêmeas capturadas (URAMOTO; WALDER; ZUCCHI, 2005). Mesmo considerando um número menor de pontos de coleta (48), essas espécies são as predominantes no campus, por serem as mais abundantes e estarem associadas ao maior número de hospedeiros.

Anastrepha obliqua, *A. fraterculus* e *A. bistrigata* também foram predominantes pela análise faunística baseadas nos frutos amostrados e foram coletadas principalmente em goiaba e citros, hospedeiros com maior número de espécies obtidas (4). *Anastrepha bistrigata* foi a terceira espécie mais abundante nos dados de armadilhas e de frutos, em razão da ocorrência goiaba no campus, seu hospedeiro preferencial.

É comum que poucas espécies de tefritídeos sejam predominantes em uma comunidade, geralmente uma ou duas (ALUJA et al., 1996). No entanto, foi observado um número muito maior de espécies predominantes no campus, em decorrência da grande diversidade de hospedeiros existentes.

Em geral, *A. fraterculus* e *A. obliqua* têm sido as espécies predominantes em vários estudos realizados no Brasil. Por exemplo, no Rio de Janeiro, essas duas espécies e *A. sororcula* foram predominantes em goiaba e manga, em razão da homogeneidade das áreas amostradas (AGUIAR-MENEZES et al., 2008).

A presença de espécies acessórias e acidentais em frutos pode estar relacionada à alta dependência de hospedeiros no campus. Assim, essas espécies estão sujeitas à sazonalidade de ocorrência desses hospedeiros, que apesar disso, contribuem com a diversidade de espécies de *Anastrepha* no campus. Nas armadilhas, a ocorrência de espécies raras, pouco frequentes, acessórias e acidentais pode estar relacionada à vegetação no entorno das áreas de coleta, onde certamente se encontram seus hospedeiros (AZEVEDO et al., 2010; QUERINO et al., 2014).

Anastrepha daciformis, *A. leptozona*, *A. punctata* e *A. zenildae* também foram espécies raras no projeto original, quando os dados de 84 armadilhas foram analisados, ocorrendo em menos de 10% dos locais de coleta, indicando serem esporádicas no campus (URAMOTO; WALDER; ZUCCHI, 2005).

5.2 Diversidade

As características da comunidade apontam que as coletas de espécies de *Anastrepha* por meio de armadilhas e de frutos hospedeiros não possui grande diferença quanto ao índice de diversidade (H'), apesar de esse valor ter sido um pouco maior nos frutos (Tabela 9). Esse resultado está ligado à abundância muito superior de *A. fraterculus* em relação às demais espécies coletadas nas armadilhas e consequente diminuição do índice de Shannon. Além disso, o maior valor de dominância nas armadilhas (0,671) comprova a alta representatividade de uma única espécie (*A. fraterculus*).

Os baixos valores de equitabilidade (J') indicam que a abundância de espécies não foi distribuída de maneira uniforme nas duas técnicas de amostragem. A maioria das espécies capturadas apresentou baixa frequência, mas duas apresentaram grande número de indivíduos (*A. fraterculus* e *A. obliqua*). Nas armadilhas, esse valor de equitabilidade foi ainda mais baixo em decorrência da maior abundância de *A. fraterculus*. Resultados semelhantes têm

sido relatados para outras localidades brasileiras. Por exemplo, em estudo realizado em pomar de goiaba no município de Una, BA, houve alta frequência e dominância de *A. fraterculus* e *A. obliqua* capturadas em armadilhas, resultando em alto valor de dominância e baixos valores de índice de Shannon e equitabilidade (DUTRA et al., 2009). Portanto, os índices faunísticos de *A. fraterculus* e *A. obliqua* são semelhantes em ambientes antropizado (campus) com seus hospedeiros dispersos e em pomar com hospedeiros aglomerados.

As armadilhas apresentaram maior riqueza de espécies do que os frutos ($D_{Mg} = 1,72$ e 0,648 respectivamente). Esse resultado é decorrente do maior número de espécies de *Anastrepha* coletadas em armadilhas (18) em comparação com o número de espécies obtidas em frutos (7), estando o número de espécies diretamente relacionadas com o aumento do índice. Essa diversidade de moscas-das-frutas é uma tendência observada no Brasil, apesar de climas e biomas diferentes entre as regiões, a riqueza de tefritídeos varia em torno de 20 espécies, como observado em Santa Catarina (20), Mato Grosso do Sul (17), Minas Gerais (21) e Tocantins (20) (GARCIA; CAMPOS; CORSEUIL, 2003; NICÁCIO; UCHÔA, 2011; CANAL; ALVARENGA; ZUCCHI, 1998; BOMFIM; UCHÔA-FERNANDES; BRAGANÇA, 2007).

Os índices de diversidade em armadilhas foram semelhantes aos observados nos 84 pontos de coleta do projeto original (Shannon = 0,75; Equitabilidade = 0,46 e Dominância = 0,66), em razão da alta frequência de *A. fraterculus* no campus (URAMOTO; WALDER; ZUCCHI, 2005). A riqueza específica também foi semelhante para os 84 pontos de coleta (18 espécies), sendo seis espécies associadas aos frutos (URAMOTO; WALDER; ZUCCHI, 2004).

Nos frutos, a maioria dos hospedeiros foi atacado por uma única espécie, destacando-se *A. fraterculus* e *A. obliqua* (polígrafas e generalistas) e também *A. pseudoparallela* e *A. serpentina* (espécies especialistas). Na goiaba e no citros ocorreu o número máximo de espécies ($S = 4$), porém *A. fraterculus* foi a espécie dominante.

A maioria dos trabalhos discute a diversidade de moscas-das-frutas usando os espécimes capturados em armadilhas. Todavia, com o presente estudo, foi possível observar que, independentemente do método de coleta, a dominância de poucas espécies é comum nos levantamentos de espécies de *Anastrepha*. Além disso, fatores ecológicos, que incluem a abundância e a riqueza de hospedeiros, a complexidade de pomares e áreas adjacentes e altitude, são os que influenciam fortemente na dominância de espécies de moscas-das-frutas (SOTO-MANITU; JIRÓN 1989; ALUJA, 1994).

As amostragens realizadas com armadilhas e frutos foram satisfatórias na representação da diversidade de espécies de *Anastrepha* para ambos os métodos de coleta. Esse resultado foi observado pela estabilização da curva de rarefação em armadilhas e em frutos (Figura 6). Nos frutos a curva se estabilizou com menos espécimes que nas armadilhas, pois foi obtido menor número de espécies, devido ao menor esforço amostral. Nas armadilhas a curva se estabilizou com mais espécimes, indicando que a riqueza de espécies é maior do que a registrada para os hospedeiros.

Nas armadilhas, ocorreu maior número de espécies e de exemplares do que nos frutos em virtude do maior esforço amostral, que o emprego da armadilha possibilita, pois pode capturar indivíduos, que voam aleatoriamente na área, e que podem não estar necessariamente associados a nenhum hospedeiro presente na área. De outro modo, a coleta de frutos, embora com menor número de espécies e menor abundância, permitiu que se estabelecessem as associações com hospedeiros. Para que essa técnica de coleta seja efetiva é necessário amostrar o maior número possível de hospedeiros disponíveis na área, de modo significativo e sistemático. Como essa coleta é aleatória, há a possibilidade de frutos infestados não serem amostrados, mascarando os valores de abundância e riqueza final.

Pela análise de SHE, verificou-se que houve variação dos parâmetros de diversidade ao longo do tempo. Tanto nas armadilhas quanto nos frutos, a variação desses índices está relacionada com a variação na quantidade de indivíduos e de espécies capturadas, que são sazonais e dependem da presença de hospedeiros, de modo que essas duas variáveis (abundância e número de espécies) interferem no cálculo do índice de Shannon e da equitabilidade. Nas armadilhas, é possível notar que inicialmente o índice de Shannon e a equitabilidade decaem e voltam a crescer do 5º ao 12º mês de coleta (novembro/1998 a junho/1999) (Figura 7A). Nos frutos, verifica-se que inicialmente os valores são estáveis, com o índice de Shannon começando a apresentar incremento a partir do 6º mês e a equitabilidade decréscimo (Figura 7B). Nas armadilhas, a variação do índice de Shannon e da equitabilidade é maior ao longo do tempo do que nos frutos, isso em virtude da maior abundância e maior número de espécies coletadas em armadilhas. O incremento no número de espécies de *Anastrepha*, observado no segundo mês de coleta com armadilhas, também foi verificado por Oliveira (2015) em agroecossistema antropizado (campus “Luiz de Queiroz”) e natural (estação experimental), em agosto/1998 e fevereiro/2002, respectivamente.

Em razão do aumento no número de espécies a partir de julho, o índice de Shannon e a equitabilidade tiveram tendências opostas nos dados de frutos (Figura 7B). Assim, outras espécies apareceram a partir desse período (*A. pseudoparallela*, *A. serpentina* e *A. turpiniae*),

ocorrendo concomitantemente à diminuição da equitabilidade e o aumento do índice de Shannon.

As alterações mais acentuadas nos parâmetros de diversidade, observadas de julho a dezembro (em frutos), também podem ter sido influenciados pela disponibilidade de hospedeiros nesse período, com aumento do número das espécies predominantes, tornando desuniforme a abundância de espécies. Nos períodos de agosto-setembro e novembro-dezembro, o aumento da equitabilidade pode ser explicado apenas pelo aumento da diversidade, já que o número de espécies de *Anastrepha* permaneceu constante nesses períodos.

5.3 Similaridade

A similaridade, medida pelo índice de Sorensen, agrupou os hospedeiros pela presença e ausência de espécies de *Anastrepha*, formando sete grupos com similaridade acima de 60% (Figura 8A). Os hospedeiros atacados somente por *A. fraterculus* ou por *A. obliqua* ou pelas duas espécies foram os que apresentaram maior similaridade (acima de 95%). Esse resultado pode ser explicado à polifagia e ao hábito generalista dessas espécies, que tem capacidade de se desenvolver em diversos hospedeiros e promoveu maior similaridade entre os frutos atacados por essas espécies. *A. fraterculus* ataca 110 plantas hospedeiras no Brasil e *A. obliqua*, 48 hospedeiros (ZUCCHI, 2008).

Os grupos formados por hospedeiros de espécies de *Anastrepha* especialistas (*A. serpentina* e *A. pseudoparallela*) foram similares em aproximadamente 65%. Os demais hospedeiros apresentaram similaridade acima de 80% e foram aqueles associados com três ou quatro espécies de *Anastrepha*. Citros, cajá-manga e goiaba foram associados a três espécies de *Anastrepha*, predominantes na análise faunística (*A. fraterculus*, *A. obliqua* e *A. bistrigata*). Essa é uma observação importante, pois esses são os hospedeiros que estão contribuindo para a permanência dessas espécies no campus, sendo as duas primeiras espécies de importância econômica para o Brasil (ZUCCHI, 2000a).

Quando os hospedeiros foram agrupados pela abundância de espécimes (Bray-Curtis) (Figura 8B), aqueles atacados pelas espécies de *Anastrepha* especialistas apresentaram aproximadamente 50% de similaridade para os hospedeiros da família Passifloraceae (maracujá) e aproximadamente 90% para hospedeiros da família Sapotaceae (caimito e sapoti). No primeiro caso, a similaridade foi mais baixa devido à abundância de *A. pseudoparallela* ter apresentado valores mais distantes entre os hospedeiros (41 e 115) e no

segundo caso foi maior, pois a abundância de espécimes foi similar para os dois hospedeiros (4 e 5). Além desses, os outros três grupos, formados pelo cluster de Bray-Curtis, foram separados por classe de abundância de espécimes: muito abundantes (goiaba, pitanga, uvaia, carambola, cajá-manga, manga e seriguela), medianamente abundantes (cereja, jambo, café, nêspira, citros, acerola, jabuticaba, pêssgo, tangerina e abiu) e pouco abundantes (cabeludinha, caqui, amora, cambucá e abacate).

Um primeiro grupo de hospedeiros foi formado por goiaba, pitanga e uvaia, que apresentaram maior abundância de *A. fraterculus*, e outro por carambola, cajá-manga, manga e seriguela, nos quais houve maior abundância de *A. obliqua*. Esses dois grupos são dos hospedeiros com maior abundância de indivíduos de *Anastrepha* (473 a 4.210, respectivamente), pois em cada hospedeiro ocorre pelo menos uma dessas duas espécies polífagas. Portanto, esses são os hospedeiros que mais contribuem com os altos níveis populacionais de moscas-das-frutas no campus. Nos dois agrupamentos, em conjunto, foi observada alta abundância de *A. fraterculus*, *A. obliqua*, *A. bistrigata* e *A. sororcula*.

A goiaba, pitanga e uvaia e, também, carambola, cajá-manga, manga e seriguela, atuam como hospedeiros potenciais de *A. fraterculus* e *A. obliqua* no campus, principalmente porque são hospedeiros com grande número de espécies de *Anastrepha* associadas no Brasil (ZUCCHI, 2008).

Um segundo grande grupo de hospedeiros com abundância intermediária foi formado por dez hospedeiros (cereja, jambo, café, nêspira, citros, acerola, jabuticaba, pêssgo, tangerina e abiu), que são hospedeiros muito comuns das espécies de *Anastrepha* em diversas regiões do Brasil (ZUCCHI, 2008). Cada grupo apresentou similaridade entre os hospedeiros acima de 60%.

No grupo formado pelos hospedeiros com menor abundância de *Anastrepha*, cabeludinha, coquinho e amora apresentaram 100% de similaridade, entretanto, isso foi devido a um único exemplar de *A. fraterculus* nesses hospedeiros. O cambucá e o abacate foram agrupados com baixa similaridade (menor que 40%), em razão de ter sido obtido um exemplar de *A. obliqua* no cambucá contra três no abacate. Provavelmente, esses cinco hospedeiros, por apresentarem baixa abundância de espécies, estão atuando como hospedeiros alternativos de *A. fraterculus* e *A. obliqua* no campus.

Poucos estudos analisam a similaridade de moscas-das-frutas com relação à exploração de hospedeiros. Dessa forma, os resultados aqui obtidos trazem uma ideia geral de como essas espécies exploram os recursos em determinado local. As espécies generalistas exploraram maior número de hospedeiros, em virtude da disponibilidade desses no campus,

podendo utilizar hospedeiros secundários para manutenção de sua população. As espécies especialistas são coletadas preferencialmente quando seus hospedeiros preferenciais estão disponíveis.

A disponibilidade de frutos hospedeiros é um fator determinante para os tipos de associações existentes em um ecossistema. Na ausência de planta hospedeira preferencial, as espécies polípagas podem exibir preferências para outros hospedeiros disponíveis, e a utilização dessas plantas pode variar de acordo com a abundância relativa do hospedeiro alternativo (BOMFIM; GISLOTI; UCHÔA, 2014).

Dessa forma, a interação das espécies de *Anastrepha* com os dois métodos de coleta também podem estar relacionadas aos hospedeiros disponíveis no campus. A forte interação de *A. fraterculus* e *A. obliqua*, nas armadilhas e nos frutos, indica que na área havia grande diversidade de hospedeiros favoráveis para a ocorrência dessas espécies.

Provavelmente maracujá-doce, maracujá-azedo e goiaba estão contribuindo com a ocorrência de *A. pseudoparallela* e *A. bistrigata*, pois a interação dessas espécies foi mais forte nesses hospedeiros do que nas armadilhas (Figuras 9 e 10).

A fraca interação de *A. serpentina* e *A. sororcula* observada tanto em armadilhas como em frutos é explicada principalmente pela presença de poucos exemplares coletados, sendo que *A. sororcula* ocorreu somente em goiaba (n=13) e pitanga (n=1). *Anastrepha serpentina*, por ser especialista, só atacou caimito e sapoti.

Anastrepha barbiellinii, *A. amita* e *A. grandis* foram coletadas exclusivamente nas armadilhas, porém apresentaram fraca interação, em virtude de que seus frutos hospedeiros, pertencentes às famílias Cactaceae, Verbenaceae e Cucurbitaceae, respectivamente, não foram coletados no campus. Provavelmente, os seus hospedeiros estão em áreas próximas aos pontos de instalação das armadilhas.

Com base na interação das espécies de *Anastrepha* com os hospedeiros, a goiaba contribuiu para a maior diversidade de *Anastrepha* no campus, pois apresentou abundância mais uniforme entre as espécies de *Anastrepha* do que os outros hospedeiros, resultando em interação semelhante entre *A. fraterculus*, *A. obliqua* e *A. bistrigata* (Figura 11). A goiaba é o hospedeiro mais atacado por moscas-das-frutas no Brasil, estando associado a 15 espécies de *Anastrepha* e *C. capitata* (ZUCCHI, 2008, 2012).

A forte interação de *A. obliqua* com cajá-manga comprova a preferência dessa espécie pelas anacardiáceas (MALAVASI; ZUCCHI, 2000). *Anastrepha fraterculus* apresentou forte interação com pitanga e citros, pela alta abundância nesses hospedeiros, atuando como uma

espécie dominante devido às mirtáceas e rutáceas, que são fortemente atacadas por essa espécie (ZUCCHI, 2008).

Pelo *heat map graph*, foi possível perceber que os dois métodos de amostragem devem ser trabalhados em conjunto para o monitoramento de moscas-das-frutas. Além disso, as amostragens de frutos permitem o estabelecimento das associações com as espécies de *Anastrepha* e seus parasitoides. Por outro lado, não se deve descartar o uso de armadilhas, que indicam a presença de uma espécie de *Anastrepha* não associada aos frutos amostrados, mas alertam para provável infestação dos frutos monitorados e fornecem dados de abundância. Essas informações são relevantes na tomada de decisão de controle e no conhecimento de hospedeiros alternativos, possíveis repositórios de espécies na circunvizinhança de áreas de cultivo.

5.4 Flutuação populacional

Durante junho e julho, a temperatura atingiu valores mínimos, que também correspondeu a baixas taxas de capturas de *Anastrepha* no campus. Porém, a abundância das espécies variou mais diretamente em função da disponibilidade de hospedeiros do que dos parâmetros climáticos.

O pico populacional de *A. fraterculus* em setembro contribuiu significativamente com a explosão populacional de espécies de *Anastrepha* em armadilhas e refletiu no segundo pico populacional em frutos (Figura 18). A grande expressividade com que *A. fraterculus* foi coletada em armadilhas, em setembro, sugere a existência de hospedeiros potenciais dessa espécie no campus, frutificando nesse período.

O leve aumento populacional em fevereiro e março nas armadilhas ocorreu em virtude do aumento populacional de *A. obliqua*, refletindo de forma mais acentuada nos frutos nesse mesmo período (Figura 18). O mesmo padrão de flutuação populacional de espécies de *Anastrepha* foi observado nos dados do projeto original do campus, com 84 pontos de coleta (URAMOTO; WALDER; ZUCCHI, 2003).

Figura 18 – Flutuação populacional de espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas e em frutos no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de julho de 1998 a dezembro de 1999

Os picos populacionais diferentes para algumas espécies foram influenciados diretamente pela ocorrência dos hospedeiros preferidos no campus. O pico populacional de *A. fraterculus* de setembro a novembro, em armadilhas e em frutos, foi determinado, principalmente, pela oferta de uvaia e pitanga, em consequência de seus períodos de frutificação (URAMOTO; WALDER; ZUCCHI, 2003). Nos outros meses do ano, outros hospedeiros podem ter contribuído com a alta abundância dessa espécie, por exemplo, goiaba, cujo período de frutificação coincidiu com o aumento da população no campus, dezembro e fevereiro (URAMOTO; WALDER; ZUCCHI, 2003).

Anastrepha obliqua manteve níveis populacionais alto de janeiro a março devido à disponibilidade de manga, seriguela, carambola e cajá-manga, hospedeiros preferenciais da espécie. *Anastrepha bistrigata* foi encontrada potencialmente em goiaba e, por isso, refletiu na alta abundância quando em período de frutificação desse hospedeiro (dezembro a março), nos frutos e nas armadilhas (URAMOTO; WALDER; ZUCCHI, 2003).

Anastrepha pseudoparallela apresentou três picos populacionais durante o ano em armadilhas, podendo estar relacionada a outros fatores como ação de parasitoides e predadores, pois o maracujá, hospedeiro preferencial, frutifica praticamente o ano todo (URAMOTO; WALDER; ZUCCHI, 2003). *Anastrepha sororcula*, predominante nas armadilhas, também apresentou três picos populacionais (setembro/1998, janeiro e março/1999) devido às mirtáceas (hospedeiros potenciais), que frutificarem em diferentes épocas do ano. *Anastrepha barbiellinii* apresentou picos populacionais em agosto e outubro, porém sua predominância nas armadilhas pode estar relacionada possivelmente à presença de seus hospedeiros no campus ou no entorno, pois não foi associada com nenhum hospedeiro

amostrado. *Pereskia* sp., (Cactaceae) é o único hospedeiro conhecido para essa espécie (ZUCCHI, 2008).

Foi observado que as duas espécies mais abundantes, *A. fraterculus* e *A. obliqua*, apresentaram picos populacionais dissimilares, tanto em armadilhas quanto em frutos, *A. fraterculus* apresentou pico em setembro e *A. obliqua*, em fevereiro (Figuras 14 e 15). É possível que essas espécies explorem nichos diferentes para evitar competição entre si.

Anastrepha obliqua e *A. pseudoparallela* formaram um par de espécies segregado em pomar de nêspera, indicando que existe competição dentro de um nicho (LOPES et al., 2015). Esse resultado é semelhante ao observado neste estudo, pois os picos populacionais ocorreram em períodos distintos, fevereiro e agosto respectivamente (Figura 14). Essas duas espécies também formaram um par segregado na Fazenda Areão, Piracicaba, SP (AMARAL, 2014), área de 130 ha anexa ao campus “Luiz de Queiroz” e distante 1 km do local do presente estudo.

Anastrepha fraterculus e *A. barbiellinii* apresentaram picos populacionais em períodos semelhantes (setembro e outubro) (Figura 14). Essas espécies formaram par de espécies agregado devido à exploração muito particular de hospedeiros, *A. barbiellinii* é especialista e se desenvolve em cactácea, não explorado por *A. fraterculus*, que é altamente generalista (AMARAL, 2014).

As populações de *Anastrepha* podem variar em função do clima e da disponibilidade de recursos (ALUJA, 1994), sendo que a presença de hospedeiros primários é fator que influencia de forma direta nessa variação (URAMOTO, 2002; ALUJA et al., 2012). De modo geral, neste estudo, baseado em apenas um ano de coleta, as populações puderam ser mais facilmente relacionadas à disponibilidade de hospedeiros do que aos parâmetros climáticos, entretanto, as populações podem variar de ano para ano (ALUJA, 1994).

5.5 Modelagem espacial de *Anastrepha*

5.5.1 Coleta com armadilhas

Nos fragmentos de mata do campus (Figura 1), houve a maior diversidade de *Anastrepha*. Esses locais contêm grande número de frutos hospedeiros, que contribuiu para a abundância dessas espécies.

Uma tendência de redução da diversidade foi observada próxima ao rio e à zona urbana, o que pode estar relacionado à concentração de fragmentos de matas de menor

tamanho próximo a esses locais, quando comparados com o interior do campus, e possivelmente por ter menor concentração de hospedeiros, que contribuem para a permanência das moscas-das-frutas.

No caso da área de limite com a área urbana, também pode estar ocorrendo competição das espécies de *Anastrepha* com *Ceratitis capitata*, espécie facilmente encontrada nas áreas urbanas. A mosca-do-mediterrâneo pode estar presente próximo ao limite urbano, competindo com as espécies de *Anastrepha* nesse local, deslocando-as para o interior do campus. Em vários estudos realizados no Brasil, têm sido demonstrados que *C. capitata* predomina nas áreas urbanas e as espécies de *Anastrepha*, nas áreas rurais (e.g. CANAL; ALVARENGA; ZUCCHI, 1998). Em estudo de coocorrência entre espécies de moscas-das-frutas, constatou-se a segregação de *C. capitata* com até quatro espécies de *Anastrepha* em cultivos de goiaba e nêspera, indicando que quando *C. capitata* estava na área, as espécies de *Anastrepha* não foram capturadas (LOPES et al., 2015).

5.5.2 Coleta em frutos

As duas regiões com maior diversidade de *Anastrepha*, observadas na krigagem com dados de frutos, foram locais caracterizados pela ocorrência de hospedeiros com maior diversidade e riqueza de espécies de *Anastrepha*.

A concentração da diversidade nos pontos localizados a oeste (19, 20, 21, 37, 38 e 40) (Figura 16), possivelmente esteve associada à goiaba, amostrada nesses seis pontos, e que foi o hospedeiro associado com maior número de espécies de *Anastrepha* (4). Nos pontos 9, 10 e 15, pelo menos 10 hospedeiros foram amostrados (acerola, nêspera, goiaba, citros, manga, maracujá-azedo, maracujá-doce, pêssego, café e caimito).

Mesmo com a tentativa de relacionar a diversidade de *Anastrepha* no campus, baseada nos dados de frutos, o padrão de distribuição observado (Figura 17) não mostrou forte relação com os elementos da paisagem (fragmentos de mata, zona urbana e rio). O padrão de distribuição foi mais dependente das características dos frutos nos respectivos pontos de coleta, pois nessa análise considera a diversidade no fruto e não no local de coleta.

5.5.3 Comparação entre tamanho de fragmentos

A diversidade de espécies de *Anastrepha*, melhor representada pelos dados de armadilhas, está relacionada com presença de contínuos de mata, pois a diversidade foi maior

nas armadilhas instaladas próximas e dentro dos fragmentos maiores (Figuras 1 e 16). De acordo com a teoria da biogeografia de ilhas (MacARTHUR; WILSON, 1967), fragmentos maiores abrigam mais espécies por possuírem maior diversidade de habitats, pois uma maior riqueza de hospedeiros contribui para a manutenção das espécies.

Dentro de um consenso da literatura ecológica, essa é uma abordagem bastante aplicada em estudos de conservação, pois indica que áreas maiores e com maior diversidade de habitats são melhores para conservação de espécies do que áreas menores (MARGULES; HIGGS; RAFE, 1982; WILLIAMS; REVELLE; LEVIN, 2005).

Os dois maiores fragmentos de mata (253.146 m² e 547.690 m²) aliados a fragmentos menores próximos, formaram uma grande área com diversos habitats no sudeste do campus (Figura 16). A noroeste do campus, há também um grande contínuo de mata. Esses são os fragmentos com maior diversidade de hospedeiros de espécies de *Anastrepha* e, consequentemente, contribuíram com a concentração da diversidade nesses locais.

No norte do campus (Figura 16), onde estão localizados os pontos 23 e 26, há um pequeno contínuo de mata, com presença de poucos hospedeiros de espécies de *Anastrepha*, que suporta menor diversidade de espécies.

Portanto, os fragmentos maiores suportam um maior número de espécies, pois apresentam maior diversidade de habitats e uma maior riqueza de hospedeiros para exploração pelas espécies de *Anastrepha*.

6 CONCLUSÕES

1. A amostragem por armadilhas apresenta maior riqueza e abundância de espécies comparada com a amostragem de frutos;
2. *Anastrepha fraterculus* é a espécie mais abundante na amostragem por armadilhas e *A. obliqua*, a mais abundante na amostragem de frutos;
3. Os hospedeiros da família Anacardiaceae contribuem com a maior abundância de *A. obliqua*;
4. *Anastrepha fraterculus*, *A. obliqua* e *A. bistrigata* são as espécies predominantes nos dois métodos de amostragem;
5. As comunidades de *Anastrepha* spp. nos dois métodos de amostragem são semelhantes pelo índice de Shannon;
6. Citros e goiaba são os hospedeiros com maior diversidade de espécies associadas;
7. *Anastrepha fraterculus* e *A. obliqua* apresentam interação mais forte com os dois métodos de coleta;
8. A flutuação populacional das espécies é influenciada pela disponibilidade de hospedeiros do que pelos parâmetros climáticos;
9. Os fragmentos de mata é o elemento de paisagem que influencia a distribuição espacial de moscas-das-frutas;
10. Os fragmentos de mata maiores contribuem mais com a diversidade de *Anastrepha* do que fragmentos médios e pequenos.

REFERÊNCIAS

- 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-dasfrutas (Diptera: Tephritidae) nas regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n. 1, p. 8-14, 2008.
- ALBERTI, S.; BOGUS, G.M.; GARCIA, F.R.M. Flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em pomares de pessegueiro e maracujazeiro em Iraceminha, Santa Catarina. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 25, n. 2, p. 53-58, jun. 2012.
- ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha*. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 39, p. 155-178, Jan. 1994.
- _____. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) research in Latin America: myths, realities and dreams. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 4, p. 565-594, dez. 1999.
- ALUJA, M.; NORRBOM, A.L. **Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior**. Washington: CRC Press, 1999. 944 p.
- ALUJA, M.; ORDANO, M.; GUILLÉN, L.; RULL, J. Understanding long-term fruit fly (Diptera: Tephritidae) population dynamics: Implications for area wide management. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 105, n. 3, p. 823-836, jun. 2012.
- ALUJA, M.; CELEDONIO-HURTADO, H.; LIEDO, P.; CABRERA, M.; CASTILLO, F.; GUILLÉN, J.; RIOS, E. Seasonal population fluctuations and ecological implications for management of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae) in commercial mango orchards in Southern Mexico. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 89, n. 3, p. 654-667, June 1996.
- AMARAL, T.S. **Padrão de sobreposição e coocorrência interespecífica de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae, *Anastrepha*) em áreas antropizadas**. 2014. 88 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.
- ARAUJO, E.L.; ZUCCHI, R.A. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiaba (*Psidium guajava*), em Mossoró, RN. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 73-77, 2003.
- ARAUJO, E.L.; SILVA, R.K.; GUIMARÃES, J.A.; SILVA, J.G.; BITTENCOURT, M.A.L. Levantamento e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiaba *Psidium guajava* L., no município de Russas (CE). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 1, p. 138-146, jan./mar. 2008.
- ARRIGONI, E.B. **Dinâmica populacional de moscas-das-frutas (Dip.: Tephritidae) em três regiões do Estado de São Paulo**. 1984. 85 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1984.

AZEVEDO, F.R.; GUIMARÃES, J.A.; SIMPLÍCIO, A.A.F.; SANTOS, H.R. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares comerciais de goiaba na região do cariri cearense. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 77, n. 1, p. 33-41, 2010.

BARBOSA, J.C.; PERECIN, D. Modelos probabilísticos para distribuições de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797), na cultura do milho. **Científica**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 181-191, 1982.

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. 84 p. Dissertação (Mestrado Integrado em Desenvolvimento Regional) - Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2008.

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

BOMFIM, D.A.; GISLOTI, B.L.; UCHÔA, M.A. Fruit flies and lance flies (Diptera: Tephritoidea) and their host plants in a conservation unit of the cerrado biome in Tocantins, Brazil. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 97, n. 3, p. 1139-1147, Sept. 2014.

BOMFIM, D.A.; UCHÔA-FERNANDES, M.A.; 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.

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

CÁRDENAS, R.R. **Modelagem da distribuição espaço-temporal da broca do café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) em uma cultura de região central colombiana**. 2002. 119 p. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agronômica) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

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

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

COLWELL, R.K. **EstimateS**: statistical estimation of species richness and shared species from samples, versão 9. 2013. Disponível em: <<http://purl.oclc.org/estimates>>. Acesso em: 23 maio 2015.

COOPER, M. (Coord.). **Plano diretor sócioambiental participativo do campus “Luiz de Queiroz”**. Piracicaba: USP, 2009. 409 p.

Dal PRÁ, E.; GUEDES, J.V.C.; CHERMAN, M.A.; JUNG, A.H.; SILVA, S.J.P.; RIBAS, G.G. Uso da geoestatística para caracterização da distribuição espacial de larvas de *Diloboderus abderus*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 10, p. 1689-1694, out. 2011.

DIAS, N.P.; SILVA, F.F. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae e Lonchaeidae) na região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v. 57, n. 1, p. 29-34, jan./mar. 2014.

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

DUARTE, R.T.; GALLI, J.C.; PAZINI, W.C.; CALORE, R.A. Flutuação populacional e infestação de mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em função do sistema produtivo de goiaba. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 8, n. 2, p. 241-245, 2013.

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, Brasil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 1, p. 133-138, 2009.

ELLSBEURY, M.M.; WOODSON, W.D.; CLAY, S.A.; MALO, D.; SCHUMACHER, J.; CLAY, D.E.; CARLSON, C.G. Geostatistical characterization of special distribution of adult corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) emergence. **Envioronmental Entomology**, Lanham, v. 27, n. 4, p. 910-917, 1998.

ENVIROMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. **ArcGIS Professional GIS for the desktop**. versão 10.3. Software. 2015.

FARIAS, P.R.S.; ROBERTO, S.R.; LOPES, J. R.S.; PERECIN, D. Geostatistical characterization of the spatial distribution of *Xylella fastidiosa* sharpshooter vectors on citros. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33 n. 1, p. 13-20, 2004.

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.

GILES, K.L.; ROYER, T.A.; ELLIOTT, N.C.; KINDLER, S.D. Development and validation of a binomial sequential sampling plan for the greengug (Homoptera: Aphididae) infesting winter wheat in the southern plains. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 93, n. 5, p. 1522-1530, 2000.

GOOVAERTS, P. **Geostatistics for natural resources evaluation**. New York: Oxford University Press, 1997. 483 p.

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

GOULD, W.P.; RAGA, A. Pest of guava. In: PEÑA, J.E.; SHARP, J.L.; WYSOKI, M. (Ed.). **Tropical fruit pests and pollinators: biology, economic importance, natural enemies and control**. New York: CABI, 2002. chap. 9, p. 295-313.

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

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RIAN, P.D. **PAST**: Palaeontological statistics, versão 1.73. 2007. Disponível em: <<http://folk.uio.no/ohammer/past>>. Acesso em: 20 mai. 2015.

HASTINGS, A. Spatial heterogeneity and ecological models. **Ecology**, New Hampshire, v. 71, p. 426-428, 1990.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992.

JAHNKE, S.M.; REYES, C.; REDAELLI, L.R. Influência da fase de maturação de pêssegos e goiabas na atratividade de iscas para *Anastrepha fraterculus*. **Científica**, Jaboticabal, v. 42, n. 2, p. 134-142, 2014.

LIEBHOLD, A.M.; ROSSI, R.E.; KEMP, W.P. Geostatistic and geographic information system in applied insect ecology. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 38, p. 303-327, 1993.

LOPES, G.N.; SOUZA FILHO, M.F.; GOTELLI, N.J.; LEMOS, L.U.; GODOY, W.A.C.; ZUCCHI, R.A. Temporal overlap and co-occurrence in a guild of sub-tropical tephritid fruit flies. **PLoS One**, San Francisco, v. 10, n. 7, 2015.

LOPES-MIELEZRSKI, G.N. **Análise quantitativa, sobreposição de nicho e coocorrência de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em três pomares adjacentes**. 2014. 78 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2014.

MacARTHUR, R.H.; WILSON, E.O. **The theory of island biogeography**. Princeton: Princeton University Press, 1967. 203 p.

MAGURRAN, A.E. **Medindo a diversidade biológica**. Curitiba: UFPR, 2013. 261 p.

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

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. 325p.

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

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

MARGULES, C.R.; HIGGS, A.J.; RAFE, R.W. Modern biogeographic theory: are there any lessons for nature reserve design? **Biological Conservation**, Bethesda, v. 24, p. 115–128, 1982.

MARQUES, M.O.; CARVALHO, C.A.L.; SANTOS, G.M.M. Análises faunísticas em estudos entomológicos. In: CARVALHO, C.A.L.; DANTAS, A.C.V.L.; PEREIRA, F.A.C.; SOARES, A.C.F.; MELO FILHO, J.F.; OLIVEIRA, G.J.C. (Org.). **Tópicos em ciências agrárias**. Cruz das Almas: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, 2009. v. 1, cap. 9.

MARSARO JÚNIOR, A.L.; NASCIMENTO, D.B.; RONCHI-TELES, B.; ADAIME, R. Faunistic analysis of *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) in three municipalities of the state of Roraima, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 72, n. 4, p. 813-819, 2012.

MARSARO JÚNIOR, A.L.; DEUS, E.G.; RONCHI-TELES, B.; ADAIME, R.; SILVA JÚNIOR, R.J. Species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) captured in a guava orchard (*Psidium guajava* L., Myrtaceae) in Boa Vista, Roraima, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 73, n. 4, p. 879-886, Nov. 2013.

MORAES, R.C.B.; HADDAD, M.L.; SILVEIRA NETO, S.; REYES, A.E.L. Software para análise faunística – ANAFAU. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 8., 2003, São Pedro. **Resumos...** Piracicaba: ESALQ, 2003. Resumo, 195.

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. 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**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. p. 109-112.

NICÁCIO, J.; UCHÔA, M.A. Diversity of frugivorous flies (Diptera: Tephritidae and Lonchaeidae) and their relationship with host plants (Angiospermae) in environments of South Pantanal Region, Brazil. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 94, n. 3, p. 443-466, set. 2011.

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

NORRBOM, A.L.; KORYTKOWSKI, C.A. New species of and taxonomic notes on *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). **Zootaxa**, New Zealand, v. 2740, p. 1–23, 2011.

NORRBOM, A.L.; RODRIGUEZ, E.J.; STECK, G.J.; SUTTON, B.A.; NOLAZCO, N. New species and host plants of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) primarily from Peru and Bolivia. **Zootaxa**, New Zealand, v. 4041, n. 1, p. 1–94, 2015.

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.

_____. Las moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae). **Revista ICA**, Bogotá, v. 29, p. 121-134, 1994.

OLIVEIRA, M.B.R. **Análise comparativa das espécies de *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae), em três agroecossistemas no estado de São Paulo**. 2015. 75 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

PEREIRA-RÊGO, D.R.G.; JAHNKE, S.M.; REDAELLI, L.R.; SHAFFER, N. Variação na infestação de mosca-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e parasitismo em diferentes fases de frutificação em mirtáceas nativas no Rio Grande do Sul. **Entomo Brasilis**, Vassouras, v. 6, n. 2, p. 141-145, 2013.

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**, Gainesville, v. 97, n. 2, June 2014.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**; versão 3.0.1. Vienna: R foundation for Statistical Computing, 2013. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 21 jun. 2015.

ROBERTS, E.A.; RAVLIN, F.W.; FLESCHER, S.J. Spatial data representation for integrated pest management. **American Entomologist**, Lanham, v. 39, p. 92–107, 1993.

RUIZ, R.; DEMETRIO, C.G.B.; ASSUNÇÃO, R.M.; LEANDRO, R.A. Modelos hierárquicos bayesianos para estudar a distribuição espacial da infestação da broca do café em nível local. **Revista Colombiana de Estadística**, Bogotá, v. 26, n. 1, p. 1-24, jun. 2003.

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, 2000. cap. 9, p. 87-91.

SETZER, J. **Contribuição para o estudo do clima do Estado de São Paulo**. São Paulo: D.E.R., 1946. 237 p.

SILVA, R.A.; DEUS, E.G.; RAGA, A.; PEREIRA, J.D.B.; SOUZA FILHO, M.F.; COSTA NETO, S.V. Monitoramento de moscas-das-frutas na Amazônia: amostragem de frutos e uso de armadilhas. In: SILVA, R.A.; LEMOS, W.P.; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira**: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais. Macapá: Embrapa Amapá, 2011. cap. 2, p. 33-50.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARDIN, D.; VILLA NOVA, N.A. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1976. 149 p.

SOARES, V.P.; ZANETI, L.Z.; SANTOS, N.T.; LEITE, H.G. Análise espacial da distribuição de cigarras (*Guesada gigas* Oliver) em povoamentos de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) na região de Dom Eliseu, PA. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 251-258, 2008.

SOBRINHO, B.R.; MALAVASI, A.; OMETO, A.F. **Manual operacional para levantamento, detecção, monitoramento e controle de mosca-das-frutas**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 29 p. (Circular Técnica, 09).

SOTO-MANITIU, J.; JIRÓN, L.F. Studies on the population dynamics of the fruit flies, *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae), associated with mango (*Mangifera indica* L.) in Costa Rica. **Tropical Pest Management**, London, v. 35, p. 425-427, 1989.

SOUSA, L.S. **Dinâmica de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e seus parasitóides em genótipos de cajazeira no município de Teresina, Piauí, Brasil**. 2013. 86 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2013.

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

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 persica* Batsch)**. 2006. 125 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SOUZA FILHO, M.F.; RAGA, A.; ZUCCHI, R.A. Incidencia de *Anastrepha obliqua* (Macquart) y *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) en carambola (*Averrhoa carambola* L.) em ocho localidades del Estado de São Paulo, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 367-371, 2000.

SOUZA FILHO, Z.A. **Estudos populacionais de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em um pomar de Goiaba (*Psidium guajava* L.) em Una – Bahia**. 2005. 49 p. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2005.

TIARA, T.L.; ABOT, A.R.; NICÁCIO, J.; UCHÔA, M.A.; RODRIGUES, S.R.; GUIMARÃES, J.A. Fruit flies (Diptera, Tephritidae) and their parasitoids on cultivated and wild hosts in the Cerrado-Pantanal ecotone in Mato Grosso de Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 57, n. 3, p. 300–308, set. 2013.

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

URAMOTO, K.; WALDER, J.M.M; ZUCCHI, R.A. Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) no campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 33-39, 2005.

_____. Flutuação populacional de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo. **Arquivos de Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 4, p. 459-465, 2003.

_____. Biodiversidade de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) no campus da ESALQ-USP, Piracicaba, São Paulo. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 48, n. 3, p. 409-414, 2004.

WHITE, I.A.; ELSON-HARRIS, M.M. **Fruit flies of economic significance**: their identification and bionomics. Wallingford: CAB International; Camberra: ACIAR, 1994. 601 p.

WILLIAMS, J.C.; REVELLE, C.S.; LEVIN, S.A. Spatial attributes and reserve design models: a review. **Environmental Modeling & Assessment**, Bethesda, v. 10, p. 163–181, 2005.

YAMAMOTO, J.K.; LANDIM, P.M.B. **Geoestatística**: conceitos e aplicações. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

ZILLI, G.N.; GARCIA, F.R.M. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em pomar de *Citrus sinensis* no município de Chapecó, Santa Catarina. **Biodiversidade Pampeana**, Uruguaiana, v. 8, p. 39-45, dez. 2010.

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

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

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

_____. **Fruit flies in Brazil**: *Anastrepha* species their host plants and parasitoids. 2008. Disponível em: <www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/, updated on October 15, 2015>. Acesso em: 30 out. 2015.

_____. **Fruit flies in Brazil**: hosts and parasitoids of the Mediterranean fruit fly. 2012. Disponível em: <www.lea.esalq.usp.br/ceratitis/, updated on August 11, 2014>. Acesso em: 30 out. 2015.

ANEXO

Número de espécies de *Anastrepha* compartilhadas entre os hospedeiros coletados no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de janeiro a dezembro de 1999. Valores de Jaccard e Bray-curtis entre parênteses, respectivamente

(continua)

	caj.	mag.	ser.	aba.	ace.	cab.	cam.	cer.	goi.	jab.	jam.	pit.
caj.	0											
mag.	2 (0,667; 0,684)	0										
ser.	1 (0,333; 0,333)	1 (0,5; 0,191)	0									
aba.	2 (0,667; 0,009)	2 (1; 0,017)	1 (0,5; 0,001)	0								
ace.	1 (0,333; 0,007)	1 (0,5; 0,085)	0 (0; 0)	1 (0,5; 0,08)	0							
cab.	1 (0,333; 0,002)	1 (0,5; 0,004)	0 (0; 0)	1 (0,5; 0,4)	1 (1; 0,091)	0						
cam.	1 (0,333; 0,002)	1 (0,5; 0,004)	1 (1; 0)	1 (0,5; 0,4)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0					
cer.	1 (0,333; 0,007)	1 (0,5; 0,093)	0 (0; 0)	1 (0,5; 0,029)	1 (1; 0,483)	1 (1; 0,03)	0 (0; 0)	0				
goi.	3 (0,75; 0,254)*	2 (0,05; 0,324)	1 (0,25; 0,103)	2 (0,5; 0,005)	1 (0,25; 0,028)	1 (0,25; 0,001)	1 (0,25; 0,001)	1 (0,25; 0,085)	0			
jab.	1 (0,333; 0,007)	1 (0,5; 0,057)	0 (0; 0)	1 (0,5; 0,111)	1 (1; 0,8)	1 (1; 0,133)	0 (0; 0)	1 (1; 0,35)	1 (0,25; 0,019)	0		
jam.	1 (0,333; 0,007)	1 (0,5; 0,095)	0 (0; 0)	1 (0,5; 0,036)	1 (1; 0,583)	1 (1; 0,038)	0 (0; 0)	1 (1; 0,872)	1 (0,25; 0,066)	1 (1; 0,431)	0	
pit.	2 (0,5; 0,021)	2 (0,667; 0,061)	1 (0,333; 0,006)	2 (0,667; 0,009)	1 (0,333; 0,048)	1 (0,333; 0,002)	1 (0,333; 0,002)	1 (0,333; 0,145)	3 (0,75; 0,717)*	1 (0,333; 0,033)	1 (0,333; 0,114)	0
uva.	2 (0,667; 0,286)	2 (1; 0,41)	1 (0,5; 0,091)	2 (1; 0,011)	1 (0,5; 0,055)	1 (0,5; 0,003)	1 (0,5; 0,003)	1 (0,5; 0,162)	2 (0,5; 0,67)	1 (0,5; 0,037)	1 (0,5; 0,128)	2 (0,667; 0,674)
car.	2 (0,667; 0,791)	2 (1; 0,516)	1 (0,5; 0,466)	2 (1; 0,006)	1 (0,5; 0,009)	1 (0,5; 0,002)	1 (0,5; 0,002)	1 (0,5; 0,009)	2 (0,5; 0,215)	1 (0,5; 0,009)	1 (0,5; 0,009)	2 (0,667; 0,02)
coq.	1 (0,333; 0,002)	1 (0,5; 0,004)	0 (0; 0)	1 (0,5; 0,4)	1 (1; 0,091)	1 (1; 1)	0 (0; 0)	1 (1; 0,03)	1 (0,25; 0,001)	1 (1; 0,133)	1 (1; 0,038)	1 (0,333; 0,002)
mr-a.	1 (0,25; 0,007)	1 (0,333; 0,019)	0 (0; 0)	1 (0,333; 0,04)	1 (0,5; 0,149)	1 (0,5; 0,043)	0 (0; 0)	1 (0,5; 0,089)	1 (0,2; 0,007)	1 (0,5; 0,167)	1 (0,5; 0,103)	1 (0,25; 0,011)
mr-d.	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)
nes.	1 (0,333; 0,007)	1 (0,5; 0,098)	0 (0; 0)	1 (0,5; 0,05)	1 (1; 0,737)	1 (1; 0,054)	0 (0; 0)	1 (1; 0,706)	1 (0,25; 0,047)	1 (1; 0,56)	1 (1; 0,828)	1 (0,333; 0,082)
amo.	1 (0,333; 0,002)	1 (0,5; 0,004)	0 (0; 0)	1 (0,5; 0,4)	1 (1; 0,091)	1 (1; 1)	0 (0; 0)	1 (1; 0,03)	1 (0,25; 0,001)	1 (1; 0,133)	1 (1; 0,038)	1 (0,333; 0,002)
pes.	2 (0,667; 0,009)	2 (1; 0,057)	1 (0,5; 0)	2 (1; 0,222)	1 (0,5; 0,743)	1 (0,5; 0,133)	1 (0,5; 0,133)	1 (0,5; 0,325)	2 (0,5; 0,019)	1 (0,5; 0,929)	1 (0,5; 0,4)	2 (0,667; 0,033)
caf.	2 (0,667; 0,009)	2 (1; 0,099)	1 (0,5; 0)	2 (1; 0,069)	1 (0,5; 0,56)	1 (0,5; 0,036)	1 (0,5; 0,036)	1 (0,5; 0,883)	2 (0,5; 0,07)	1 (0,5; 0,412)	1 (0,5; 0,971)	2 (0,667; 0,12)
cit.	3 (0,75; 0,023)*	2 (0,5; 0,11)	1 (0,25; 0,003)	2 (0,5; 0,07)	1 (0,25; 0,318)	1 (0,25; 0,018)	1 (0,25; 0,018)	1 (0,25; 0,746)	3 (0,6; 0,138)*	1 (0,25; 0,224)	1 (0,25; 0,63)	2 (0,4; 0,217)
tan.	1 (0,333; 0,007)	1 (0,5; 0,037)	0 (0; 0)	1 (0,5; 0,154)	1 (1; 0,6)	1 (1; 0,2)	0 (0; 0)	1 (1; 0,24)	1 (0,25; 0,012)	1 (1; 0,783)	1 (1; 0,3)	1 (0,333; 0,021)
abi.	1 (0,333; 0,007)	1 (0,5; 0,029)	0 (0; 0)	1 (0,5; 0,182)	1 (1; 0,5)	1 (1; 0,25)	0 (0; 0)	1 (1; 0,192)	1 (0,25; 0,009)	1 (1; 0,667)	1 (1; 0,241)	1 (0,333; 0,016)
cai.	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)
sap.	1 (0,25; 0,002)	1 (0,333; 0,004)	0 (0; 0)	1 (0,333; 0,222)	1 (0,667; 0,077)	1 (0,5; 0,333)	0 (0; 0)	1 (0,5; 0,028)	1 (0,2; 0,001)	1 (0,5; 0,105)	1 (0,5; 0,036)	1 (0,25; 0,002)

Número de espécies de *Anastrepha* compartilhadas entre os hospedeiros coletados no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, de janeiro a dezembro de 1999. Valores de Jaccard e Bray-curtis entre parênteses, respectivamente

	(conclusão)													
	uva.	car.	coq.	mr-a.	mr-d.	nes.	amo.	pes.	caf.	cit.	tan.	abi.	cai.	sap.
caj.														
mag.														
ser.														
aba.														
ace.														
cab.														
cam.														
cer.														
goi.														
jab.														
jam.														
pit.														
uva.	0													
car.	2 (1; 0,227)	0												
coq.	1 (0,5; 0,003)	1 (0,5; 0,002)	0											
mr-a.	1 (0,333; 0,013)	1 (0,333; 0,007)	1 (0,5; 0,043)	0										
mr-d.	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	1 (0,5; 0,509)	0									
nes.	1 (0,5; 0,092)	1 (0,5; 0,009)	1 (1; 0,054)	1 (0,5; 0,122)	0 (0; 0)	0								
amo.	1 (0,5; 0,003)	1 (0,5; 0,002)	1 (1; 1)	1 (0,5; 0,043)	0 (0; 0)	1 (1; 0,054)	0							
pes.	2 (1; 0,037)	2 (1; 0,011)	1 (0,5; 0,133)	1 (0,333; 0,167)	0 (0; 0)	1 (0,5; 0,52)	1 (0,5; 0,133)	0						
caf.	2 (1; 0,135)	2 (1; 0,01)	1 (0,5; 0,036)	1 (0,333; 0,1)	0 (0; 0)	1 (0,5; 0,8)	1 (0,5; 0,036)	2 (1; 0,412)	0					
cit.	2 (0,5; 0,242)	2 (0,5; 0,019)	1 (0,25; 0,018)	1 (0,2; 0,064)	0 (0; 0)	1 (0,25; 0,49)	1 (0,25; 0,018)	2 (0,5; 0,224)	2 (0,5; 0,655)	0				
tan.	1 (0,5; 0,024)	1 (0,5; 0,009)	1 (1; 0,2)	1 (0,5; 0,182)	0 (0; 0)	1 (1; 0,4)	1 (1; 0,2)	1 (0,5; 0,783)	1 (0,5; 0,286)	1 (0,25; 0,15)	0			
abi.	1 (0,5; 0,019)	1 (0,5; 0,009)	1 (1; 0,25)	1 (0,5; 0,189)	0 (0; 0)	1 (1; 0,326)	1 (1; 0,25)	1 (0,5; 0,667)	1 (0,5; 0,23)	1 (0,25; 0,119)	1 (1; 0,875)	0		
cai.	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0	
sap.	1 (0,333; 0,003)	1 (0,333; 0,002)	1 (0,5; 0,333)	1 (0,333; 0,039)	0 (0; 0)	1 (0,5; 0,049)	1 (0,5; 0,333)	1 (0,333; 0,105)	1 (0,333; 0,034)	1 (0,2; 0,017)	1 (0,5; 0,143)	1 (0,5; 0,167)	1 (0,5; 0,889)	0

Frutos hospedeiros: caj. cajá-manga; man. manga; ser. seriguela; aba. abacate; ace. acerola; cab. cabeludinha; cam. cambucá; cer. cereja; goi. goiaba; jab. jabuticaba; jam. jambo; pit. pitanga; uva. uvaia; car. carambola; coq. coquinho; mr-a. maracujá-azedo; mr-d. maracujá-doce; nes. nêspira; amo. amora; pes. pêssego; caf. café; cit. citros; tan. tangerina; abi. abiu; cai. caimito; sap. sapoti. *Maior número de espécies compartilhadas