

---

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
ÁREA DE ZOOLOGIA

---

**Composição da fauna de Hymenoptera  
associada a área agrícola de manejo  
tradicional: abelhas nativas e parasitóides.**

**LUCELI DE SOUZA**

Tese apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas – área de Zoologia.

Agosto - 2006

---

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
ÁREA DE ZOOLOGIA

---

**Composição da fauna de Hymenoptera  
associada a área agrícola de manejo  
tradicional: abelhas nativas e parasitóides.**

**ALUNA: LUCELI DE SOUZA**

**ORIENTADORA: DRA. MARIA JOSÉ DE OLIVEIRA CAMPOS**

Tese apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas – área de Zoologia.

Agosto - 2006

595.799 Souza, Luceli de.

S729c      Composição da fauna de Hymenoptera associada a área  
agrícola de manejo tradicional: abelhas nativas e parasitóides.  
Rio Claro : [s.n.], 2006  
109 f. : il., gráfs., fots.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista,  
Instituto de Biociências de Rio Claro  
Orientador: Maria José de Oliveira Campos

1. Abelha. 2. Diversidade. 3. Agroecossistema.  
4. Armadilha Moericke. 5. Aculeata, Parasitica . I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI – Biblioteca da UNESP  
Campus de Rio Claro/SP

*Se nós, entomologistas, não nos empenharmos em instruir nossa sociedade sobre a importância dos insetos e porque essas criaturas devem ser conservadas, então, quem o fará?*

M.R.Shaw

## **Agradecimentos**

A minha motivação para iniciar este trabalho veio das reuniões dos primeiros workshops do projeto Biota/Fapesp, aonde os pesquisadores chegavam com suas listas de espécies dos mais diferentes grupos taxonômicos, e aliado ao meu gosto pelos insetos, iniciei este projeto com intenção de conhecer melhor as abelhas e vespas e dar uma contribuição, por menor que seja, para alimentar a base de dados da fauna de insetos do Estado de São Paulo. Para realizar este trabalho várias pessoas fizeram parte desta caminhada que agora quero agradecer-las. Primeiramente a PROFA. DRA. MARIA JOSÉ DE OLIVEIRA CAMPOS que me orientou neste trabalho com sua infinita paciência, por sua dedicação e interesse pelas abelhas nativas. A PROFA. DRA. ISABEL ALVES DOS SANTOS, que com sua alegria e simpatia, me recebeu na USP para realizar a identificação das abelhas, a DRA. SANDRA PASENOW BRAGA que me orientou na identificação dos parasitóides e me acolheu em sua casa sempre com muita disposição e a DRA. BEATRIZ COELHO que me recebeu no Museu de Zoologia da USP para realizar a identificação de Halictidae. Agradeço ao DR. OSMAR MALASPINA por ter me dado acesso à coleção de abelhas do Centro de Estudos de Insetos Sociais (CEIS) e assim trilhar meus primeiros passos na identificação da amostra coletada; ao DR. EDISON ZEFA pelo apoio e pelas fotos realizadas; à CRISTIANE MÁRCIA MILÉO pela ajuda com as imagens, pela amizade e pelo apoio em todas as etapas deste trabalho; a DRA. MARIA SANTINA DE CASTRO MORINI pelas sugestões em várias etapas deste trabalho, pela amizade, pelos conselhos, pelo seu exemplo de seriedade e responsabilidade; a DRA. KÁTIA CIRELLI pelo apoio e sugestões. O PROF. DR. ANTONIO CARLOS SIMÕES PIÃO colaborou na análise dos resultados sempre com muita disponibilidade, bem como o PROF. DR. JOSÉ CHAUD NETO a quem agradeço toda ajuda dispensada.

Este trabalho não seria realizado sem um local de coleta e quero agradecer ao SR. DIOLINDO e D. CLARICE, proprietários do Sítio São Paulo, por permitirem o acesso à área de coleta. Agradeço também a VERA, LETÍCIA,

RONALDO e FERNANDO pela acolhida, pela ajuda no campo e pelo interesse no trabalho que realizava em suas terras.

Muitas outras pessoas fizeram parte nesta caminhada e quero agradecer a todos que colaboraram dos mais diferentes modos e que fazem parte dos seguintes locais: DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA DA UNESP, LABORATÓRIO DE ABELHAS DA USP, DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA DA UNESP, CENTRO DE ESTUDOS DE INSETOS SOCIAIS, CENTRO DE ANÁLISE E PLANEJAMENTO AMBIENTAL, SEÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO e BIBLIOTECA. Agradeço a todos do CENTRO DE REFERÊNCIA EM INFORMAÇÃO AMBIENTAL (CRIA) por me incentivarem neste trabalho em especial a DORA ANN LANGE CANHOS, ROSELY A. LOPES COELHO, CRISTINA UMINO, SÍLVIA BELTRANE CINTRA, MARINEZ FERREIRA SIQUEIRA e também ÉRICA SPEGLICH. Agradeço aos meus familiares, em especial minhas sobrinhas FABIANA e LIDIANI, por entenderem as minhas ausências, e a LUCIANA pela ajuda nesta fase final do trabalho.

Agradeço a UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO pelo afastamento concedido no mês de agosto e ao PROF. GERSON AUGUSTO SILVEIRA e LUCIMARA TEIXEIRA por toda ajuda neste período.

A todos vocês, muito obrigada!

## ÍNDICE

|                                                                                                                                                | Página    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Resumo .....                                                                                                                                   | 1         |
| Abstract .....                                                                                                                                 | 2         |
| Introdução .....                                                                                                                               | 3         |
| Revisão de literatura .....                                                                                                                    | 6         |
| Material e Métodos .....                                                                                                                       | 14        |
| Resultados gerais .....                                                                                                                        | 25        |
| <b>Capítulo 1 – Himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) coletados em<br/>área agrícola no município de Rio Claro, SP, Brasil.....</b> | <b>26</b> |
| Resumo .....                                                                                                                                   | 27        |
| Abstract .....                                                                                                                                 | 27        |
| Introdução .....                                                                                                                               | 28        |
| Objetivos .....                                                                                                                                | 29        |
| Material e Métodos .....                                                                                                                       | 29        |
| Resultados e Discussão .....                                                                                                                   | 29        |
| Referência Bibliográfica .....                                                                                                                 | 33        |
| <b>Capítulo 2 – Variação temporal de parasitóides (Insecta: Hymenoptera)<br/>coletados em área agrícola no município de Rio Claro/SP.....</b>  | <b>34</b> |
| Resumo .....                                                                                                                                   | 36        |
| Introdução .....                                                                                                                               | 36        |
| Material e Métodos .....                                                                                                                       | 40        |
| Resultados .....                                                                                                                               | 42        |
| Discussão .....                                                                                                                                | 53        |
| Referências .....                                                                                                                              | 59        |

|                                                                                    |           |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Capítulo 3 – Composition and diversity of bees (Hymenoptera) attracted by</b>   |           |
| <b>Moericke traps in an agricultural area in Rio Claro, São Paulo, Brazil.....</b> | <b>65</b> |
| Abstract .....                                                                     | 66        |
| Resumo .....                                                                       | 67        |
| Introduction .....                                                                 | 67        |
| Material and Methods .....                                                         | 69        |
| Results .....                                                                      | 72        |
| Discussion .....                                                                   | 76        |
| Acknowledgements .....                                                             | 82        |
| References .....                                                                   | 83        |
| Considerações Finais .....                                                         | 89        |
| Referências .....                                                                  | 95        |

## RESUMO

Hymenoptera é uma das maiores ordens de insetos e compreende as vespas, abelhas e formigas. Dentro de Aculeata as abelhas são importantes indicadores ecológicos, pois têm papel vital na manutenção natural através da polinização, e na Série Parasítica as vespas se desenvolvem como parasitóides regulando a população de outros artrópodos. A intensificação da agricultura e a conseqüente simplificação da estrutura das paisagens agrícolas têm exercido impacto sobre a riqueza da vegetação e da fauna e este tema tem despertado o interesse em todo o mundo. Diante da preocupação do impacto da agricultura sobre as abelhas nativas e parasitóides, este trabalho teve por objetivo fazer um diagnóstico da composição destes grupos em uma área agrícola no município de Rio Claro, SP. A propriedade estudada caracteriza-se pela produção de grãos, através do sistema de plantio direto e uso de produtos químicos para controle de ervas e insetos. Foram realizadas duas coletas mensais de maio de 2003 a junho de 2004, exceto outubro/03 e janeiro/04, utilizando 16 armadilhas tipo Moericke colocadas diretamente sobre o solo e expostas por 36 horas. Foram coletados 5308 himenópteros parasitóides pertencentes a 8 superfamílias e 22 famílias. As famílias Mymaridae, Encyrtidae, Scelionidae e Platygastriidae foram as mais comuns com frequência relativa de 30.88%, 19.05%, 14.96% e 6.69%, respectivamente. As demais 18 famílias foram coletadas com frequência menor do que 5%. Foram coletadas 456 abelhas distribuídas em 20 gêneros, pertencentes a três famílias. Na composição da apifauna, Halictidae foi mais freqüente com 54.4% seguida de Apidae (40.8%) e Andrenidae (4.8%). Os gêneros *Dialictus* (38%) e *Diadasia* (30%) foram os mais freqüentes. Foi registrada a presença de *Callonychium* pela primeira vez no Estado de São Paulo. O tipo de manejo utilizado na área, ou seja, o sistema de plantio direto e irrigação do solo, favoreceu o crescimento de plantas ruderais que provavelmente foram utilizadas como fonte de alimento. Porém, o índice de diversidade de Shannon para abelhas ( $H' = 1.88$ ) reflete a baixa diversidade deste grupo nesta área agrícola, quando comparado com áreas preservadas.

## ABSTRACT

Hymenoptera is one of the largest orders of insects, comprising wasps, bees, and ants. Among the Aculeata, bees are important ecological indicators, as they have a vital role in the natural maintenance through pollination. Among parasitic hymenopterans, wasps develop as parasitoids, regulating the population of other arthropods. The intensification of agriculture and consequently the simplification of the structure of the landscape have had an impact on the richness of the vegetation and fauna, which has attracted the attention of researchers around the world. Concerned with the impact of agriculture on native bees and parasitoids, this study aimed to assess the composition of these groups in an agricultural area in the city of Rio Claro, São Paulo State. The studied area is characterized by the production of grains through direct drilling and chemical products to control weeds and insects. Monthly samples were collected from May 2003 to June 2004, except October/03 and January/04, using 16 Moericke traps placed directly on the soil for 36 hours. A total of 5308 parasitoid hymenopterans of 8 superfamilies and 22 families were collected. Mymaridae, Encyrtidae, Scelionidae and Platygasteridae were the most common families with relative frequencies of 30.88%, 19.05%, 14.96%, and 6.69%, respectively. Additionally, 18 families occurred with frequencies lower than 5%. A total of 456 bees of 20 genera belonging to three families were collected. Among bees, Halictidae was the most common family representing 54.4% followed by Apidae (40.8%), and Andrenidae (4.8%). *Dialictus* (38%) and *Diadasia* (30%) were the most common genera. Bees of the genus *Callonychium* were observed for the first time in São Paulo State. The type of management used in the area, direct drilling and soil irrigation, favored the growth of ruderal plants probably used as a source of food. However the Shannon diversity index for bees ( $H'=1.88$ ) reflects the low diversity of this group in this agricultural area compared to preserved areas.

## **Introdução**

Tradicionalmente os esforços para a conservação da biodiversidade tem se concentrado em espécies de animais vertebrados e seus habitats. Mais recentemente, entretanto, o reconhecimento das relações entre perda de diversidade e perda de bens e serviços prestados pelos ecossistemas vem despertando a atenção para o fato de que é preciso ampliar a abordagem conservacionista de modo a abranger invertebrados e microrganismos. Pouco se sabe sobre o efeito da perda de diversidade desses grupos sobre a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas (Hafernik Jr., 1992; Hunter, 2002).

Os insetos são o maior componente da diversidade em ambiente terrestre e, mesmo com esforços consideráveis, pouco se conhece sobre a vulnerabilidade e necessidades conservacionistas de muitas espécies. Dessa forma, pouco se sabe sobre que questões deveriam ser prioritariamente objeto de pesquisas, que áreas ou habitats mereceriam maior esforço de conservação, assim como também é difícil decidir quais grupos necessitam ser melhor estudados (New, 1999; Williams et al., 1993).

LaSalle e Gauld (1993) sugeriram que devem ser escolhidos para estudos prioritários grupos importantes para a manutenção do balanço ecológico e que promovam diversidade em outros grupos de organismos, e New (1999) sugere que deve-se priorizar a conservação de habitats mais que de espécies nas políticas de conservação, uma vez que as causas de ameaça aos insetos geralmente refletem mais as mudanças sofridas pelos habitats do que a influência humana direta sobre as espécies.

Os Hymenoptera se constituem em uma das maiores ordens de insetos, compreendendo as vespas, abelhas e formigas. Abrigam espécies com hábitos variados, incluindo fitófagos, entomófagos ou uma combinação de ambos. Os entomófagos podem ser predadores ou parasitas, o que demonstra a grande variedade de funções desempenhadas por esse grupo nos ecossistemas.

Há mais de 115.000 espécies descritas de Hymenoptera (LaSalle e Gauld, 1993) e há duas vezes mais espécies de Hymenoptera que todos os vertebrados aquáticos e terrestres juntos; duas vezes mais espécies de formigas que mamíferos; mais espécies de abelhas que peixes, e mais espécies em uma única família de Hymenoptera parasítica (Ichneumonidae) que aves e mamíferos juntos (Gaston, 1993).

Apesar das estimativas do número atual de Hymenoptera variar entre diversos autores, é um consenso que a ordem contém mais espécies com grande interesse econômico do que qualquer outra ordem de insetos. Mais importante que seu valor econômico é seu valor ambiental; abelhas são polinizadores primários de Magnoliophyta em muitas áreas e as vespas parasitóides têm um papel funcional na regulação natural de populações de vários insetos. LaSalle e Gauld (1993) ressaltam que uma remoção ou perda diferencial de grupos de Hymenoptera pode levar ao declínio os ecossistemas naturais.

Dentro de Hymenoptera, as abelhas nativas (aqui consideradas todas as abelhas solitárias e sociais com exceção do gênero *Apis*) são importantes indicadores ecológicos. Sua freqüente especialização no uso da flora nativa, têm papel vital na manutenção da vegetação natural tanto nas regiões tropicais

como na temperada, além do fato de que muitos cultivares ao redor do mundo primariamente são polinizados por abelhas solitárias (O'Toole, 1993; 2002).

Os Hymenoptera da Série Parasítica, o grupo mais diversificado, são comuns e abundantes em todos os ecossistemas terrestres e desenvolvem-se como parasitóides de outros artrópodes, constituindo um importante elemento da fauna por seu papel no controle de outros insetos (LaSalle, 1993; Quicke, 1997).

A preocupação com os efeitos do uso do solo sobre a conservação dos insetos tem sido discutida na literatura. As paisagens modernas dominadas pelo homem são tipicamente caracterizadas pela perda das áreas naturais, quer seja pelo crescimento urbano, quer seja pela expansão das áreas agrícolas (Hafernik Jr., 1992; Samways, 1994; Mattheson, 1994; Richards, 2001; Hunter, 2002; Altieri, Silva e Nicholls, 2003).

A intensificação da agricultura e a conseqüente simplificação da estrutura das paisagens agrícolas têm exercido impacto sobre a riqueza da fauna nestas áreas, e, diante da preocupação do impacto da agricultura sobre as abelhas nativas e parasitóides, este trabalho teve por objetivo fazer um diagnóstico da composição destes grupos em uma área agrícola no município de Rio Claro, SP.

Pretendeu-se responder as seguintes questões de pesquisa:

- 1) Qual é a composição da fauna de abelhas e de parasitóides na área?
- 2) A riqueza desta fauna reflete a riqueza de grupos funcionais de Hymenoptera na área de estudo?

## **Revisão de Literatura**

O Brasil, como país signatário da Convenção sobre Diversidade Biológica, deve realizar, na medida do possível e de modo apropriado, atividades que venham dotar o governo e a sociedade de informações necessárias para o estabelecimento de prioridades que conduzam à conservação e utilização sustentável da diversidade biológica brasileira.

Embora a biodiversidade seja um tema marcante nas últimas décadas, identificar os elementos da diversidade biológica e monitorar suas mudanças através do tempo é uma grande tarefa (Braga, 2002).

Wilson (1997) cita que, de cerca de 1,4 milhões de espécies vivas de todos os tipos de organismos já descritas, aproximadamente 750.000 são insetos, 41.000 são vertebrados e 250.000 são plantas (vasculares e briófitas). O restante consiste de um vasto complexo de invertebrados, fungos, algas e microrganismos, e a maioria dos sistematas concordam que o número absoluto de espécies possa estar entre 5 e 30 milhões, por não se conhecer a diversidade de plantas epífitas, líquens, fungos, nematelmintos, ácaros,

protozoários e tantos outros organismos, além de habitats pouco explorados como os recifes de coral.

O número de espécies descritas para Hymenoptera não foi exatamente calculado visto que muitas famílias não têm catálogos disponíveis (Austin e Dowton, 2000 apud Braga, 2002), mas o número estimado de espécies descritas é de 115.000, porém, supõem-se que o número total pode ser de 5 a 10 vezes maior (LaSalle e Gauld, 1993).

São reconhecidas duas subordens de Hymenoptera: os Symphyta e os Apocrita. Em Symphyta o abdômen é amplamente ligado ao tórax, mas o primeiro segmento abdominal não é incorporado ao tórax, condição primitiva em Hymenoptera, e são considerados o grupo-basal parafilético dos Apocrita (Brandão, 1999).

Os Apocrita contém a grande maioria dos Hymenoptera nos quais o primeiro segmento abdominal é fundido ao tórax e é chamado de propódeo; o segundo segmento é fortemente constricto e recebe o nome de pecíolo que une ao restante do abdômen, e são divididos informalmente - sem caráter taxonômico - em Parasitica e Aculeata.

Os aculeatas representam o grupo mais derivado no qual o ovipositor foi modificado em ferrão, usado para paralisar a presa e como defesa, e são representados pelas abelhas, vespas e formigas. A maioria das espécies são predadoras como as vespas ou se alimentam de pólen como as abelhas; o parasitismo é comum nos aculeatas mais basais (Chrysidoidea) (Brandão, 1999).

Acredita-se que as abelhas, que compõem 9 famílias, tenham surgido ao mesmo tempo ou logo após o aparecimento das Magnoliophyta durante o Cretáceo. Há indícios de coevolução entre estes grupos, pois algumas plantas polinizadas por abelhas tendem a produzir uma quantidade limitada de pólen aderente que não se dispersa facilmente pelo vento (Michener, 2000).

As abelhas apresentaram duas irradiações adaptativas. A primeira associada ao aparecimento das flores de corola rasa das Magnoliophyta e a coevolução das abelhas de língua curta reunidas nas famílias Colletidae, Stenotritidae, Halictidae, Andrenidae, Dasypodidae, Meganomiidae e Melittidae.

Na segunda irradiação associa-se o surgimento de flores tubulares com as abelhas de língua longa reunidas nas famílias Megachilidae e Apidae (Michener, 2000; Silveira, Melo e Almeida, 2002).

O número de espécies descritas de abelhas é de cerca de 17.000, mas a estimativa é que seja de 20.000 e, se considerar as espécies crípticas, este número pode chegar a 30.000. Estas informações e uma ampla revisão sobre as abelhas do mundo encontram-se em Michener (2000), e uma revisão sobre os grupos de ocorrência no Brasil incluindo chaves de identificação encontra-se em Silveira, Melo e Almeida (2002).

O maior grupo de Hymenoptera está em Parasitica os quais na sua maioria são parasitóides, ou seja, necessitam de um hospedeiro para completar o ciclo de vida, mas há espécies fitófagas, formadoras de galha ou predadoras. Em Parasitica o ovipositor não se desenvolveu em ferrão, mas em uma estrutura capaz de penetrar os tecidos animais.

Parasitica contém 48 famílias distribuídas em 10 superfamílias, as quais incluem aproximadamente metade das espécies descritas de Hymenoptera. A maioria das espécies conhecida pertence às superfamílias Ichneumonoidea e Chalcidoidea (Gaston, 1993; Goulet e Huber, 1993; LaSalle e Gauld, 1993).

A interação entre herbívoros, predadores, parasitóides, parasitas e patógenos são freqüentemente cruciais para a sustentação de ecossistemas e sua diversidade, o que faz de Hymenoptera Parasitica um dos grupos chaves na organização dos seres vivos, controlando as populações de diversos outros organismos. Este papel associado ao das abelhas na polinização levou os Hymenoptera a ser considerada a mais benéfica do ponto de vista humano, pois a polinização é um processo vital em quase todos os ecossistemas terrestres produtivos (Brandão, 1999; Kevan, 1999).

As abelhas buscam néctar, pólen e óleo em um conjunto de espécies de plantas, diferente para cada espécie de abelha. São definidas como oligolécitas quando utilizam um pequeno número de plantas botanicamente relacionadas, ou polilécitas quando utilizam diferentes grupos botânicos na busca de alimento (Barbosa, Laroca e Almeida, 2000). O mesmo acontece com as plantas; cada espécie tem um ou vários polinizadores (Absy et al., 1984).

As abelhas, reconhecidamente, formam um grupo chave na manutenção da diversidade das angiospermas e Roubik (1993) fez uma estimativa da importância das mesmas em um estudo nas florestas úmidas do Panamá, salientando que se as abelhas forem destruídas a floresta modificará sua estrutura.

A preocupação com o declínio das populações de abelhas silvestres vai além da preocupação geral com a perda da diversidade de espécies, pois muitas dessas abelhas são importantes polinizadores de plantas cultivadas.

Estima-se que 85% das espécies cultivadas dependem de polinização por insetos na União Européia e Estados Unidos (Williams, 2002), e nas regiões tropicais estima-se que 25% dos cultivos dependem de abelhas para polinização (Heard, 1999 apud Richards, 2001; Castro, 2002). Segundo Kerr et al. (2001), os meliponídeos brasileiros seriam responsáveis, conforme o ecossistema considerado, por 40 a 90% da polinização das árvores nativas. Maués (2002) discute a importância das abelhas na polinização da castanheira na Amazônia (*Bertholletia excelsa*), que é uma espécie nativa e de interesse econômico. Outros estudos podem ser encontrados na compilação bibliográfica realizada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2006).

Algumas espécies vegetais são anemofílicas e não precisam dos insetos como agentes polinizadores principais, mas na presença das abelhas, a polinização faz com que aumente a qualidade do fruto, quantidade de sementes e a uniformidade do amadurecimento de um cultivo (O'Toole, 1993; Malagodi-Braga, 2002; Santana et al., 2002; Malerbo-Souza et al., 2002; Witter e Blochtein, 2003; D'Ávila e Marchini, 2005).

Há evidências tanto na Inglaterra como em outros países da Europa de que as populações de abelhas nativas estão em declínio, e Kearns, Inouye e Waser (1998) chamaram a este declínio "Crise de polinização". Os trabalhos pioneiros que tratam dessa questão são os de Kevan (1975 a, b), Williams (1986), Corbet et al. (1991), Osborne et al. (1991) e Kevan (1999).

Populações de muitas plantas nativas e seus polinizadores estão sendo diminuídas e perdidas devido à perda do habitat; o uso de herbicidas pode agravar esta perda e acelerar a extinção das populações de plantas locais (LaMont et al., 1993; Rathcke e Jule, 1993; Kearns e Inouye, 1997). Para os hymenópteros esta perda do habitat reduz o tamanho populacional das espécies. Esse fator, associado ao sistema genético do grupo, a haplodiploidia arrenótoca, minimiza a troca de informações genéticas entre populações isoladas e geram problemas como deriva genética e endocruzamento. Para populações muito pequenas, há o risco de extinção (Kerr et al., 2001).

Vários estudos de polinizadores foram realizados em áreas fragmentadas e observou-se que com o aumento da fragmentação há um declínio da frequência e riqueza de espécies de visitantes nativos, mas as visitas de *Apis* tendem a compensar a diminuição no número de visitas pelas abelhas nativas em pequenos fragmentos (Kearns, Inouye e Waser, 1998).

Embora alguns trabalhos discutam a extinção de plantas em função do declínio de polinizadores, são necessárias mais informações aplicadas a biomas específicos para determinar a magnitude dos efeitos da diminuição da população de polinizadores e os processos de ruptura dessas interações, antes de serem feitas generalizações ou de se distinguir padrões (Richards, 2001).

A maior parte dos trabalhos publicados sobre o uso e manejo de abelhas nativas para a polinização foi realizado em comunidades da América do Norte. Mas a preocupação com a perda de espécies está bem documentada também na Europa tanto que as espécies *Rhopitoides canus* (Halictidae) e *Melitturga clavicornis* (Andrenidae) estão na lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção – Red Data Book (Day, 1992 apud O'Toole, 1993). No Estado de São Paulo quatro espécies de abelhas (Apidae) foram incluídas na lista de espécies ameaçadas de extinção: *Cephalotrigona capitata* (Smith, 1854), *Melipona fuliginosa* Lepeletier 1836, *Oxitrigona tataira* (Smith, 1863), *Scaptotrigona xanthotricha* (Moure, 1950) (São Paulo, 1998).

Muito do declínio da fauna de abelhas nativas é o resultado direto da destruição de habitat e da redução da diversidade floral. Kerr et al. (2001)

associaram a diminuição dos meliponínios brasileiros em função da degradação do ambiente, como o desmatamento, grandes queimadas, destruição de ninhos para alimentação e retirada de árvores idosas pelas serrarias; plantas estas que são utilizadas como local de nidificação pelos novos enxames.

A destruição do habitat significa uma redução na diversidade de plantas fornecedoras de alimentos e poucos locais de nidificação, e isto é a maior causa para o aparente declínio da diversidade e número de abelhas nativas (O'Toole, 1993; Westrich, 1996). A intensificação da agricultura simplifica a estrutura da paisagem.

Uma abelha construtora de ninho pode reproduzir-se somente se em seu habitat tiver um local específico de nidificação, material para a construção do ninho e quantidade suficiente de plantas como fonte de néctar e pólen, pois muitas abelhas são especializadas na seleção de seus recursos. A conservação e manejo desses tipos de habitats são meios efetivos de proteção das espécies, e New (1999) sugere como política conservacionista uma prioridade na conservação de habitat do que listas de espécies.

Assim como as abelhas são importantes componentes na manutenção dos ecossistemas através da polinização, os parasitóides realizam o balanço dos ecossistemas terrestres através da habilidade em regular as populações de insetos fitófagos (LaSalle, 1993; Fonseca et al., 2005; Kagata; Nakamura e Ohguschi, 2005; Tentelier et al., 2005).

Os parasitóides, por definição, necessitam de um hospedeiro para completar o seu ciclo vital e põe ovos dentro, sobre ou perto de outros artrópodos, principalmente insetos, e assim os estágios imaturos completam o desenvolvimento a expensas do hospedeiro. A forma como utilizam este hospedeiro divide o grupo em idiobiontes e coinobiontes (Hawkins, 1990; Wharton, 1993).

Idiobionte mata ou paralisa o hospedeiro e o desenvolvimento é geralmente externo. É considerado generalista, pois utiliza uma grande quantidade de hospedeiros diferentes e ataca geralmente hospedeiro oculto ou protegido. Coinobionte permite a continuação do desenvolvimento do

hospedeiro até determinada fase e tipicamente são endoparasitas. Tem nicho restrito e são chamados especialistas, e atacam hospedeiros em situações expostas (Hawkins, 1990). Uma abordagem evolutiva sobre as estratégias do desenvolvimento dos parasitóides e interações com o hospedeiro encontra-se em Pennacchio e Strand (2006) e uma vasta literatura sobre os himenópteros parasitóides abordando taxonomia, biologia e uso em controle biológico encontra-se em Parra et al. (2002).

Os programas de controle biológico fornecem subsídios para a biologia da conservação dos parasitóides ao observar diretamente e medir a sua capacidade e comportamento reprodutivo (LaSalle, 1993; Parra et al., 2002; van Baaren et al., 2005).

A estrutura da paisagem afeta a distribuição dos parasitóides e conseqüentemente a eficácia no controle das populações de outros insetos. A exploração do ambiente a procura de um hospedeiro é influenciada pela densidade total dos hospedeiros, pela distribuição destes hospedeiros entre as diversas manchas de vegetação e a distribuição destas manchas no ambiente (Fonseca et al., 2005; Hoyle e Harborne, 2005; Roschewitz et al., 2005; Tentelier et al., 2005; van Baaren et al., 2005).

Muitos outros fatores influenciam o tempo e a duração da atividade dos parasitóides, incluindo a fenologia dos hospedeiros, as características da biologia de cada espécie de parasitóide e fatores abióticos (Shapiro e Pickering, 2000; Colinet et al., 2005).

Os parasitóides são reguladores naturais das populações de seus hospedeiros e, indiretamente, de suas plantas nutridoras, pois sem a ação controladora destes, haveria uma explosão na população de herbívoros, o que levaria a destruição das espécies vegetais por eles consumidas (Scatolini e Penteado-Dias, 2003).

Alguns trabalhos demonstraram que há um enriquecimento de inimigos naturais e, conseqüentemente, um controle biológico mais efetivo onde a vegetação natural permanece na margem do cultivo e em associação com as plantações (Solomom, 1981 apud Altieri, Silva e Nicholls, 2003).

A região de Rio Claro, desde os anos 80, tem mudado o perfil agrícola e passou da cultura de café e laranja para a produção de cana-de-açúcar (Troppmair, 1992). Atualmente a zona rural é um mosaico de fragmentos de áreas nativas com característica de cerrado e cerradão envoltas por cultura de cana-de-açúcar. Este perfil torna-se inóspito para o forrageamento de muitas espécies.

As áreas agrícolas, no geral, representam um mosaico de campos cultivados em uma rede de áreas não cultivadas, tais como, barrancos, caminhos, beiras de estrada e pequenas áreas preservadas que fornecem vegetação perene e atuam como refúgio ou reservatório para os insetos. Há um consenso entre os autores sobre a importância de se preservar estas áreas de entorno tanto para as abelhas quanto para os parasitóides (Corbet, Saville e Osborne, 1994; Klemm, 1996; Kearns, Inouye e Waser, 1998; Landis, Wratten e Gurr, 2000; Corbet et al., 2001; Altieri, Silva e Nicholls, 2003).

Esses habitats podem ser importantes locais de hibernação, nidificação e área de dispersão fornecendo um aumento de recursos alimentares alternativos para abelhas e parasitóides, como pólen e néctar, além de servir como locais de abrigo e refúgio para quando as áreas de plantio estiverem sendo trabalhadas.

Conhecer a fauna apícola em áreas de agroecossistema é uma recomendação para poder traçar o perfil do local e subsidiar programas de monitoramento das espécies (Pinheiro-Machado e Silveira, 2006).

## **Material e Métodos**

### ***Caracterização da propriedade rural***

As coletas foram realizadas em uma propriedade particular denominado Sítio São Paulo, localizado no município de Rio Claro/SP.

A região de Rio Claro encontra-se a uma altitude variando de 500 a 700 m, e sua vegetação primitiva classificada como Cerrado foi sistematicamente sendo substituída pelo avanço da área urbana e na área rural substituída primeiramente por plantação de café, passando por laranja e atualmente sendo a cana-de-açúcar a principal cultura. O clima da região segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, ou seja, tropical com duas estações definidas, significando “C” que a média do mês mais frio varia entre 3°C e 18°C, “w” que há seca no inverno e “a” que o mês mais quente apresenta temperatura média superior a 22°C. A precipitação anual média é de 1600 mm. Durante o período de estiagem, que vai de abril a setembro, a precipitação média é inferior a 100

mm (Troppmair, 1992). O solo da região é classificado como latossolo vermelho-amarelo fase arenosa.

A área de estudo situa-se na zona rural do município (latitude 22°20.262' S, longitude 47°32.768'O) (Figura 1). Compreende 58.08 hectares que são utilizados para a produção de grãos (feijão, milho, sorgo e trigo) no sistema de plantio direto, com uso de produtos químicos para controle de pragas e uso de irrigação.

A entrada fica às margens da estrada Rio Claro-Ajapi e faz divisa com outras propriedades rurais (Figura 1). As residências e galpão de trabalho (Figura 2A) são cercadas por área de plantio recortada pelo córrego Cachoeirinha que é represado e utilizado na irrigação dos cultivos (Figura 2B).

Os Hymenoptera foram amostrados em uma área com aproximadamente 38 hectares, esta área foi subdividida em parte A e parte B para melhor caracterizar a fisionomia do local.

A Parte A, próxima ao córrego, tem toda a extensão cercada com arame farpado (Figura 3) delimitando a área de proteção ao leito do rio de 15 m. Nesta área a vegetação predominante é constituída de gramíneas (*Brachiaria* Gris. e *Digitaria* Heist.) e alguns arbustos (*Vernonia polyanthes* Less – Asteraceae e *Solanun erianthus* D. Don.– Solanaceae). Foi utilizada regularmente para a pastagem de gado ou cavalo, e periodicamente ocorreu a capina manual para evitar a propagação de ervas daninhas; a outra margem do córrego é cultivada e cercada por algumas plantas frutíferas formando os pomares dos sítios vizinhos.

A área final da propriedade neste trabalho foi denominada Parte B (Figura 3). O entorno desta área de plantio é delimitado por uma estreita faixa de vegetação (1-3 m) ocupada por pequenas árvores e arbustos, predominando *Cuscuta racemosa* Mart. e *Ipomoea* spp (Convolvulaceae), *Mikania cordifolia* (L.f.) Willd. (Asteraceae) e alguns pés de eucalipto *Eucalyptus* sp. (Myrtaceae); toda esta área é cercada por plantação de cana-de-açúcar da propriedade vizinha. Periodicamente também foram realizadas limpezas nestas faixas de vegetação para evitar o crescimento de plantas invasoras para as áreas de cultivo.

O Sítio São Paulo tem investido na produção de grãos e durante muitos anos têm feito o rodízio com as culturas de milho, feijão, sorgo e trigo, utilizando o sistema de plantio direto que consiste em deixar no solo os restos do cultivo após a colheita dos grãos (Figura 4), que favorece o crescimento de plantas ruderais (Figura 5). Em todas as etapas da produção do Sítio São Paulo, desde a preparação do solo até a colheita, utilizam máquinas agrícolas quer seja para a correção do solo com o uso de calcário, quer seja para a aplicação de herbicidas e inseticidas, ou para a irrigação dos cultivos.

### ***Metodologia de amostragem***

As armadilhas utilizadas neste trabalho consistiram em bandejas plásticas (30 x 21 x 7 cm) pintadas de amarelo com capacidade para 2 litros de líquido, preenchidas de água e gotas de detergente. Em cada bandeja foram feitos dois furos laterais recobertos com tela para eliminar o excesso de água da chuva e impedir a saída dos insetos capturados.

Essas armadilhas foram distribuídas espaçadas 100 metros uma das outras, em duas faixas demarcadas (A e B), segundo a metodologia descrita em Calabuig (2000). A disposição das armadilhas no campo está representada na Figura 1. Esses pontos foram demarcados e as armadilhas colocadas nos mesmos locais, a cada nova coleta (Figura 6).

Na parte A foram demarcados 7 pontos sendo 5 (1-5) ao longo da cerca de arame, na área marginal entre o córrego e a plantação, e 2 (6-7) pontos dentro da linha de plantação em uma rua (caminho) utilizada para o deslocamento dos equipamentos de irrigação.

Na parte B foram demarcados 9 pontos sendo 7 pontos (8-14) ao lado da vegetação de entorno e 2 pontos (15-16) dentro da linha de plantação localizada também em uma rua utilizada para deslocamento.

Foram realizadas duas coletas mensais a partir do mês de maio de 2003 até junho de 2004, com exceção dos meses de outubro de 2003 e janeiro de 2004 com uma coleta somente.



Figura 1: Foto aérea do local de coleta destacando o Sítio São Paulo (linha contínua), a posição das armadilhas no campo (círculos de 1 a 16), a indicação da entrada do sítio e localização do rio Cachoeirinha (Fonte: CEAPLA/UNESP).



Figura 2: Vista geral do Sítio São Paulo mostrando em A a localização das áreas residencial e de plantio; a seta indicando a localização da represa, e em B observa-se a represa do Córrego Cachoeirinha utilizada para irrigação dos cultivos.



Figura 3: A- Vista geral da área cercada que delimita a margem do Rio Cachoeirinha denominada de Parte A. B- Vista geral da vegetação de entorno da área denominada de Parte B.



Figura 4: A- Vista geral da área B plantada com sorgo. B- Mesma área após a colheita onde observa-se a palha do cultivo deixada sobre o solo (sistema de plantio direto).



Figura 5: A- Vista geral da área plantada com sorgo onde se observa ao fundo a vegetação de entorno. B- Crescimento de nabiça (*Raphanus raphanistrum*) em área sem cultivo.



Figura 6: A e B- Armadilhas utilizadas para coletar Hymenoptera colocadas em diferentes pontos da área de estudo diretamente sobre o solo.

As armadilhas foram colocadas diretamente sobre o chão no final do dia em local aberto para evitar que a vegetação ao redor diminuísse a incidência de luz solar sobre as mesmas, e foram preenchidas com água e detergente para quebrar a tensão superficial da água (Figura 6).

Este tipo de armadilha, também conhecida como armadilha de Moericke, tem sido utilizada para amostrar insetos fitófagos e de pragas agrícolas, para levantamento faunístico, monitoramento de populações de insetos em áreas fragmentadas e no manejo de habitats. Com as amostras obtidas com esta metodologia, pode-se estimar a abundância relativa, a riqueza de espécie e a diversidade (Southwood, 1978; Usher, 1990; Aizen e Feinsinger, 1994; Leong e Thorp, 1999; Calabuig, 2000; Bartholomew e Prowell, 2005).

Em todos os pontos de coleta as armadilhas foram retiradas de 36 a 40 horas depois de colocadas dependendo do ponto de amostra. Para evitar que algum ponto ficasse mais tempo exposto, as retiradas ocorreram alternando entre a parte A e B, sendo que em um dia iniciava-se a retirada das amostras pelo ponto 1 da parte A e em outro dia iniciava-se a retirada pelo ponto 8 da parte B.

O conteúdo de cada armadilha foi coado em uma peneira de malha fina, os insetos retirados com pinça e transferidos para um frasco contendo álcool 70% identificado pelo ponto de amostragem e data de coleta.

Os frascos foram levados ao laboratório e os representantes da Ordem Hymenoptera foram retirados e agrupados em formigas, microhimenópteros, abelhas e vespas. Cada grupo foi colocado em frasco separado por data e ponto de coleta. Na triagem prévia dos exemplares coletados utilizou-se a chave de identificação de Goulet e Huber (1993) para os parasitóides, e as chaves de Michener, McGinley e Danforth (1994) e de Silveira, Melo e Almeida (2002) para as abelhas.

Os representantes de parasitóides foram identificados até o nível de família pela Dra. Sandra Maria Pasenow Braga e os representantes de abelhas foram identificados pela Dra. Isabel Alves dos Santos e o grupo de Halictidae pela Dra. Beatriz Woiski T. Coelho. Material testemunho foi depositado no

Centro de Estudos de Insetos Sociais (CEIS -UNESP – Rio Claro/SP) e na Coleção Paulo Nogueira Neto da Universidade de São Paulo (USP – SP).

Os dados de climatologia foram obtidos na Estação Meteorológica de Rio Claro (latitude 22° 23' S, longitude 47° 32' W, altitude 626,5 m) do CEAPLA – IGCE - UNESP de Rio Claro / SP.

## ***Análise dos dados***

### **Abelhas**

A diversidade das espécies de abelhas coletadas foi medida pelo índice de Shannon (Magurran, 1988), pelo índice de Equitabilidade (“Evenness”) que representa a participação relativa da diversidade real estimada em função da diversidade máxima teoricamente esperada ( $E=H'/H_{max} \times 100$ ), bem como pelo índice de Simpson  $1/(D= \sum p_i^2)$  para verificar a dominância de espécies. O programa utilizado para estes cálculos foi o BIO-DAP (Thomas, 2000).

Foram calculadas as freqüências relativas dos táxons ( $FR = n \times 100/N$ ; onde  $n$ =número de abelha coletada/táxon e  $N$ = número total de abelhas coletadas) e as freqüências relativas dos gêneros dentro da família ( $FRF = n \times 100/NF$ ; onde  $n$ =número de abelhas e  $NF$ = número total de abelhas coletadas da família).

### **Parasitóides**

Os exemplares coletados foram agrupados por superfamílias e famílias.

Foi calculada a freqüência relativa das superfamílias e famílias de himenópteros parasitóides em relação ao total de himenópteros parasitóides coletados ( $FR$ ) e a freqüência relativa de himenópteros parasitóides coletados em relação ao total de himenópteros parasitóides da superfamília a que pertencem ( $FRS$ ).

Através de análise gráfica observou-se o padrão de flutuação e variação dos grupos ao longo do período de coleta associando com os dados de temperatura e pluviosidade do período. Para verificar a influência das variáveis climáticas sobre o total de exemplares coletados, foi utilizado o teste de correlação de Spearman através do programa BioEstat 3.0 (Ayres et al., 2003). O nível de significância foi de 0,05.

## Resultados gerais

Os resultados obtidos neste estudo foram organizados e analisados em três capítulos, os dois primeiros referentes aos Hymenoptera parasitóides e o terceiro referente às abelhas.

O capítulo 1 “Himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) coletados em área agrícola no município de Rio Claro, SP, Brasil” trata da análise comparativa da frequência dos parasitóides encontrado neste estudo e em outras áreas agrícolas.

O capítulo 2 “Variação temporal de parasitóides (Insecta: Hymenoptera) coletados em área agrícola no município de Rio Claro/SP” aborda a distribuição temporal da comunidade dos parasitóides coletados associando com as variáveis climáticas, a influência da vegetação de entorno, a aplicação de produtos químicos na área estudada e a distribuição de Braconidae idio- e coinobiontes, comparando com outros estudos em áreas preservadas.

O capítulo 3 “Composição e diversidade de abelhas (Hymenoptera) atraídas por armadilha Moericke em área agrícola no município de Rio Claro – SP” apresenta a estrutura da comunidade das abelhas coletadas na área, a distribuição temporal dos gêneros encontrados e a influência da dinâmica de plantio na área sobre a ocorrência das abelhas encontradas.

***Capítulo 1: Himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) coletados em área agrícola no município de Rio Claro, SP, Brasil.***



Representantes de vespas parasitóides coletados na área de estudo.

HIMENÓPTEROS PARASITÓIDES (INSECTA, HYMENOPTERA)  
COLETADOS EM ÁREA AGRÍCOLA NO MUNICÍPIO DE RIO CLARO, SP,  
BRASIL.

L. Souza<sup>1</sup>, S.M.P. Braga<sup>2</sup>, M.J.O. Campos<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade São Francisco – USF – CEP 12916-900 – Bragança Paulista, SP, Brasil ([luceli.souza@saofrancisco.edu.br](mailto:luceli.souza@saofrancisco.edu.br))

<sup>2</sup> Doutora em Ecologia e Recursos Naturais (UFSCAR) – [sanbio@ig.com.br](mailto:sanbio@ig.com.br)

<sup>3</sup> Departamento de Ecologia (UNESP/Rio Claro) – [mjoc@rc.unesp.br](mailto:mjoc@rc.unesp.br)

RESUMO

Em uma área agrícola no município de Rio Claro, São Paulo, Brasil, no período de maio de 2003 a junho de 2004, foram coletados 5308 indivíduos de himenópteros parasitóides, usando armadilha de Moericke, pertencentes a 8 superfamílias e 22 famílias. As famílias Mymaridae, Encyrtidae, Scelionidae e Platygastriidae foram as mais comuns com frequência relativa de 30,88%, 19,05%, 14,96% e 6,69%, respectivamente, com relação ao total de parasitóides coletados. As demais 18 famílias foram coletadas em frequência menor do que 5%.

PALAVRAS-CHAVE: Rio Claro, agroecossistema, Hymenoptera, parasitóides, levantamento.

ABSTRACT

Parasitoid Hymenoptera (Insecta, Hymenoptera) collected in an agro ecosystem area at the municipal district of Rio Claro, SP, Brazil.

Parasitoid Hymenoptera were collected by using Moericke trap placed in an agricultural area from May-2003 to June-2004. A total of 5308 specimens of parasitoids, belonging to 8 superfamilies and 22 families, were collected. Mymaridae, Encyrtidae, Scelionidae and Platygastriidae were the most common families, being responsible for 30.88%, 19.05%, 14.96% and 6.69% of the total number of parasitoids collected, respectively. Other eighteen families were present with relative frequency lower than 5%.

KEY WORDS: Rio Claro, agro ecosystem, Hymenoptera, parasitoids, survey

## INTRODUÇÃO

A Ordem Hymenoptera é um grupo de insetos importante para o homem e inclui espécies fitófagas, sociais, solitárias e parasitóides. Essa Ordem é dividida em duas subordens, os Symphyta e os Apocrita e, estes, se subdividem em Aculeata e Parasitica. Em Aculeata estão incluídos os grupos sociais e também algumas vespas parasitóides solitárias (Gauld e Bolton, 1988).

Os Parasitica representam o grupo mais rico em espécies de Hymenoptera; são comuns e abundantes em todos os ecossistemas terrestres, desenvolvem-se como parasitóides de muitos insetos (Quicke, 1997) e constituindo-se em importantes elementos da fauna por seu controle sobre as populações de outros insetos e por sua habilidade em responder à densidade das populações de seus hospedeiros (La Salle, 1993).

Existe uma vasta literatura sobre os himenópteros parasitóides abordando principalmente taxonomia, biologia e o uso em controle biológico, mas poucos trabalhos sobre a composição faunística. No Brasil em área de Mata Atlântica Azevedo e Santos (2000) fizeram o levantamento em Cariacica (ES), Azevedo et al. (2002) em Vitória (ES), Perioto e Lara (2003) em Ubatuba (SP), Perioto et al. (2005) em Iguape (SP).

Em área de Cerrado foram desenvolvidos alguns trabalhos em diferentes regiões do país tais como Marchiori et al. (2001) em Itumbiara (GO), Marchiori et al. (2003) em Araporã (MG) e Itumbiara (GO), Silva et al. (2003) em Lavras (MG), Perioto (1991) e Braga (2002) em São Carlos (SP).

Pouco se conhece a respeito da composição faunística do grupo em agroecossistemas, exceto pelos trabalhos de Perioto et al. (2002a, 2002b, 2004) em culturas de algodão, soja e café, respectivamente, na região de Ribeirão Preto/SP. Na região de Rio Claro nenhum levantamento ainda foi realizado o que justifica a realização deste estudo.

## OBJETIVOS

Este trabalho teve por objetivo o estudo da composição da fauna de himenópteros parasitóides em ambiente agrícola na região de Rio Claro, São Paulo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento de espécies foi realizado em uma área de 10 alqueires de plantação do Sítio São Paulo no município de Rio Claro, SP (22° 20'S, 47° 32'W), no período de maio de 2003 a junho de 2004. Esta propriedade caracteriza-se pelo plantio direto de grãos, em sistema de rodízio entre sorgo, milho, feijão e trigo. As coletas foram realizadas quinzenalmente utilizando 16 armadilhas do tipo Moericke, preenchidas com água e gotas de detergente, colocadas diretamente sobre o solo com 100 metros de distância entre si e expostas por 36 horas no campo. Os himenópteros parasitóides coletados foram mantidos em álcool a 70% e identificados ao nível de família com auxílio de chaves de identificação de Goulet e Huber (1993). Os resultados foram analisados através de estatística descritiva.

O material coletado foi depositado na coleção de Hymenoptera do Centro de Estudos de Insetos Sociais (CEIS) da UNESP de Rio Claro, SP.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados 5.308 himenópteros parasitóides pertencentes a 22 famílias distribuídas em 8 superfamílias (Tabela 1). Esses valores são muito semelhantes aos encontrados em culturas de algodão e café, onde foram encontradas 8 superfamílias, e 22 e 21 famílias, respectivamente, e maior do

que os valores encontrados em cultura de soja onde foram encontradas 7 superfamílias e 15 famílias de himenópteros parasitóides (Tabela 2).

Tabela 1 – Número de indivíduos coletados pertencentes às diferentes famílias de himenópteros parasitóides em área agrícola no município de Rio Claro, SP, com a utilização de armadilha de Moericke.

| <b>Superfamília</b>       | <b>Família</b>    | <b>Total de indivíduos coletados</b> | <b>FR</b>    | <b>FRS</b> |
|---------------------------|-------------------|--------------------------------------|--------------|------------|
| <b>Ceraphronoidea</b>     |                   | <b>240</b>                           | <b>4.52</b>  |            |
|                           | Ceraphronidae     | 221                                  | 4.16         | 92.08      |
|                           | Megaspilidae      | 19                                   | 0.36         | 7.92       |
| <b>Chalcidoidea</b>       |                   | <b>3189</b>                          | <b>60.08</b> |            |
|                           | Eulophidae        | 224                                  | 4.22         | 7.02       |
|                           | Mymaridae         | 1639                                 | 30.88        | 51.40      |
|                           | Pteromalidae      | 117                                  | 2.20         | 3.67       |
|                           | Encyrtidae        | 1011                                 | 19.05        | 31.70      |
|                           | Chalcididae       | 72                                   | 1.36         | 2.26       |
|                           | Eurytomidae       | 28                                   | 0.53         | 0.88       |
|                           | Trichogrammatidae | 30                                   | 0.57         | 0.94       |
|                           | Eupelmidae        | 5                                    | 0.09         | 0.16       |
|                           | Aphelinidae       | 41                                   | 0.77         | 1.29       |
|                           | Torymidae         | 15                                   | 0.28         | 0.47       |
|                           | Eucharitidae      | 1                                    | 0.02         | 0.03       |
|                           | Elasmidae         | 6                                    | 0.11         | 0.19       |
| <b>Chrysidoidea</b>       |                   | <b>102</b>                           | <b>1.92</b>  |            |
|                           | Bethylidae        | 102                                  | 1.92         | 100.00     |
| <b>Cynipoidea</b>         |                   | <b>160</b>                           | <b>3.01</b>  |            |
|                           | Eucoelidae        | 160                                  | 3.01         | 100.00     |
| <b>Evanoidea</b>          |                   | <b>15</b>                            | <b>0.28</b>  |            |
|                           | Evaniidae         | 15                                   | 0.28         | 100.00     |
| <b>Ichneumonoidea</b>     |                   | <b>217</b>                           | <b>4.09</b>  |            |
|                           | Ichneumonidae     | 142                                  | 2.68         | 65.44      |
|                           | Braconidae        | 75                                   | 1.41         | 34.56      |
| <b>Platygastroidea</b>    |                   | <b>1149</b>                          | <b>21.65</b> |            |
|                           | Scelionidae       | 794                                  | 14.96        | 69.10      |
|                           | Platygastridae    | 355                                  | 6.69         | 30.90      |
| <b>Proctotrupeoidea</b>   |                   | <b>236</b>                           | <b>4.45</b>  |            |
|                           | Diapriidae        | 236                                  | 4.45         | 100.00     |
| <b>Total parasitóides</b> |                   | <b>5308</b>                          |              |            |

FR = Frequência relativa das superfamílias e famílias de himenópteros parasitóides em relação ao total de himenópteros parasitóides coletados.

FRS = Frequência relativa de himenópteros parasitóides coletados em relação ao total de himenópteros parasitóides da superfamília a que pertencem.

As superfamílias mais frequentemente encontradas neste levantamento foram Chalcidoidea e Platygastroidea responsáveis por 60,08% e 21,65% dos

indivíduos coletados. Estas superfamílias também foram as mais coletadas em cultura de café (48,7% e 17,3%, respectivamente) e em cultura de soja (44,31% e 43,51%, respectivamente) (Perioto et al. 2002b, 2004). Em culturas de algodão, Perioto et al. (2002a) verificaram que Chalcidoidea representou 84,37% do total dos indivíduos coletados, enquanto Platygastroidea representou apenas 7,06%.

Tabela 2 – Dados comparativos de himenópteros parasitóides coletados em culturas agrícolas utilizando armadilha Moericke.

| Cultura agrícola                    | Nº. total exemplares | Nº. de superfamílias | Nº. de famílias | Nº. de armadilhas | Período de coleta       | Fonte                 |
|-------------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------|-------------------|-------------------------|-----------------------|
| Algodão                             | 16.166               | 8                    | 22              | 84                | 23/02 a 03/04/2001      | Perioto et al., 2002a |
| Soja                                | 4.969                | 7                    | 15              | 84                | 24/03 a 07/04/2000      | Perioto et al., 2002b |
| Café                                | 5.228                | 8                    | 21              | 84                | 10/12/2001 a 03/01/2002 | Perioto et al., 2004  |
| Grãos (milho, sorgo, feijão, trigo) | 5.308                | 8                    | 22              | 17                | 05/05/2003 a 21/06/2004 | Este levantamento     |

Neste estudo, na superfamília Chalcidoidea, as famílias mais abundantes em termos de número de indivíduos foram Mymaridae e Encyrtidae que representaram 30,88% e 19,05% do número total de himenópteros parasitóides coletados, respectivamente, seguidas das famílias Scelionidae e Platygastriidae, pertencentes à superfamília Platygastroidea, representadas em frequências relativas de 14,96% e 6,69%, respectivamente. As dezoito famílias restantes apresentaram frequências relativas inferiores a 5%.

A família Encyrtidae foi predominante em termos de número de indivíduos amostrados em todos os levantamentos realizados em culturas agrícolas; a frequência dessa família em relação às demais pertencentes à mesma superfamília (FRS) foi de 53,19% em algodão, 49,1% em café, 43,82% em soja (Perioto et al. 2002a, b, 2004) e 31,70% neste levantamento. Esta é uma das mais importantes famílias de Chalcidoidea utilizadas em programas de controle biológico cujas espécies são endoparasitóides de ovos ou larvas de

Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Neuroptera, Orthoptera, Hemiptera, Homoptera e Arachnida (Goulet e Huber, 1993). Esses grupos de hospedeiros são encontrados associados às culturas agrícolas estudadas (Tabela 2) e também foram coletados neste levantamento; isto reforça a forte associação desses parasitóides com o substrato e seus hospedeiros.

A família Mymaridae (Chalcidoidea) apresentou neste levantamento, frequência em relação à superfamília (FRS) de 51,40%, maior que a obtida pelos outros autores (16,89% em algodão, 22,3% em café e 7,45% em soja). Os membros dessa família são espécies parasitóides de ovos de insetos, preferencialmente Homoptera, Hemiptera, Coleoptera e Diptera depositados em locais escondidos tais como tecidos de plantas, debaixo de casca de árvores e em cavidades do solo. No mês de outubro/2003 houve uma coleta de 1087 indivíduos desta família sendo que no campo, iniciava-se o plantio de milho, e o solo continha o restante da colheita de feijão com muitas larvas de Coleoptera. Nas armadilhas, muitos representantes de Diptera foram coletados, sugerindo também uma associação com os hospedeiros da plantação de milho e feijão.

Os Scelionidae (Platygaстроidea) apresentaram uma frequência relativa maior em relação às outras famílias, nos diferentes cultivos. Esse grupo é importante no controle de pragas agrícolas, primariamente, endoparasitóides solitários de ovos de insetos e aranhas (Goulet e Huber, 1993).

As semelhanças nas frequências relativas de famílias e superfamílias na composição faunística de himenópteros parasitóides nestes diferentes cultivos refletem a disponibilidade de hospedeiros encontrados nestes ambientes e substratos, indicando a estratégia generalista da maioria dos himenópteros parasitóides e o potencial uso dos mesmos no controle biológico de pragas agrícolas.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, C.O.; SANTOS, H.S. Perfil da fauna de himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) em uma área de Mata Atlântica da Reserva Biológica de Duas Bocas, Cariacica, ES, Brasil. **Bol. Mus. Biol. Mello Leitão** (N. Ser.), v.11/12, p.117-126, 2000.

AZEVEDO, C.O.; KAWADA, R.; TAVARES, M.T.; PERIOTO, N.W. Perfil da fauna de himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) em uma área de Mata Atlântica do Parque Estadual da Fonte Grande, Vitória, ES, Brasil. **Rev. Bras. Entomol.**, v.46, n.2, p.133-137, 2002.

BRAGA, S.M.P. **Estudo da biodiversidade dos Braconidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea) em três ecossistemas da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.** 2002, 198p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

GAULD, I.D.; BOLTON, B. **The Hymenoptera.** Oxford: Oxford University Press, 1988. 332p.

GOULET, H.; HUBER, J.T. **Hymenoptera of the world: an identification guide to families.** Ontario: Agriculture Canada Publication, 1993. 668p.

LaSALLE, J. Parasitic hymenoptera, biological control and biodiversity. In: LaSALLE, J. e GAULD, I.D. (Ed.). **Hymenoptera and Biodiversity.** Wallingford (UK): C.A.B. International, 1993. 348p. Cap. 8.

MARCHIORI, C.H.; SILVA, C.G.; CALDAS, E.R.; ALMEIDA, K.G.S.; CARVALHO, S.A.; PENTEADO-DIAS, A.M.; DIAZ, N.B.; GALLARDO, F.E. Parasitóides da subfamília Eucoilinae (Hymenoptera: Cynipoidea: Figitidae) coletados em um remanescente de mata de cerrado em Itumbiara, GO. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo [on line], v.68, n.1, p.65-67, jan./jun., 2001. Disponível em <[http://www.biologico.sp.gov.br/arquivos/V68\\_1/12.pdf](http://www.biologico.sp.gov.br/arquivos/V68_1/12.pdf)>. Acesso em 20 jan.2006.

MARCHIORI, C.H.; PEREIRA, L.A.; BORGES, V.R.; RIBEIRO, L.C.S.; SILVA FILHO, O.M.; DIAZ, N.B.; GALLARDO, F. Parasitóides da subfamília Eucoilinae (Hymenoptera: Figitidae) coletados em armadilhas de bacias amarelas e armadilhas Malaise em Araporã, Minas Gerais e Itumbiara, Goiás. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo [on line], v.70, n.2, p.207-209, abr./jun., 2003. Disponível em <[http://www.biologico.sp.gov.br/arquivos/V70\\_2/marchiori3.pdf](http://www.biologico.sp.gov.br/arquivos/V70_2/marchiori3.pdf)>. Acesso em 20 jan.2006.

PERIOTO, N.W. **Perfil da fauna de Hymenoptera Parasitica, incluindo Chrysidoidea, do cerrado da Fazenda Canchim (EMBRAPA, São Carlos, SP).** São Carlos, 1991. 70p. (Dissertação Mestrado – Universidade Federal de São Carlos).

PERIOTO, N.W.; LARA, R.I.R.; SANTOS, J.C.C. DOS; SELEGATTO, A. Himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) coletados na cultura de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) (Malvaceae), no município de Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Rev. Bras. Entomol.**, v.46, n.2, p.165-168, 2002a.

PERIOTO, N.W.; LARA, R.I.R.; SANTOS, J.C.C. DOS; SILVA, T.C. Himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) coletados na cultura de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) (Fabaceae), no município de Nuporanga, SP, Brasil. **Rev. Bras. Entomol.**, v.46, n.2, p.185-187, 2002b.

PERIOTO, N.W.; LARA, R.I.R. Himenópteros parasitóides (Insecta : Hymenoptera) da Mata Atlântica. I. Parque Estadual da Serra do Mar, Ubatuba, SP, Brasil. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo [on line] v.70, n.4, p.441-445, out./dez., 2003. Disponível em <[http://www.biologico.sp.gov.br/arquivos/V70\\_4/perioto.pdf](http://www.biologico.sp.gov.br/arquivos/V70_4/perioto.pdf)>. Acesso em 20 jan.2006.

PERIOTO, N.W.; LARA, R.I.R.; SELEGATTO, A.; LUCIANO, E.S. Himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) coletados na cultura de café *Coffea arabica* L. (Rubiaceae) em Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo [on line], v.71, n.1, p.41-44, jan./mar., 2004. Disponível em <[http://www.biologico.sp.gov.br/arquivos/v71\\_1/perioto2.pdf](http://www.biologico.sp.gov.br/arquivos/v71_1/perioto2.pdf)>. Acesso em 20 jan.2006.

PERIOTO, N.W.; LARA, R.I.R.; SELEGATTO, A. Himenópteros parasitóides da Mata Atlântica.II. Núcleo Grajaúna, Rio Verde da Estação Ecológica Juréia-Itatins, Iguape, SP, Brasil. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo [on line], v.72, n.1, p.81-85, jan./mar., 2005. Disponível em <[http://www.biologico.sp.gov.br/arquivos/V72\\_1/perioto2.PDF](http://www.biologico.sp.gov.br/arquivos/V72_1/perioto2.PDF)>. Acesso em 20 jan.2006.

QUICKE, D.L.J. **Parasitic wasps.** London: Chapman & Hall, 1997. 470p.

SILVA, C.G., MARCHIORI, C.H., TORRES, L.C. Eucoilinae (Hymenoptera: Figitidae) coletados em Lavras, Minas Gerais. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo [on line], v.70, n.4, p.425-427, out./dez., 2003. Disponível em <[http://www.biologico.sp.gov.br/arquivos/V70\\_4/silva1.pdf](http://www.biologico.sp.gov.br/arquivos/V70_4/silva1.pdf)>. Acesso em 20 jan.2006.

**Capítulo 2:** *Variação temporal de parasitóides (Insecta: Hymenoptera) coletados em área agrícola no município de Rio Claro/SP.*



Parasitóides coletadas na área de estudo pertencentes às superfamílias a-Chryridoidea, b-Evanioidea e c-Ichneumonoidea.

## VARIAÇÃO TEMPORAL DE PARASITÓIDES (INSECTA: HYMENOPTERA) COLETADOS EM ÁREA AGRÍCOLA NO MUNICÍPIO DE RIO CLARO/SP.

### RESUMO

Este trabalho teve por objetivo estudar a fenologia (distribuição temporal) da comunidade de parasitóides coletados em uma área agrícola no município de Rio Claro, SP, no período de maio de 2003 a junho de 2004, usando armadilha Moericke. A superfamília Chalcidoidea apresentou a maior frequência relativa (60.08%) seguida de Platygastroidea (21.65%). As demais superfamílias Ceraphronoidea, Proctotrupeoidea, Ichneumonoidea, Cynipoidea, Chrysidoidea e Evanioidea apareceram com frequência menor do que 5%. Não foi observado nenhum padrão no período de atividades desta comunidade de parasitóides, e não houve correlação estatisticamente significativa entre o total de indivíduos coletados com as variáveis climáticas de temperatura e pluviosidade, exceto para Ichneumonoidea e pluviosidade. Os resultados obtidos permitem inferir que a fenologia dos parasitóides coletados nesta área está mais relacionada com a disponibilidade de hospedeiros do que diretamente com os fatores climáticos.

### INTRODUÇÃO

Os Parasitica representam o grupo mais rico em espécies entre os Hymenoptera; são comuns e abundantes em todos os ecossistemas terrestres e desenvolvem-se como parasitóides de muitos insetos. Atuam em um nível trófico alto, tendem a ser muito especializados e quase todas as espécies são pouco conhecidas em termos ecológicos. Em função destas características Shaw (2006) afirma que o grupo é especialmente vulnerável à extinção. A grande importância e também a vulnerabilidade dos Hymenoptera nos ecossistemas terrestres, incluindo os parasitóides, são amplamente discutidas em LaSalle e Gauld (1993).

Na fase adulta, os Parasitica são insetos de vida livre; as formas jovens, por outro lado, desenvolvem-se como parasitas de muitos insetos, geralmente de suas formas imaturas (Wharton, 1993; Quicke, 1997) e em poucos casos como parasitas de aranhas (Loiácono e Margaría, 2004). Ovos de insetos e de aranhas também são utilizados como hospedeiros.

O desenvolvimento das fases imaturas pode ser gregário ou solitário e o parasitismo pode ser externo (ectoparasitóide) ou interno (endoparasitóide) (Hawkins, 1990; Gauld e Bolton, 1998; Parra et al., 2002).

O ectoparasitismo é uma condição primitiva e os parasitóides externos geralmente paralisam hospedeiros que ocorrem em locais ocultos tais como túneis em troncos, pupários, folhas enrolados, e casulos. Muitas espécies injetam veneno antes da postura dos ovos e a paralisia da presa, resultante, pode ser temporária ou permanente.

O endoparasitismo evoluiu independentemente em diversas ocasiões e como os parasitóides ficam sujeitos ao ataque do sistema imunológico do hospedeiro, várias estratégias são usadas para superar esta barreira, incluindo a injeção de vírus no momento da oviposição que serve para controlar as reações imunes do hospedeiro (Pennachio e Strand, 2006). Estes e outros aspectos da biologia dos parasitóides podem ser encontrados em Gauld e Bolton (1988), Quicke (1997), Goulet e Huber (1993) e Parra et al., (2002).

Askew e Shaw (1986) distinguiram dois grupos de parasitóides de acordo com o tipo de associação que estabelecem com os hospedeiros: os idiobiontes e os coinobiontes.

As espécies que matam ou imobilizam o hospedeiro no momento do ataque são chamadas idiobiontes, ou seja, não permitem que o hospedeiro se desenvolva depois da oviposição; usualmente o desenvolvimento é externo, atacam uma grande quantidade de hospedeiros de difícil localização ou protegidos e, por isso, são chamados também de generalistas (Hawkins, 1990).

Por outro lado, as espécies chamadas de coinobiontes são aquelas que permitem o desenvolvimento do hospedeiro depois da oviposição e não o mata até um estágio mais tardio. Tipicamente são endoparasitóides com nichos mais restritos e, por isso, são também definidos como especialistas pois se

utilizam de estratégias complexas para vencer as barreiras fisiológicas dos hospedeiros (Askew e Shaw, 1986). Frequentemente atacam hospedeiros expostos, de fácil localização (Hawkins, 1990).

Os parasitóides são particularmente importantes nas comunidades terrestres, reguladas por interações entre espécies organizadas em pelo menos três níveis tróficos, ou seja, plantas, herbívoros e inimigos naturais (Rosenheim, 1998).

Fatores abióticos podem modificar a qualidade, o crescimento e a composição da vegetação; essas mudanças podem, por sua vez, afetar a comunidade de herbívoros e modular as interações presa-predador. Nesse caso, alterações na disponibilidade de recursos podem produzir efeitos da base para o topo na cadeia alimentar (Gratton e Denno, 2003; Fonseca et al., 2005; Kagata, Nakamura e Ohguschi, 2005).

A extensão na qual as populações de insetos fitófagos e as comunidades são reguladas e estruturadas do topo para a base, por meio de interações hospedeiro/parasitóide despertou a atenção dos ecólogos na metade do último século e alguns estudos intensivos de campo deram suporte a esta teoria. Vários programas de controle biológico evidenciaram que os parasitóides podem regular a população de hospedeiros, de um modo dependente da densidade, o que os torna essenciais para manter o balanço ecológico (LaSalle e Gauld, 1992). Entretanto, em muitos estudos foi reconhecido que parasitóides introduzidos causaram redução na população de hospedeiros até certo ponto, a partir do qual outros processos regulatórios puderam então atuar (Shaw, 2006).

Muitos fatores influenciam o tempo e duração da atividade dos parasitóides, incluindo a fenologia dos hospedeiros, as características biológicas de cada espécie e fatores abióticos.

O padrão sazonal de atividade em insetos é frequentemente correlacionado com temperatura, mas em áreas tropicais as variações de temperatura são mínimas e, portanto, a umidade e o regime de chuvas parecem influenciar mais a sazonalidade dos insetos (Wolda, 1988).

Alguns estudos em florestas demonstraram que o maior pico de atividade de insetos diminui significativamente durante a estação seca e aumenta com o início da estação chuvosa (Novotny e Basset, 1998). Smythe (1985 apud Shapiro e Pickering, 2000), trabalhando com abundância sazonal de insetos em floresta tropical levantou a hipótese de que os picos de abundância ocorrem quando a disponibilidade de alimento é maior. Para os parasitóides, Janzen (1983) sugeriu que a flutuação anual da chuva pode ser, de fato, uma força direcional significativa da flutuação sazonal.

A sazonalidade dos hospedeiros é um fator importante na determinação da fenologia do vôo dos parasitóides, e Shapiro e Pickering (2000) sugerem que o período úmido é crítico para a atividade de insetos e fator preponderante na estruturação das comunidades de parasitóides tropicais, principalmente devido ao controle da base para o topo nas redes tróficas, regulada pela qualidade dos recursos vegetais.

Shapiro e Pickering (2000), citam que o estresse por água determina a fenologia das plantas, a atividade e performance dos herbívoros e a busca destes, como hospedeiros, pelos parasitóides. A exploração de hospedeiros é influenciada pela densidade total dos mesmos, por sua distribuição entre as diferentes manchas de vegetação, e pela distribuição destas manchas no ambiente. Por sua vez, a fêmea parasitóide ajusta sua estratégia de oviposição e seu tempo de alocação na mancha a fim de otimizar a distribuição dos seus ovos entre as diferentes manchas de hospedeiros (van Baaren et al., 2005).

A paisagem agrícola é caracterizada por um mosaico de habitats em constante mudança, que atua na atração e sustentação dos insetos praga e/ou seus inimigos naturais (Altieri, Cure e Garcia, 1993; Shelton e Badenes-Perez, 2006). A intensificação da agricultura tem levado a consideráveis perdas na diversidade de habitats naturais, o que influencia a sobrevivência da população e a biodiversidade dentro dos habitats (Tscharntke e Brandl, 2004).

Habitats fragmentados sustentam uma comunidade menos diversificada de inimigos naturais resultando em baixas taxas de predação ou parasitismo nas populações praga. Os fatores que modulam a influência da estrutura das paisagens sobre a eficiência no controle de populações de insetos praga por

inimigos naturais, incluem a área de forrageamento e a habilidade de dispersão, que por sua vez, estão relacionadas ao tamanho corpóreo (With et al, 2002; Tscharntke e Brandl, 2004).

Roschewitz et al. (2005) estudando em área agrícola a taxa de parasitismo em afídeos observaram que os parasitóides, mais abundantes em paisagens mais complexas do que em áreas homogêneas de plantação de trigo, responderam à complexidade da paisagem em escalas de 1 a 2 km.

Muitos estudos em áreas agrícolas se concentram no complexo de parasitóides que atacam uma espécie de planta em particular (Altieri, Cure e Garcia, 1993; Parra et al., 2002; Luna e Sánchez, 1999). Por outro lado, estudos envolvendo a comunidade de parasitóides como um todo, considerando mais a estrutura dessa comunidade em uma determinada área agrícola, são ainda escassos.

A descrição da composição faunística nas mais diferentes áreas, é um passo importante para a compreensão da estrutura e do funcionamento das comunidades terrestres (Hawkins e Lawton, 1987). Esse é o ponto de partida para a proposição de programas de manejo que visem a conservação da biodiversidade e o uso racional dos bens e serviços prestados pelos ecossistemas.

Este trabalho teve por objetivo estudar a fenologia (distribuição temporal) das espécies que compõem a comunidade de parasitóides em uma área agrícola no município de Rio Claro, S P.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O levantamento de espécies de parasitóides em uma área agrícola na região de Rio Claro foi realizado no período de maio de 2003 a junho de 2004 (Figura 1). A amostragem foi feita com o auxílio de armadilhas do tipo Moericke. A caracterização da área de estudo e a metodologia de coleta,

incluindo informações sobre a distribuição espacial e temporal das armadilhas no campo, são descritas no Capítulo 3.

As análises aqui apresentadas referem-se à distribuição temporal das diferentes famílias de parasitóides amostradas.

Os dados meteorológicos para o período e área de estudo foram obtidos dos registros do Centro de Estudos de Análise e Planejamento Ambiental (CEAPLA - UNESP/Rio Claro). Para verificar a influência das variáveis climáticas sobre o total de exemplares coletados a cada período, foi utilizado o Teste de Correlação de Spearmam, com nível de significância de 0,05.

As famílias que apresentaram maior frequência relativa foram separadas e os exemplares agrupados segundo as áreas amostradas, ou seja, parte A (7 armadilhas) e parte B (9 armadilhas), conforme a distribuição das armadilhas no campo (Figura 1). Foi realizado o Teste de Mann-Whitney com nível de significância de 0,05. Este teste não-paramétrico compara as medianas de duas amostras não pareadas (Fowler, Cohen e Jarvis, 1998) e foi utilizado para verificar se houve diferença entre o número de indivíduos coletados na parte A e parte B, e assim inferir se a vegetação de entorno destas áreas influenciou na composição da fauna coletada.

Para a realização dos testes estatísticos foi utilizado o programa BioEstat versão 3.0 (Ayres et al., 2003).

As subfamílias de Braconidae foram agrupadas em coinobiontes e idiobiontes e foram tratadas separadamente em função de sua importância ecológica e seu papel como grupo indicador do grau de preservação dos ecossistemas (Restello e Penteado-Dias, 2006). O Índice de Diversidade de Shannon foi aplicado às famílias desse grupo e para tanto, foi utilizado o programa BIO-DAP (Thomas, 2002).

Foi organizado um cronograma de coletas, de plantio dos diferentes cultivos e de aplicação de produtos químicos utilizados nas lavouras para auxiliar a interpretação dos resultados obtidos.



Figura 1: Foto aérea do local de coleta delimitando o Sítio São Paulo (linha contínua), a posição das armadilhas no campo (círculos de 1 a 16), a indicação da entrada do sítio e localização do rio Cachoeirinha (Fonte: CEAPLA – Unesp – Rio Claro).

## RESULTADOS

### 1 - Variação temporal das superfamílias amostradas.

Foram coletados 5308 himenópteros parasitóides distribuídos em 8 superfamílias e 22 famílias, durante o período de estudo.

A superfamília Chalcidoidea apresentou a maior frequência relativa (60.08%) e foi composta por 12 famílias. A segunda superfamília com maior frequência relativa foi Platygastroidea (21,65%) composta por 2 famílias (Capítulo 1).

As demais superfamílias aparecerem com frequência menor do que 5% (Figura 2).

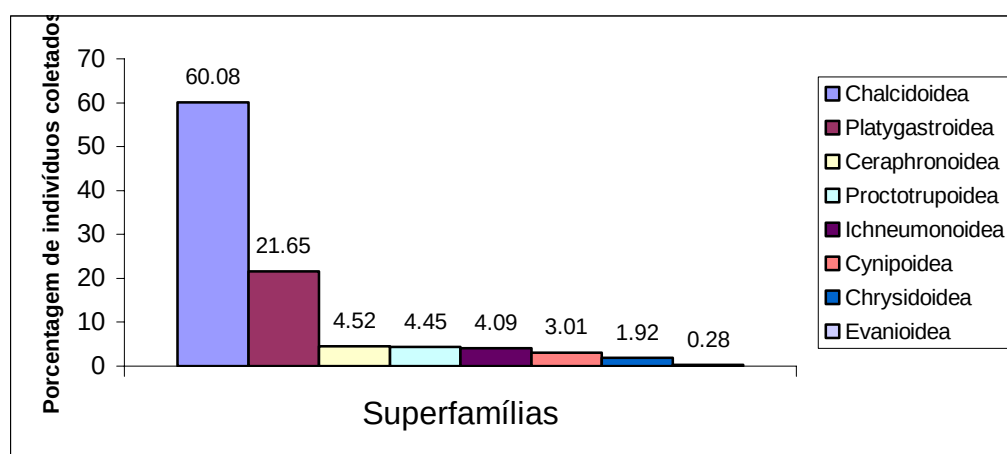


Figura 2: Contribuição das superfamílias na composição da fauna de parasitóides amostrada no sítio São Paulo (Rio Claro, SP), expressa em porcentagem de indivíduos coletados.

A Figura 3 apresenta as curvas de distribuição de Chalcidoidea e Platygastroidea durante o período de estudo.

Observa-se que Chalcidoidea foi mais abundante no período de maio a outubro, com dois picos de ocorrência, um menos marcante em maio, e outro, bastante evidente em outubro. Chama a atenção a baixa frequência de indivíduos dessa superfamília durante a maior parte do período chuvoso, de novembro a março. Entretanto, a correlação entre o número de indivíduos coletados e as variáveis climáticas temperatura (Coeficiente de Spearman  $r_s = -0,1501$ ,  $p = 0,5933$ ) e pluviosidade ( $r_s = -0,3557$ ,  $p = 0,1932$ ) não é estatisticamente significativa. Cabe salientar ainda que o pico de abundância de Chalcidoidea em outubro (Figura 3), coincidiu com o período em que houve aplicação de inseticida na lavoura de milho (Tabela 1).



Na superfamília Platygastroidea observa-se que o maior número de indivíduos foi coletado de maio a outubro/03, com um pico de ocorrência, embora bem menos marcante que em Chalcidoidea, em julho. Os índices de correlação entre o número de indivíduos coletado e as variáveis climáticas não foram estatisticamente significativos (temperatura  $r_s = -0,0179$ ,  $p = 0,9496$  e pluviosidade  $r_s = -0,3464$ ,  $p = 0,2058$ ). Da mesma forma que para Chalcidoidea, o número de exemplares coletados diminuiu de novembro a fevereiro, período de maior incidência de chuva (Figura 3).

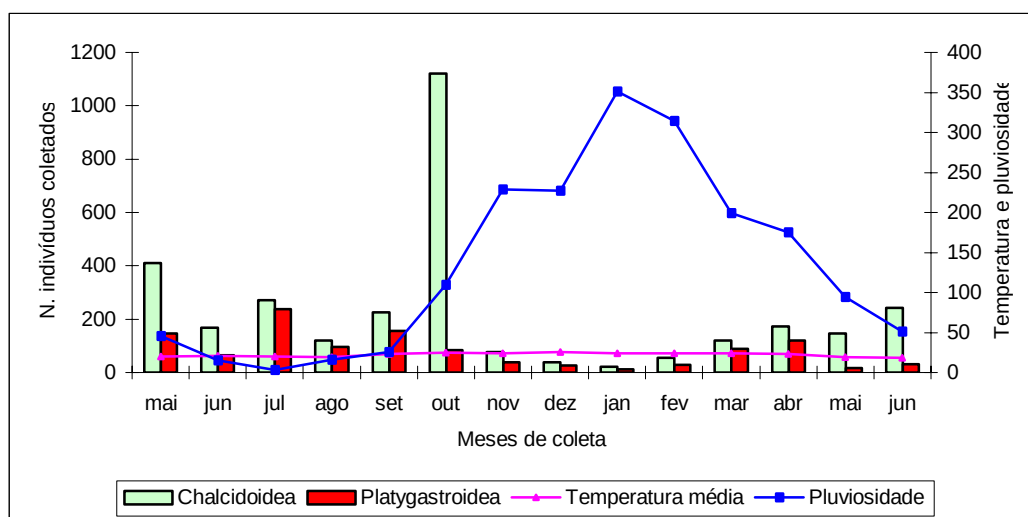


Figura 3. Variação sazonal no número de indivíduos das superfamílias Chalcidoidea e Platygastroidea coletados em área agrícola no município de Rio Claro-SP, de maio de 2003 a junho de 2004. Médias de temperatura em °C e pluviosidade em mm<sup>3</sup>.

A Figura 4 apresenta as curvas de distribuição de Ichneumonoidea, Ceraphronoidea e Proctotrupeoidea durante o período de estudo.

Somente para Ichneumonoidea foi encontrada correlação estatisticamente significativa entre o número de indivíduos coletados e pluviosidade ( $r_s = 0,7203$ ,  $p = 0,0024$ ); mas não com temperatura ( $r_s = 0,3914$ ,  $p = 0,1490$ ). O maior número de indivíduos dessa Superfamília foi coletado em fevereiro/04, embora a mesma tenha se apresentado em todos os meses de coleta, assim como Ceraphronoidea e Proctotrupeoidea (Figura 4).

Para as demais superfamílias não foi encontrada correlação estatisticamente significativa entre abundância e temperatura ( $r_s=-0,0429$ ,  $p=0,8794$ ;  $r_s=-0,0322$ ,  $p=0,9093$ , respectivamente) ou pluviosidade ( $r_s=-0,2449$ ,  $p=0,3791$ ;  $r_s=0,0161$ ,  $p=0,9546$ , respectivamente).

Ceraphronoidea apresentou maior número de indivíduos coletados em julho/03 e uma diminuição de dez/03 a fev/04; Proctotrupeoidea apresentou pico de ocorrência em maio/03 e um segundo pico em abril/04 (Figura 4).

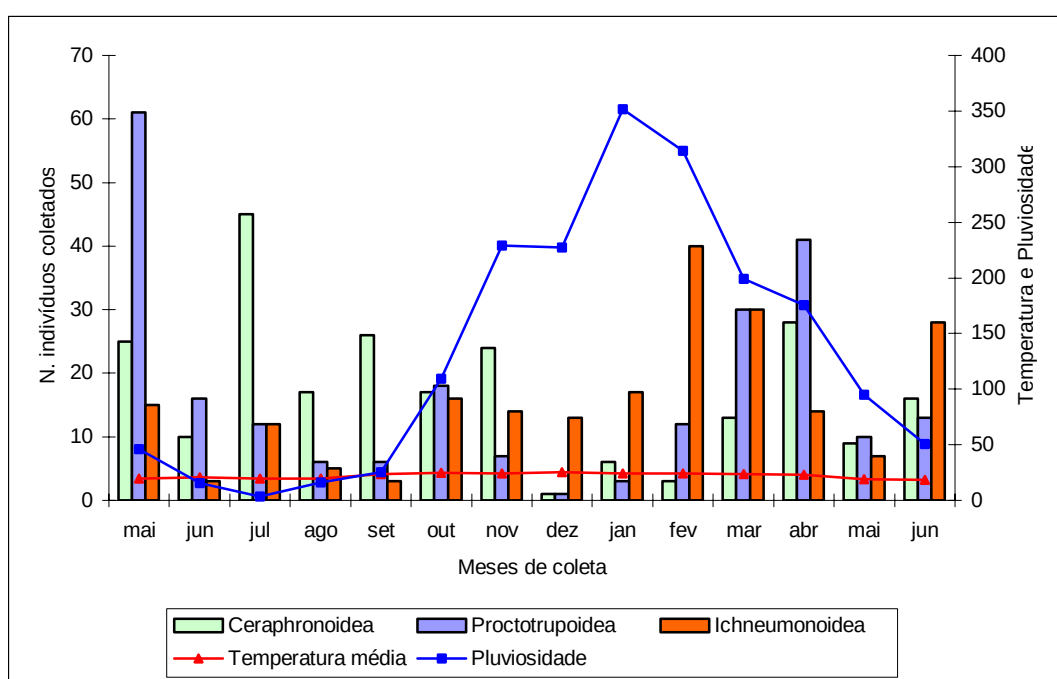


Figura 4. Variação sazonal no número de indivíduos das superfamílias Ceraphronoidea, Proctotrupeoidea e Ichneumonoidea coletados em área agrícola em Rio Claro-SP, de maio de 2003 a junho de 2004. Médias de temperatura em °C e pluviosidade em mm<sup>3</sup>.

As superfamílias Cynipoidea, Chrysidoidea e Evanioidea contribuíram com menor frequência para a composição da fauna de parasitóides nesta área agrícola; as abundâncias relativas dessas espécies não apresentaram correlação estatisticamente significativa com as variáveis climáticas, temperatura e pluviosidade (Figura 5).

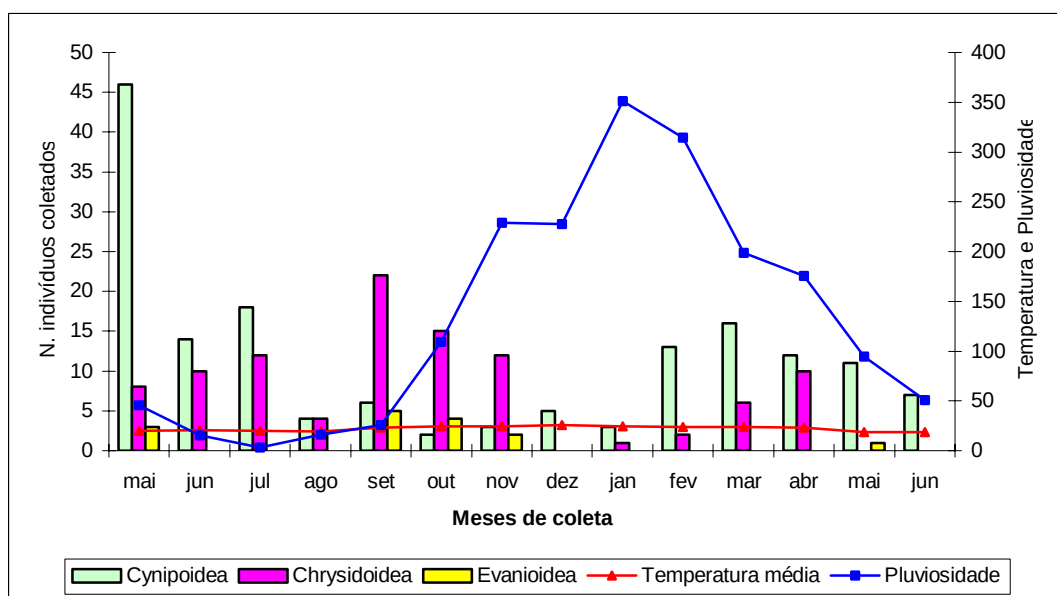


Figura 5. Variação sazonal no número de indivíduos das superfamílias Cynipoidea, Chrysidoidea e Evanioidea coletados em área agrícola em Rio Claro, SP, de maio de 2003 a junho 2004. Médias de temperatura em °C e pluviosidade em mm<sup>3</sup>.

Cynipoidea teve um pico de ocorrência em maio/03 e esteve presente em todos os meses amostrados, aumentando a ocorrência a partir de fevereiro/04, com os seguintes valores de correlação para temperatura e pluviosidade,  $r_s = -0,1912$ ,  $p = 0,4947$  e  $r_s = -0,1323$ ,  $p = 0,6384$ , respectivamente.

Chrysidoidea apareceu de maio a novembro/03, com pico em setembro/03; voltou a aparecer de janeiro e apresentou pico em abril/04, mas não foram coletados exemplares em maio e junho/04 (temperatura  $r_s = 0,3520$ ,  $p = 0,1981$ ; pluviosidade  $r_s = -0,1300$ ,  $p = 0,6443$ ).

Evaniaidea apareceu nos meses de maio (2003 e 2004) e de setembro a novembro/03. Foi a superfamília com menor frequência nesta comunidade de parasitóides (temperatura  $r_s = 0,1829$ ,  $p = 0,5142$ ; pluviosidade  $r_s = -0,0106$ ,  $p = 0,9700$ ) (Figura 5).

## **2 – Variação temporal das principais famílias de parasitóides amostradas.**

As famílias dominantes, em número de indivíduos, da superfamília Chalcidoidea foram Mymaridae e Encyrtidae; da superfamília Platygastroidea foram Scelionidae e Platygastriidae. As Figuras de 6 a 9 representam a flutuação do número de indivíduos coletados destas famílias ao longo do período estudado, agrupados segundo a posição das armadilhas de Moericke (parte A, sete armadilhas e parte B, nove armadilhas). O teste de Mann-Whitney não detectou diferença estatística entre o número de indivíduos coletados nestas duas áreas amostradas.

O maior número de indivíduos coletados de Mymaridae concentraram-se na parte A; na parte B as maiores ocorrências foram em junho/03, julho/03, fevereiro/04 e junho/04, porém o teste não detectou diferença entre o número de indivíduos coletados nestas duas subáreas ( $U=336$ ;  $p=0,3588$ , Mann-Whitney U-test) (Figura 6).

Os exemplares de Encyrtidae foram mais coletados na parte A; na parte B ocorreram em maior número em junho e julho/03, outubro/03, fevereiro e junho/04, sem diferença estatística entre o número de indivíduos coletados ( $U=376,5$ ;  $p=0,4938$ ) (Figura 7).

Para a família Scelionidae, o maior número de indivíduos coletados foi na parte A, e a parte B foi melhor representada nos meses de outubro/03, novembro/03 e junho/04. Houve diferença entre o número de indivíduos coletados nestas duas áreas no nível de 0,05 ( $U=264$ ;  $p=0,01$ ) (Figura 8).

Em Platygastriidae o maior número de indivíduos coletados na parte B foi em junho e outubro/03, fevereiro e junho/04; sem diferença entre o número de exemplares coletados nas duas áreas ( $U=300$ ;  $p=0,4868$ ) (Figura 9).

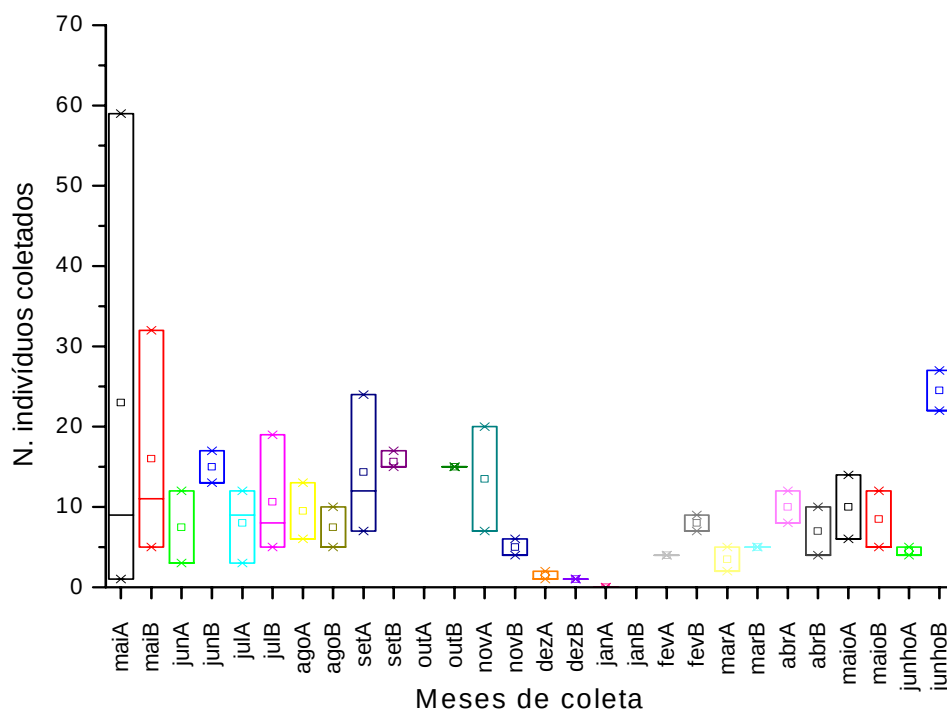


Figura 6. Flutuação do número de indivíduos coletados de Mymaridae (Chalcidoidea) no período de maio de 2003 a junho de 2004, agrupados em parte A e parte B da área agrícola amostrada (Sítio São Paulo, Rio Claro, SP).

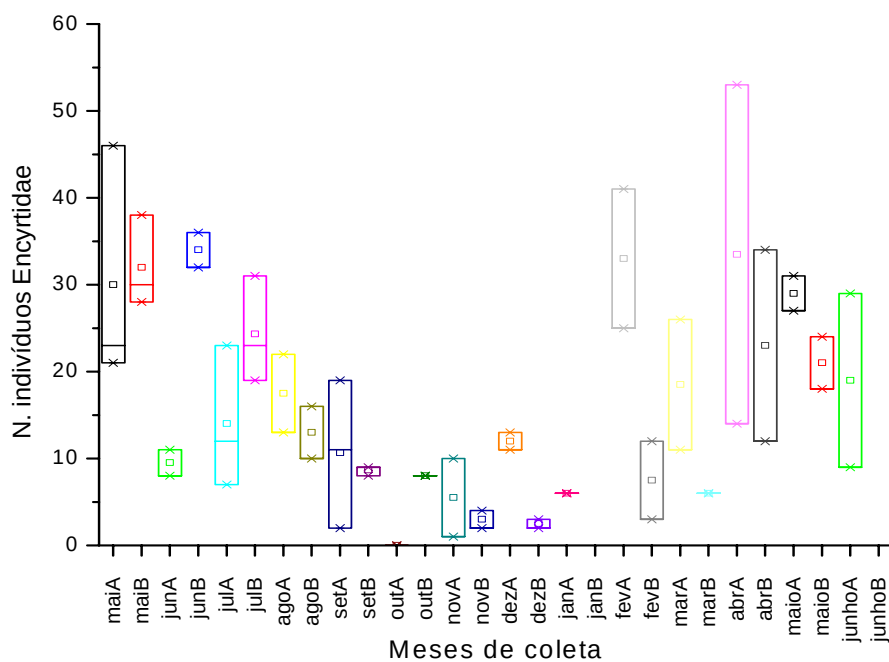


Figura 7. Flutuação do número de indivíduos coletados de Encyrtidae (Chalcidoidea) de maio de 2003 a junho de 2004, agrupados em parte A e parte B da área agrícola amostrada (Sítio São Paulo, Rio Claro, SP).

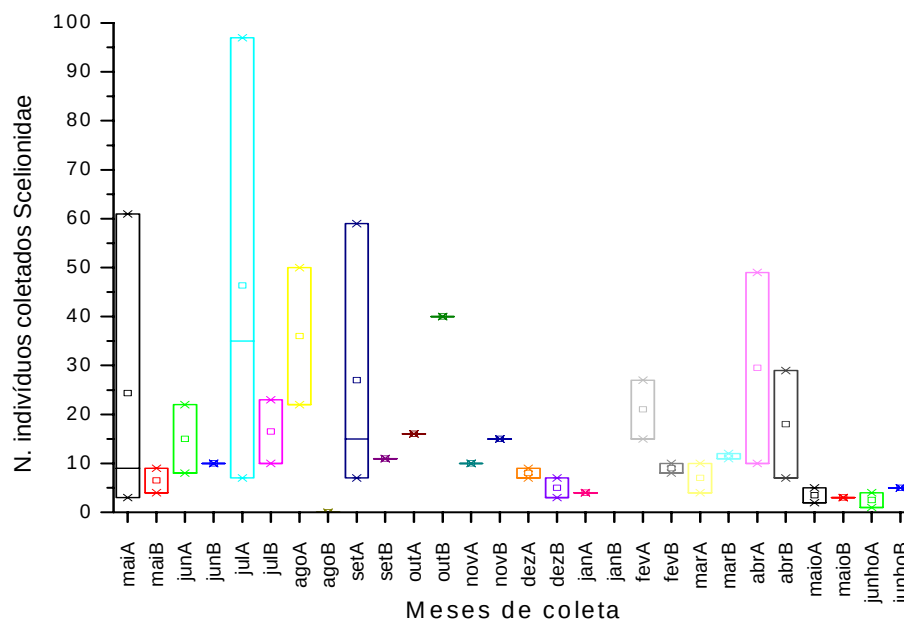


Figura 8. Flutuação do número de indivíduos coletados de Scelionidae (Platygastróidea) de maio de 2003 a junho de 2004, agrupados em parte A e parte B da área agrícola amostrada.

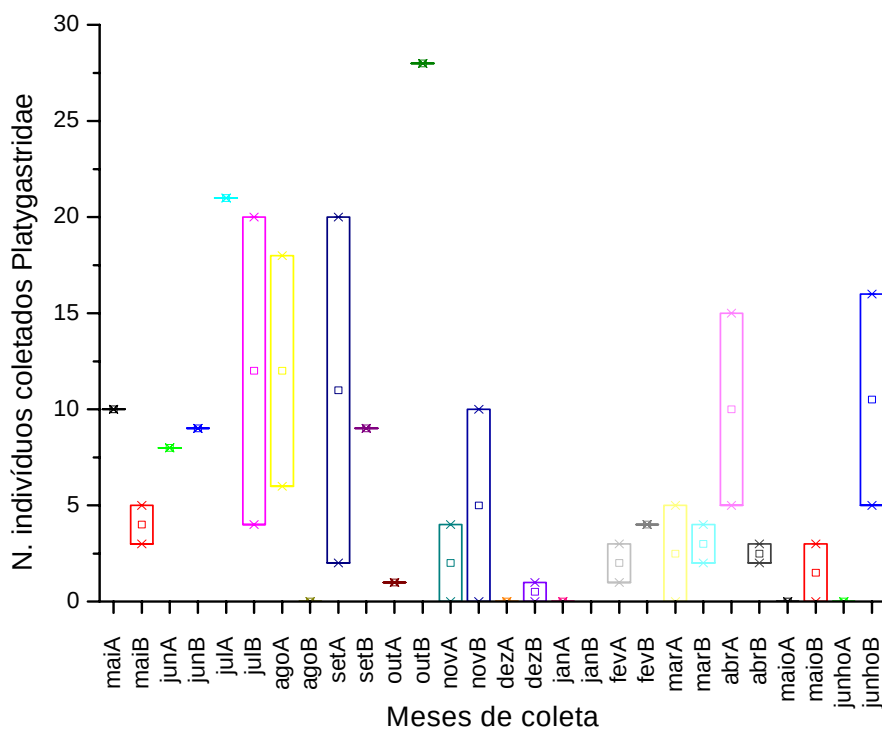


Figura 9. Flutuação do número de indivíduos coletados de Platygasteridae (Platygastróidea) de maio de 2003 a junho de 2004, agrupados em parte A e parte B da área agrícola amostrada.

### 3 – Variação temporal da família Braconidae (Ichneumonoidea).

A família Braconidae foi tratada separadamente em função de sua importância ecológica e seu papel como grupo indicador do grau de preservação dos ecossistemas.

Foram coletados 75 exemplares da família Braconidae (Ichneumonoidea) distribuídos em 10 subfamílias, incluindo aquelas de hábito idiobionte (Braconinae, Doryctinae e Hormiinae) e as de hábito coinobionte (Alysiinae, Aphidiinae, Cheloninae, Euphorinae, Microgastrinae, Opiinae e Rogadinae).

As subfamílias Microgastrinae, Aphidiinae e Alysiinae (todas representantes de parasitóides coinobiontes), foram as mais frequentes entre os Braconidae, com 33.33%, 26.67% e 14.67%, dos indivíduos coletados, respectivamente (Figura 10, Tabela 2).

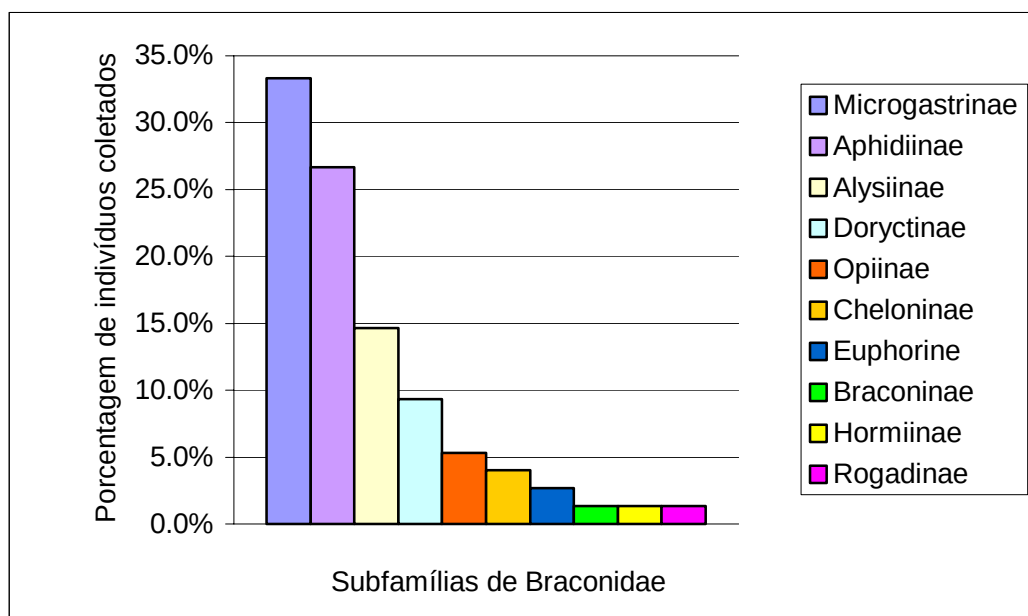


Figura 10. Abundância relativa das diferentes subfamílias de Braconidae (Ichneumonoidea) amostradas em área agrícola (Sítio São Paulo - Rio Claro, SP), de maio de 2003 a junho de 2004.

Tabela 2. Abundância das subfamílias de Braconidae capturados por armadilha Moericke, em área agrícola em Rio Claro, SP, durante o período de estudos.

|                | 2003 |     |     |     |     |     |     |     | 2004 |     |     |     |     |     |       |        |  |  |
|----------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|--------|--|--|
| Subfamilias    | mai  | jun | jul | ago | set | out | nov | dez | jan  | fev | mar | abr | mai | jun | Total | FR     |  |  |
| Idiobiontes    |      |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |       |        |  |  |
| Braconinae     |      |     | 0   |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     | 1   | 1     | 1.33   |  |  |
| Doryctinae     | 3    | 1   |     |     |     |     |     | 1   |      |     | 1   |     |     | 1   | 7     | 9.33   |  |  |
| Hormiinae      |      |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     | 1   | 1     | 1.33   |  |  |
| Subtotal       | 3    | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0    | 0   | 1   | 0   | 0   | 3   |       |        |  |  |
| Coinobiontes   |      |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |       |        |  |  |
| Alysiinae      | 2    |     | 1   |     |     |     |     |     |      | 3   | 3   |     | 2   |     | 11    | 14.67  |  |  |
| Aphidiinae     | 1    |     | 2   | 5   | 2   |     | 1   | 1   | 1    |     |     |     | 1   | 6   | 20    | 26.67  |  |  |
| Cheloninae     |      |     |     |     | 1   |     |     |     |      |     |     |     | 1   | 1   | 3     | 4.00   |  |  |
| Euphorinae     |      | 1   |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     | 1   | 2     | 2.67   |  |  |
| Microgastrinae | 4    | 1   | 8   |     |     |     |     |     |      | 3   | 2   | 3   | 2   | 2   | 25    | 33.33  |  |  |
| Opiinae        | 2    |     | 1   |     |     |     | 1   |     |      |     |     |     |     |     | 4     | 5.33   |  |  |
| Rogadinae      |      |     |     |     |     |     |     |     |      | 1   |     |     |     |     | 1     | 1.33   |  |  |
| Subtotal       | 9    | 2   | 12  | 5   | 3   | 0   | 2   | 1   | 1    | 7   | 5   | 3   | 6   | 10  |       |        |  |  |
| Total          | 12   | 3   | 12  | 5   | 3   | 0   | 2   | 2   | 1    | 7   | 6   | 3   | 6   | 13  | 75    | 100.00 |  |  |

Os representantes coinobiontes foram coletados em todos os meses, exceto em outubro/03. No final de setembro e início de outubro foi aplicado inseticida na área de coleta (Tabela 1, Figura 11).

Poucos indivíduos de Braconidae idiobiontes foram coletados na área, representados por 3 famílias, sendo Doryctinae (9,33%) a mais freqüente. Ocorreram no período seco (maio, junho/03 e 04) e no período chuvoso (dezembro e março) (Tabela 2, Figura 11).

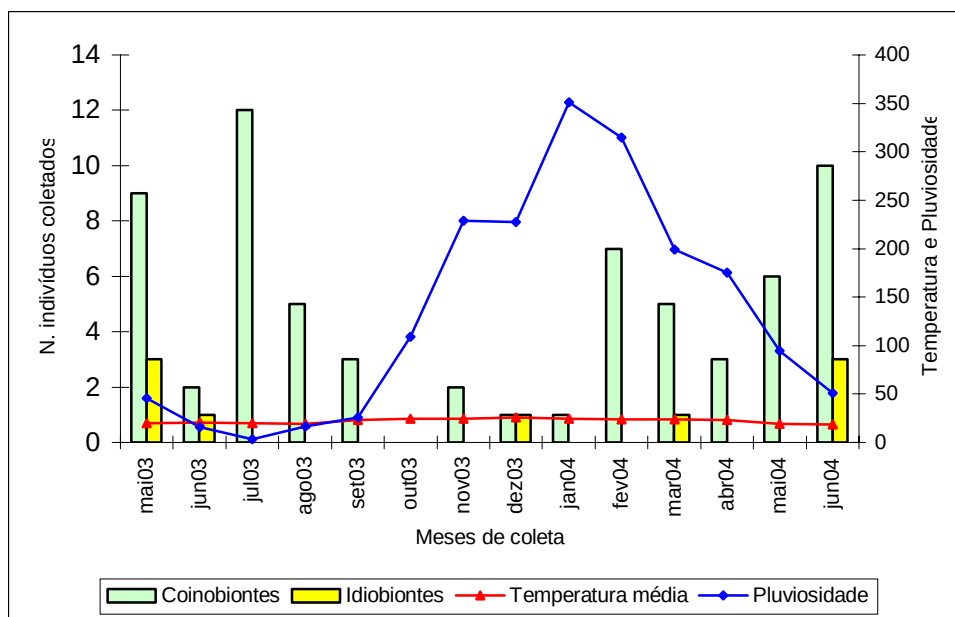


Figura 11. Variação sazonal no número de indivíduos de Braconidae coinobiontes e idiobiontes coletados em área agrícola (Sítio São Paulo - Rio Claro, SP), de maio de 2003 a junho de 2004.

## DISCUSSÃO

Nesta área agrícola, de uma maneira em geral observou-se a diminuição do número de indivíduos coletados no período de maior pluviosidade, de novembro/03 a fevereiro/04, com médias acima de 200 mm, porém, pelos valores de correlação de Spearman não houve correlação destas variáveis com o número de indivíduos coletados, exceto para Ichneumonoidea.

Shapiro e Pickering (2000) estudando a atividade de Ichneumonidae (Ichneumonoidea) em florestas no Panamá e Costa Rica, observaram que a umidade foi um fator importante na estruturação na comunidade daquela família, e Townes (1972) observou que por serem indivíduos maiores em tamanho necessitam de água frequentemente e só ocorrem de modo eficiente em locais onde tem este recurso diariamente.

A umidade parece ser a chave para entender a atividade dos parasitóides tropicais e a estrutura das comunidades (Shapiro e Pickering,

2000), pois, por serem pequenos desidratam com facilidade (Botelho, Cure e Vilela, 1994).

A área estudada caracteriza-se pelo uso de irrigação quando necessário e que ocorreu nos meses de maio e junho de 2003 no plantio de sorgo e feijão, durante o período seco da região. Este manejo associado ao sistema de plantio direto faz com que a umidade do solo seja mantida favorecendo a germinação do banco de sementes (Silva et al., 2006); de fato, na área estudada ocorreu o crescimento de plantas ruderais atraindo os herbívoros e também servindo de abrigo e fonte protéica para a alimentação dos parasitóides adultos (Fonseca et al., 2005; Kagata, Nakamura e Ohguschi, 2005). Esta dinâmica provavelmente tenha sido responsável pela manutenção desta comunidade nos meses mais secos do ano (de julho a setembro) quando a terra foi deixada sem cultivo até o plantio de milho (outubro a fevereiro de 2004).

Outro fator determinante na variação temporal é o tempo de exploração do local, ou seja, o tempo que o parasitóide dispende em busca do hospedeiro. Muitos parasitóides utilizam a resposta da planta induzida pela herbivoria, através de liberação de compostos químicos, para explorar a mancha de vegetação que revela a presença de hospedeiros em potencial. Tentelier et al. (2005) observaram que a fêmea do parasitóide passa mais tempo em manchas ricas de hospedeiros do que em manchas pobres. Este comportamento reflete, portanto, na probabilidade dos parasitóides serem capturados nas armadilhas utilizadas, e, conseqüentemente, na variação temporal encontrada na área.

Rauwald e Ives (2001) estudando a eficácia do controle biológico em áreas de agricultura encontraram que o controle biológico é mais eficiente em sistemas estáveis como pomares e florestas do que em cultivos anuais, pois a colheita e aplicação de inseticida são distúrbios que afetam a eficiência do controle.

A aplicação de inseticida, na área estudada, em 30/setembro e 18 e outubro teve pouca influência na fenologia dos parasitóides amostrados. Para Rauwald e Ives (2001) o fato dos parasitóides sobreviverem dentro dos hospedeiros pode facilitar a rápida recuperação da população. Esses autores encontraram que as múmias (larvas de hospedeiros envoltas por secreções do

parasitóide) em *Aphidius* (Braconidae) foram resistentes aos inseticidas e isto fez a população se recuperar rapidamente na área que estudaram.

Os produtos Cypermethrin (piretróide) e Chlorpyrifos (organofosforado) foram tóxicos sobre os parasitóides do bicho-mineiro *Leucoptera* (Lepidoptera) em estudo realizado por Carvalho et al. (2004) em plantação de café em Minas Gerais, e Clorpirifós é considerado altamente tóxico (Degrande et al., 2002).

Perioto et al. (2002a) estudando a ação de thiamethoxan (Tamaron) sobre a comunidade de parasitóides observaram que após 29 dias da aplicação, a população havia se restabelecido na cultura de feijão.

Batista Filho et al. (2003) observaram que o impacto de alguns inseticidas, incluindo o composto cipermetrina, sobre a comunidade de aranhas e parasitóides, foi mais alto principalmente nos primeiros sete dias após a aplicação do produto.

Estes e outros fatores podem ter influenciado a coleta de indivíduos nos meses de aplicação de inseticida na área estudada, pois houve duas semanas de intervalo entre a aplicação em setembro e a coleta realizada em outubro.

Altieri, Silva e Nicholls (2003) afirmam que a vegetação adjacente aos campos de cultivos são importantes refúgios para os parasitóides quando as áreas de cultivo estão sendo manejadas com a utilização de produtos químicos, tais como inseticidas, herbicidas ou produtos para correção do solo, e a colonização das culturas por parasitóides está relacionada com o padrão destes habitats.

Roschewitz et al. (2005) estudando o contexto da paisagem na taxa de parasitismo de afídeos encontraram uma correlação positiva entre a complexidade da paisagem e a riqueza de parasitóides, pois a diversidade de espécies de plantas e a distribuição estrutural destas plantas nos habitats provêm hospedeiros e fontes alimentares para os parasitóides adultos (Steffan-Dewenter, 2002; Fonseca et al., 2005).

O local denominado parte A, neste estudo, é uma área utilizada regularmente para pastagem constituída principalmente por gramíneas e arbustos, como por exemplo *Vernonia polyanthes* (Asteraceae) e *Solanun erianthus* (Solanaceae), e na parte B por árvores e arbustos mas com

predominância de *Cuscuta* e *Ipomoea* (Convolvulaceae), *Mikania* (Asteraceae) e *Eucalyptus* (Myrtaceae).

Fonseca et al. (2005) estudaram Asteraceae em áreas de cerrado e observaram que a abundância de parasitóides foi mais alta em locais abertos, com luminosidade mais abundante, que favoreceu o crescimento e produtividade destas plantas e assim oferecendo mais recursos para os herbívoros, que são os hospedeiros dos parasitóides. Esta característica de área aberta é observada nas áreas de entorno desta propriedade, seja na subárea A quanto na subárea B.

Não foi observado diferença entre o número de indivíduos coletados nestas subáreas, conforme observado para as famílias mais abundantes neste estudo. Estas famílias são constituídas de parasitóides importantes no controle biológico de pragas agrícolas.

Mymaridae e Encyrtidae pertencem à superfamília Chalcidoidea que é muito rica em número de espécies e utilizam 12 ordens de Insecta, 2 ordens de Arachnida (Araneae e Acari) e 1 família de Nematoda (Anguinidae) como hospedeiros (Gibson, 1993), ou seja, uma grande gama de hospedeiros, embora as famílias apresentem algumas especificidades.

Encyrtidae são endoparasitóides de ovos e larvas, muito utilizados em programas de controle biológico de pragas agrícolas, como Lepidoptera, Diptera, Coleoptera, Homoptera e Orthoptera.

Mymaridae são parasitóides de ovos na maioria colocados em locais protegidos ou ocultos, principalmente de Lepidoptera, Homoptera e Coleoptera.

Platygastroidea é a terceira maior superfamília depois de Ichneumonoidea e Chalcidoidea e parasitam exclusivamente ovos de insetos, principalmente Diptera, Coleoptera, Homoptera e Neuroptera (Masner, 1993).

Diversas ordens de insetos foram coletadas nas armadilhas principalmente Homoptera (Aphididae, Membracidae, Psyllidae, entre outras) e Diptera (Drosophilidae, Culicidae, Tipulidae, entre outras) (resultados não publicados), sugerindo uma relação entre os parasitóides mais freqüentes e os seus hospedeiros, como foi observado por Botelho, Cure e Vilela (1994) em cultivos de horta.

As superfamílias de parasitóides encontradas na área de estudo como as mais representativas, também foram as de maior frequência tanto em área agrícola estudada por Perioto et al. (2002b, 2002c, 2004) quanto em área de vegetação nativa estudada por Azevedo e Santos (2000), Azevedo et al. (2002); Perioto e Lara (2003) e Perioto et al. (2005). Observa-se, porém, que em áreas de vegetação nativa o número de famílias encontradas (de 26 a 30) é superior às áreas agrícolas (16 a 22) indicando que em áreas perturbadas há uma redução na riqueza de espécies.

Luna e Sanchez (1999) estudando a comunidade de parasitóides em larvas de Lepidoptera em plantação de soja sugeriram que a redução da diversidade e a sub utilização dos hospedeiros tenha sido influenciado pela simplificação da cadeia alimentar nos agroecossistemas.

Para Hawkins et al. (1992) conhecer a riqueza dos Braconidae de uma determinada área de estudo pode ser um indicador do estado de conservação das suas comunidades vegetais e de seus fitófagos, e este grupo tem sido utilizado como indicador do grau de preservação de ecossistemas estudados em várias regiões (Braga, 2002; Cirelli e Penteado-Dias, 2003a; Scatolini e Penteado-Dias, 2003; Restello e Penteado-Dias, 2006).

Nesta área estudada foram encontradas 10 subfamílias de Braconidae que corresponde a 29,4% das 34 de ocorrência no Novo Mundo (Wharton et al., 1997 apud Scatolini e Penteado-Dias, 2003).

Em áreas de vegetação preservada foram encontradas 24 subfamílias no Rio Grande do Sul (Restello e Penteado-Dias, 2006) e em São Carlos (Braga, 2002); e 22 subfamílias foram encontradas no Paraná (Scatolini e Penteado-Dias, 2003) e em Descalvado (Cirelli e Penteado-Dias, 2003a). Essa diminuição no número de subfamílias é um indício de que estes parasitóides foram mais sensíveis à alteração ambiental existente nesta área estudada.

O índice de diversidade de Shannon encontrado para as subfamílias de Braconidae foi de  $H' = 1,77$  e  $E = 59\%$ , representando uma menor uniformidade com dominância de algumas subfamílias. No Rio Grande do Sul, em uma subárea degradada o índice foi  $H' = 1,30$  e  $E = 66\%$  e na área de mata ciliar mais degradada dentro da APA de Descalvado o índice foi  $H' = 2,35$  e  $E = 62,78\%$ .

Também não se observou sincronismo de vôo entre os idiobiontes e coinobiontes como foi observado em áreas preservadas (Braga, 2002; Cirelli & Penteado-Dias, 2003b) indicando que nesta área agrícola a pressão sobre os grupos de Braconidae difere das pressões existentes em áreas preservadas.

Assim como ocorreu nas áreas preservadas, os Braconidae coinobiontes foram mais freqüentes, mas a riqueza de subfamílias presentes naqueles locais é muito superior à desta área agrícola.

As subfamílias de coinobiontes mais freqüentes foram Microgastrinae, Aphidiinae e Alysinae que, em conjunto, têm como hospedeiros importantes insetos praga de áreas agrícolas (Cirelli e Penteado-Dias, 2003a).

Microgastrinae são endoparasitóides de larvas de Lepidoptera, e Alysinae de Lepidoptera, Coleoptera e Diptera, muito abundantes na área amostrada.

Aphidiinae são parasitóides de Homoptera, principais insetos praga de pastagens, e apesar de não ter sido a mais freqüente na comunidade de Braconidae estudada por Whitfield e Lewis (2001) foi coletada quase exclusivamente em pradaria com predomínio de gramínea e raramente em áreas de vegetação mais densa.

Os idiobiontes foram representados, com baixa freqüência, pelas subfamílias Doryctinae, Braconinae e Hormiinae, sendo que as espécies destas subfamílias são ectoparasitóides de larvas de besouros brocadores, e Hormiinae têm hábito noturno. Esta baixa freqüência pode ter ocorrido pela falta de locais como árvores velhas e madeira em decomposição, que são retiradas na propriedade estudada, e que diminuiu a ocorrência destes coleópteros.

Os resultados obtidos permitem inferir que a fenologia dos parasitóides coletados nesta área está mais relacionada com a disponibilidade de hospedeiros do que diretamente com os fatores climáticos, mas a redução na riqueza da comunidade reflete o estado de conservação do hábitat e os distúrbios causados pelo manejo do sistema agrícola. Estes resultados poderão ser melhor interpretados quando forem analisados os hospedeiros em potencial coletados nas armadilhas no período estudado.

## REFERÊNCIAS

ALTIERI, M.A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.74, p.19-31, 1999.

ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2003, 226p.

ASKEW, R.R.; SHAW, M.R. Parasitoid communities: their size, structure and development. In: WAAGE, J.; GREATHEAD, D. (Ed.). **Insect parasitoids**. London: Academic Press, 1986. p.225-235.

AUSTIN, A.D.; JOHNSON, N.E.; DOWTON, M. Systematics, evolution, and biology of scelionid and platygastriid wasps. **Annu. Rev. Entomol.**, v.50, p.553-582. 2005.

AZEVEDO, C.O.; SANTOS, H.S. Perfil da fauna de himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) em uma área de Mata Atlântica da Reserva Biológica de Duas Bocas, Cariacica, ES, Brasil. **Bol. Mus. Biol. Mello Leitão** (N. Ser.), v.11/12, p.117-126, 2000.

AZEVEDO, C. O.; KAWADA, R.; TAVARES, M. T.; PERIOTO, N. W. Perfil da fauna de himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) em uma área de Mata Atlântica do Parque Estadual da Fonte Grande, Vitória, ES, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.46, n.2, p.133-137, 2002.

AYRES, M.; AYRES-JUNIOR, M., AYRES, D. L., SANTOS, A. S. **BioEstat 3.0: aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biológicas e Médicas**. Belém: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília CNPq, 2003, 290 p. 1 CD.

BATISTA FILHO, A.; RAMIRO, Z.A.; ALMEIDA, J. E. M.; LEITE, L. G.; CINTRA, E. R. R.; LAMAS, C. Manejo integrado de pragas em soja: impacto de inseticidas sobre inimigos naturais. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.70, n.1, p.61-67, 2003.

BOTELHO, A. C. B.; CURE, J. R.; VILELA, E. F. Abundância e riqueza em espécies de insetos (herbívoros, predadores e parasitóides) em agroecossistema hortícola com manejo orgânico. **An. Soc. Entomol. Brasil**, v.23, n.1, p.87-98, 1994.

BRAGA, S. M. P. **Estudo da biodiversidade dos Braconidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea) em três ecossistemas da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP**. 2002, 198p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

CARVALHO, G.A.; MIRANDA, J.C., VILELA, F.Z.; MOURA, A.P.; MORAES, J.C. Impacto de inseticidas sobre vespas predadoras e parasitóides e sua eficiência no controle de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.71, n.1, p.63-70, 2004.

CIRELLI, K. R. N.; PENTEADO-DIAS, A. M. Análise da riqueza da fauna de Braconidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea) em remanescentes naturais da Área de Proteção Ambiental (APA) de Descalvado, SP. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.47, n.1, p.89-98, 2003a.

CIRELLI, K. R. N.; PENTEADO-DIAS, A. M. Fenologia dos Braconidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea) da Área de Proteção Ambiental (APA) de Descalvado, SP. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.47, n.1, p.99-105, 2003b.

COLINET, H.; SALIN, C.; BOIVIN, G.; HANCE, T.H. Host age and fitness-related traits in a koinobiont aphid parasitoid. **Ecological Entomology**, v.30, p.473-479, 2005.

FONSECA, C. R.; PRADO, P. I.; ALMEIDA-NETO, M.; KUBOTA, U.; LEWINSOHN, T. M. Flower-heads, herbivores, and their parasitoids: food web structure along a fertility gradient. **Ecological Entomology**, v.30, p.36-46, 2005.

FOWLER, J.; COHEN, L.; JARVIS, P. **Practical statistics for field biology**. England: John Wiley & Sons Ltd., 2 ed., 1998. 259p.

GAULD, I.; BOLTON, B. **The Hymenoptera**. Oxford: Oxford University Press, 1988. 332p.

GIBSON, G. A. P. Superfamilies Mymarommatoidea and Chalcidoidea. In: GOULET, H.; HUBER, J.T. (Ed.). **Hymenoptera of the world: an identification guide to families**. Ontario: Agriculture Canada Publication, 1993. 668p. Chapter 16.

GIRARDOZ, S.; KENIS, M.; QUICKE, D. L. J. Recruitment of native parasitoids by an exotic leaf miner, *Cameraria ohridella*: host-parasitoid synchronization and influence of the environment. **Agricultural and Forest Entomology**, v.8, p.49-56, 2006.

GOULET, H.; HUBER, J.T. **Hymenoptera of the world: an identification guide to families**. Ontario: Agriculture Canada Publication, 1993. 668p.

GRATTON, C; DENNO, R.F. Seasonal shift from top-down to bottom-up impact in phytophagous insect populations. **Oecologia**, v.134, p.487-495, 2003.

HAWKINS, B. A.; LAWTON, J. H. Species richness for the parasitoids of British phytophagous insects. **Nature**, v.326, p.788-790, 1987.

HAWKINS, B. A. Global patterns of parasitoid assemblage size. **Journal of Animal Ecology**, n.59, p.57-72, 1990.

HAWKINS, B. A.; SHAW, M. R.; ASKEN, R. R. Relation among assemblage size, host especialization, and climatic variability in North American parasitoids communities. **American Naturalist**, v.139, p.58-79, 1992.

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

KAGATA, H.; NAKAMURA, M.; OHGUSCHI, T. Botton-up cascade in a tri-trophic system: different impacts of host-plant regeneration on performance of a willow leaf beetle and its natural enemy. **Ecological Entomology**, v.30, p.58-62, 2005.

LaSALLE, J. Parasitic hymenoptera, biological control and biodiversisty. In: LaSALLE, J.; GAULD, I. D. (Ed.). **Hymenoptera and Biodiversity**. Wallingford (UK): C.A.B. International, 1993. p.197-215.

LaSALLE, J.; GAULD, I.D. **Hymenoptera and Biodiversity**. Wallingford, UK: C.A.B. International, 1993. 348 p.

LOIÁCONO, M.S.; MARGARÍA, C.B. Las especies del género *Baues* (Hymenoptera: Scelionidae) endoparasitoides de ootecas de arañas en la region neotropical. **Acta Zoológica Mexicana**, n.20, v.1, p.83-90, 2004.

LUNA, M. G.; SÁNCHEZ, N. E. Parasitoid assemblages of soybean defoliator Lepidoptera in north-western Buenos Aires Province, Argentina. **Agricultural and Forest Entomology**, v.1, p.255-260, 1999.

MASNER, L. Superfamily Platygastroidea. In: GOULET, H.; HUBER, J. T. (Ed.). **Hymenoptera of the world: an identification guide to families**. Ontario: Agriculture Canada Publication, 1993. 668p.Chapter 14.

NOVOTNY, V.; BASSET, Y. Seasonality of sap-sucking insects (Auchenorrhyncha, Hemiptera) feeding on *Ficus* (Moraceae) in a lowland rain forest in New Guinea. **Oecologia**, v. 115, p.514–522, 1998.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CÔRREA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J. M. S. (eds) **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo, Manole, 2002, 635 p.

PENNACCHIO, F.; STRAND, M.R. Evolution of developmental strategies in parasitic Hymenoptera. **Ann. Rev. Entomol.**, v.51, p.233-258, 2006.

PERIOTO, N. W.; LARA, R. I. R.; SANTOS, J. C. C.; SELEGATTO, A.; LUCIANO, E. S. Seletividade de thiamethoxam sobre a entomofauna de himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em Ribeirão Preto, SP. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.69, n.3, p.29-32, 2002a.

PERIOTO, N. W.; LARA, R. I. R.; SANTOS, J. C. C.; SELEGATTO, A. Himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) coletados na cultura de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) (Malvaceae), no município de Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.46, n.2, p.165-168, 2002b.

PERIOTO, N. W.; LARA, R. I. R.; SANTOS, J. C. C.; SILVA, T. C. Himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) coletados em cultura de soja (*Glycine max* (L.) Merrill (Fabaceae), no município de Nuporanga, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.46, n.2, p.185-187, 2002c.

PERIOTO, N. W.; LARA, R. I. R. Himenópteros parasitóides (Insecta : Hymenoptera) da Mata Atlântica. I. Parque Estadual da Serra do Mar, Ubatuba, SP, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo [on line] v.70, n.4, p.441-445, out./dez., 2003. Disponível em <[http://www.biologico.sp.gov.br/arquivos/V70\\_4/perioto.pdf](http://www.biologico.sp.gov.br/arquivos/V70_4/perioto.pdf)>. Acesso em 20 jan.2006.

PERIOTO, N. W.; LARA, R. I. R.; SELEGATTO, A.; LUCIANO, E. S. Himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) coletados na cultura de café *Coffea arabica* L. (Rubiaceae) em Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo [on line], v.71, n.1, p.41-44, 2004. Disponível em <[http://www.biologico.sp.gov.br/arquivos/v71\\_1/perioto2.pdf](http://www.biologico.sp.gov.br/arquivos/v71_1/perioto2.pdf)>. Acesso em 20 jan.2006.

PERIOTO, N.W.; LARA, R.I.R.; SELEGATTO, A. Himenópteros parasitóides da Mata Atlântica.II. Núcleo Grajaúna, Rio Verde da Estação Ecológica Juréia-Itatins, Iguape, SP, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo [on line], v.72, n.1, p.81-85, 2005. Disponível em <[http://www.biologico.sp.gov.br/arquivos/V72\\_1/perioto2.PDF](http://www.biologico.sp.gov.br/arquivos/V72_1/perioto2.PDF)>. Acesso em 20 jan.2006.

QUICKE, D.L.J. **Parasitic wasps**. 1. ed. London: Chapman & Hall, 1997. 470p.

RAUWALD, K. S.; IVES, A. R. Biological control in disturbed agricultural systems and the rapid recovery of parasitoid populations. **Ecological Applications**, v.11, n.4, p.1224-1234, 2001.

RESTELLO, R.M.; PENTEADO-DIAS, A.M. Diversidade dos Braconidae (Hymenoptera) da Unidade de Conservação Teixeira Soares, Marcelino Ramos, RS, com ênfase nos Microgastrinae. **Revista Brasileira de Entomologia**, n.50, v.1. p.80-84, 2006.

ROSCHEWITZ, I.; HÜCKER, M.; TSCHARNTKE, T.; THIES, C. The influence of landscape context and farming practices on parasitism of cereal aphids. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.108, p.218-227, 2005.

ROSENHEIM, J. A. Higher-order predators and the regulation of insect herbivore populations. **Annu. Rev. Entomol.**, v.43, p.421-447, 1998.

SATO, H. Comparison of community composition of parasitoids that attack leaf-mining moths (Lepidoptera: Gracillariidae). **Environmental Entomology**, v.24, n.4, p.879-888, 1995.

SCATOLINI, D.; PENTEADO-DIAS, A.M. Análise faunística de Braconidae (Hymenoptera) em três áreas de mata nativa do Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.47, n.2, p.187-195, 2003.

SHAPIRO, B. A.; PICKERING, J. Rainfall and parasitic wasp (Hymenoptera: Ichneumonoidea) activity in successional forest stages at Barro Colorado Nature Monument, Panama, and La Selva Biological Station, Costa Rica. **Agricultural and Forest Entomology**, v.2, p.39-47, 2000.

SHAW, M.R. Habitat considerations for parasitic wasps (Hymenoptera). **Journal of Insect Conservation**, v.10, p.117-127, 2006.

SHELTON, A. M.; BADENES-PEREZ, F. R. Concepts and applications of trap cropping in pest management. **Annu. Rev. Entomol.**, v.51, p.285-308, 2006.

SILVA, R.F.; AQUINO, A. M.; MERCANTE, F.M.; GUIMARÃES, M. F. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. **Pesq. Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.4, p.697-704, 2006.

STEFFAN-DEWENTER, I. Landscape context affects trap-nesting bees, wasps, and their natural enemies. **Ecological Entomology**, v.27, p.631-637, 2002.

STEFFAN-DEWENTER, I.; MÜNZENBERG, T. BÜRGER, C.; THIES, C.; TSCHARNTKE, T. Scale-dependent effects on landscape context on three pollinator guilds. **Ecology**, v.83, n.5, p.1421-1432, 2002.

TENTELIER, C.; WAJNBERG, E.; FAUVERGUE, X. Parasitoids use herbivore-induced information to adapt patch exploitation behaviour. **Ecological Entomology**, v.30, p.739-744, 2005.

THOMAS, G. 2000. **Bio Dap – Ecological diversity and its measurement**. Alma, New Brunswick, Canada, Fundy National Park. Disponível em <http://nhsbig.inhs.uiuc.edu/wes/populations.html>. Acesso em: 02.07.2006.

TOWNES, H. A light-weight Malaise trap. **Entomological News**, v.18, p.239-247, 1972.

TSCHARNTKE, T.; BRANDL, R. Plant-insect interactions in fragmented landscapes. **Annu. Rev. Entomol.**, v.49, p.405-430, 2004.

van BAAREN, J.; BOIVIN, G.; OUTREMAN, Y. Patch exploitation strategy by an egg parasitoid in constant or variable environment. **Ecological Entomology**, v.30, p.502-509, 2005.

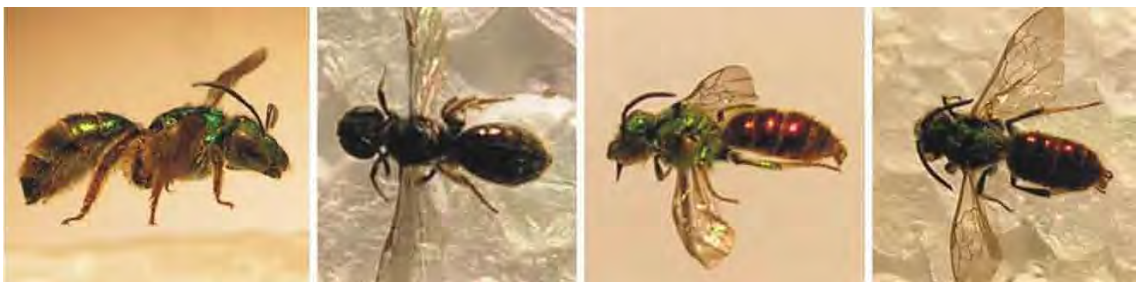
WHARTON, R. A. Bionomics of the Braconidae. **Annu. Rev. Entomol.**, v.39, p.121-143, 1993.

WHITFIELD, J. B.; LEWIS, C. N. Analytical survey of the braconid wasps fauna (Hymenoptera: Braconidae) on six midwestern U.S. tallgrass prairies. **Annals of the Entomological Society of America**, v.94, n.2, p.230-238, 2001.

WITH, K. A.; PAVUK, D. M.; WORCHUCK, J. L.; OATES, R. K.; FISHER, J. L. Threshold effects of landscape structure on biological control in agroecosystems. **Ecological Applications**, v.12, n.1, p.52-65, 2002.

WOLDA, H. Insect seasonality: why? **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, v.19, p.1-18, 1988.

**Capítulo 3:** *Composition and diversity of bees (Hymenoptera) attracted by Moericke traps in an agricultural area in Rio Claro, São Paulo, Brazil.*



Representantes de abelhas Halictidae coletadas na área de estudo.

COMPOSITION AND DIVERSITY OF BEES (HYMENOPTERA) ATTRACTED  
BY MOERICKE TRAPS IN AN AGRICULTURAL AREA IN RIO CLARO, SÃO  
PAULO, BRAZIL.

Luceli de Souza<sup>1,2</sup> and Maria José de Oliveira Campos<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade São Francisco, Rua São Francisco de Assis, 218, CEP 12916-900, Bragança Paulista, SP. E-mail: [luceli.souza@saofrancisco.edu.br](mailto:luceli.souza@saofrancisco.edu.br) and [lucelidesouza@yahoo.com.br](mailto:lucelidesouza@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Doctor in Biological Sciences, field of Zoologia, UNESP, Rio Claro, SP

<sup>3</sup> Departamento de Ecologia, UNESP, Av. 24-A, 1515, Bairro Bela Vista, CEP 13506-900, Rio Claro, SP. E-mail: [mjoc@rc.unesp.br](mailto:mjoc@rc.unesp.br)

Abstract:

The composition and diversity of bees in an agricultural area in Rio Claro, São Paulo, Brazil, were studied from May, 2003, to June, 2004, using Moericke traps. The collection site, an area measuring 58.08 hectares, is characterized by grain production and direct planting, with 70% of the surrounding area planted with sugar cane. During the study, 456 bees were collected, distributed among 20 genera, pertaining to the families Andrenidae (4.8%), Apidae (40.8%) and Halictidae (54.4%). The genera *Dialictus* (38%) and *Diadasia* (30%) predominated in this area. The species diversity, assessed using the Shannon and Simpson indices, were  $H'=1.88$  and  $1/D= 4.15$ , respectively, and the Evenness index was 0.61.

Key words: diversity, native bees, agro-ecosystems, Moericke trap

## Resumo:

Foram estudadas a composição e diversidade de abelhas em uma área agrícola no município de Rio Claro, São Paulo, de maio de 2003 a junho de 2004, utilizando armadilha de Moericke. O local de coleta, uma área de 58.08 hectares, caracteriza-se pela produção de grãos e a prática de plantio direto, sendo que 70% da área de entorno é utilizada para o plantio de cana-de-açúcar. Foram coletadas 456 abelhas distribuídas em 20 gêneros, pertencentes às famílias Andrenidae (4.8%), Apidae (40.8%) e Halictidae (54.4%). Os gêneros *Dialictus* (38%) e *Diadasia* (30%) foram predominantes nesta área. A diversidade de espécies avaliadas pelos índices de Shannon e Simpson foram  $H' = 1.88$  e  $1/D = 4.15$ , respectivamente, e o índice de Equitabilidade de 0,61.

Palavras-chave: diversidade, abelhas nativas, agroecossistema, armadilha Moericke.

## Introduction:

The Hymenoptera species are vital components of terrestrial land systems (LA SALLE & GAULD, 1993), and bees, in particular are the most important pollinators of natural vegetation. Many of the angiosperm species in habitats such as tropical forest and savannah are pollinated by bees, thus sustaining an entire guild of herbivores and frugivores (NEFF & SIMPSON, 1993; POTTS *et al.*, 2006).

Bees are also dependent on the floral products of the angiosperms to feed the adults and, especially, for feeding the young brood. They collect nectar as the main source of carbohydrates, pollen as the main source of protein, and few species collect oil that is added to the pollen mass to feed the larvae. A review of the various adaptations of plants and bees can be found in MICHENER (2000).

In the agricultural landscape, maintenance of a diversified fauna that serves a wide variety of cultivated species with various types of flowers is the

basis for sustainable agriculture. Many cultivated plants depend on this ecological service for their development (RICHARDS, 2001; MAUÉS, 2002) or to increase and improve the production of fruits and seeds (SANTANA *et al.*, 2002; WESTERKAMP & GOTTSBERGER, 2002; MALERBO-SOUZA *et al.*, 2003; WITTER & BLOCHTEIN, 2003; D'AVILA & MARCHINI, 2005).

Some authors estimate that 85% of crops are pollinated by *Apis* Linnaeus, 1758 (WILLIAMS, 2002), and the remainder by native bees, which appears to be an overestimate (MICHENER, 2000); but the consensus is that *Apis* is one of the most abundant pollinators for many crops. In Brazil, 50% of the tropical fruit crops are pollinated by *Apis*, and the remainder by a diversity of native bees (CASTRO, 2002).

Urban growth and expansion of agricultural area for food production are directly related to the reduction in populations of native bees and the disappearance of species recorded throughout the world, and the destruction of habitats is cited as the most important factor contributing to this decline, with the disappearance of nesting and foraging sites (CORBET *et al.*, 2001; STEFFAN-DEWENTER *et al.*, 2002).

In Brazil, many studies have been developed in agricultural areas, however they have focused either on a particular plant species of economic interest, or on one group of pollinating bees (MMA, 2006). PINHEIRO-MACHADO *et al.* (2002), in a compilation of 46 surveys carried out in various regions of Brazil, found that only 10% had been conducted in agricultural environments. Areas restricted or altered by human action have been studied in Paraná by Laroca and collaborators (reviewed in JANHOUR & LAROCA, 2004).

Since knowledge regarding the bee fauna in agro-ecosystems is recommended in order to be able to sketch a profile of the locale and obtain information to monitor the area (PINHEIRO-MACHADO & SILVEIRA, 2006), the objective of the present study was to examine the composition and diversity of this fauna in an agricultural area located within the municipality of Rio Claro, São Paulo, Brazil.

## Material and Methods

### Study Area.

The study site is located in the northeastern Paulista sector of the Paraná Sedimentary Basin, in central São Paulo State, in the municipality of Rio Claro, 180 km from the city of São Paulo. The altitude of the region varies from 500 to 700 m, and its primitive vegetation, classified as cerrado, has been systematically substituted by the advance of the urban area, and in the rural areas, was substituted by coffee plantations, followed by orange groves, and is currently planted mainly with sugar cane. The climate in the region is classified as Cwa according to the Köppen classification, i.e. tropical with two well-defined seasons. “C” signifies that the mean temperature during the coldest month varies between 3°C and 18°C, “w” that the winter is dry, and “a” that the hottest month has temperatures exceeding 22°C. The mean annual precipitation is 1600 mm. During the period of drought, from April to September, the mean precipitation level is below 100 mm (TROPMAIR, 1992). The soil in the region is classified as red-yellow latosol with a sandy layer.

The study area is located in the rural area (latitude 22°20'262"S, longitude 47°32'768"W) (Figure 1). It encompasses 58.08 hectares which are used for the production of grains (beans, corn, sorghum, and wheat) in a direct planting system with irrigation and pesticide use to control plagues.

### Bee collection.

Sixteen yellow Moericke traps containing 1.5 liters of water and 10 drops of dishwashing liquid were used to collect the bees, placed directly on the ground around the planted fields at a distance of 100 m from each other (CALABUIG, 2000). Seven traps were placed along the trail that separates the planted fields from the preservation area along the banks of Cachoeirinha Creek, which passes through the property. In this area, the predominant vegetation is composed of grasses (*Brachiaria* Gris. and *Digitaria* Heist.) and some shrubs (*Vernonia polyanthes* Less – Asteraceae and *Solanun erianthus* D. Don.– Solanaceae), and was used regularly as pasture for cattle and horses; the other bank of the creek is planted and surrounded by some fruiting plants

that compose the orchards of the neighboring farms. The other traps were also placed along the trail that surrounds the field, at the end of the property. The area surrounding the planted field is bordered by a narrow strip of vegetation (1-3 m) composed of small trees and shrubs, predominantly *Cuscuta racemosa* Mart. and *Ipomoea* spp (Convolvulaceae), *Mikania cordifolia* (L.f.) Willd. (Asteraceae) and some eucalyptus *Eucalyptus* (Myrtaceae); this entire area is surrounded by the sugar cane fields of the neighboring property. The location of the traps in the field is shown in Figure 1.

Two monthly collections were carried out from May, 2003, through June, 2004, with the exception of October/03 and January/04. The traps remained exposed in the field for 36 hours, and the bees were sorted and identified. Identification was based on the keys developed by MICHENER, MCGINLEY & DANFORTH (1994) and SILVEIRA, MELO & ALMEIDA (2002). Confirmation and identification of the Halictidae taxons were done by Dr. Beatriz Coelho (Museu de Zoologia at USP - MZUSP) and the others by Dr. Isabel Alves-dos-Santos (Laboratório de Abelhas – USP/SP). The vouchers were deposited in the Paulo Nogueira Neto collection at the Universidade de São Paulo (USP).

Following identification, the bees were grouped into body size classes according to the mean size presented by MICHENER (2000).



Figure 1: Aerial photograph of the collection site showing the placement of the traps in the field (circles 1 to 16). (Source: Ceapla/UNESP)

#### Data analysis.

The diversity of bee species collected was measured using the Shannon index (MAGURRAN, 1988), the Evenness index, which represents the relative participation in real diversity estimated as a function of maximum diversity expected theoretically ( $E = H'/H_{max} \times 100$ ), as well as the Simpson index  $1/(D = \sum p_i^2)$  to verify species dominance. The program used for these calculations was BIO-DAP (THOMAS, 2000).

Relative frequency of the taxons ( $RF = n \times 100/N$ ; where  $n$ =number of bees collected/taxon and  $N$ =total number of bees collected) was calculated, as well as the relative frequency of the genus within the family ( $RFF = n \times 100/NF$ ; where  $n$ =number of bees and  $NF$  = total number of bees collected in the family).

## Results

The collection yielded 456 bees distributed among three families (Andrenidae, Apidae and Halictidae), ten tribes, and twenty genera (Table 1).

In the Andrenidae family, representatives of four genera were found (*Oxaea* Klug 1807, *Acamptopoeum* Cockerell 1905, *Callonychium* Brèthes 1922, *Psaenythia* Gerstäcker 1868), while in the Apidae family, the genera *Apis* Linnaeus 1758, *Ancyloscelis* Latreille 1829, *Ceratina* Latreille 1802, *Diadasia* Patton 1879, *Exomalopsis* Spinola 1853, *Tetrapedia* Klug 1810, and *Trigona* Jurine 1807 were found. In the Halictidae family, the following genera were collected: *Augochlora* Smith 1853, *Augochlorella* Sandhouse 1937, *Augochloropsis* Cockerell 1897, *Dialictus* Robertson 1902, *Pereirapis* Moure 1943, *Pseudaugochlora* Michener 1954, *Pseudagapostemon* Schrottky 1909, *Sphecodes* Latreille 1804, and *Thectochlora* Moure 1940.

Halictidae (N=248) was the family that contributed most to the bee fauna during the study period (54.4%), followed by Apidae (N=186; 40.8%) and Andrenidae (N=22; 4.8%) (Figure 2).

In Halictidae, the most frequent genus was *Dialictus* (69.4%) followed by *Pereirapis* (10.5%) and *Augochlora* (9.3%). These were also the genera collected most during the study period, with *Dialictus* showing peaks in occurrence in May and September of 2003 and March of 2004. *Augochlora* was collected more in May and September of 2003, but did not occur from April to June of 2004. *Pereirapis* appeared regularly throughout the study period (Table 1, Figure 3).

**Table 1:** Taxons collected in the survey area according to the months of the year.

| Genus (species)                               | May       | Jun      | July      | Aug       | Sep       | Oct       | Nov       | Dec      | Jan       | Feb       | Mar       | Apr       | May        | Jun       | total      | RFF  | RF         |
|-----------------------------------------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|------|------------|
| <b>ANDRENIDAE</b>                             |           |          |           |           |           |           |           |          |           |           |           |           |            |           |            |      |            |
| <b>OXAEINAE</b>                               |           |          |           |           |           |           |           |          |           |           |           |           |            |           |            |      |            |
| <i>Oxaea flavences</i> Klug, 1807             | 1         |          |           | 2         |           |           |           |          |           |           |           |           |            |           | 3          | 13.6 | 0.7        |
| <b>PANURGINAE; Calliopsini</b>                |           |          |           |           |           |           |           |          |           |           |           |           |            |           |            |      |            |
| <i>Acamptopoeum</i> sp.                       | 2         |          |           |           |           |           |           |          | 2         | 2         | 1         |           | 1          |           | 8          | 36.4 | 1.8        |
| <i>Callonychium</i> sp.                       |           |          |           |           | 2         |           |           | 2        | 1         | 1         |           | 1         |            | 1         | 8          | 36.4 | 1.8        |
| <b>PANURGINAE; Protandrenini</b>              |           |          |           |           |           |           |           |          |           |           |           |           |            |           |            |      |            |
| <i>Psaenythia</i> sp.                         | 3         |          |           |           |           |           |           |          |           |           |           |           |            |           | 3          | 13.6 | 0.7        |
| <b>Total</b>                                  | <b>6</b>  | <b>0</b> | <b>0</b>  | <b>2</b>  | <b>2</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>2</b> | <b>3</b>  | <b>3</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>   | <b>1</b>  | <b>22</b>  |      |            |
| <b>APIDAE</b>                                 |           |          |           |           |           |           |           |          |           |           |           |           |            |           |            |      |            |
| <b>APINAE</b>                                 |           |          |           |           |           |           |           |          |           |           |           |           |            |           |            |      |            |
| <b>Apini; Apina</b>                           |           |          |           |           |           |           |           |          |           |           |           |           |            |           |            |      |            |
| <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758          | 6         | 2        | 4         | 7         | 4         | 3         |           |          |           |           |           |           | 1          |           | 27         | 14.5 | 5.9        |
| <b>Apini; Meliponina</b>                      |           |          |           |           |           |           |           |          |           |           |           |           |            |           |            |      |            |
| <i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)     | 2         |          | 1         | 1         |           |           |           |          |           |           | 1         |           |            |           | 5          | 2.69 | 1.1        |
| <b>Emphorini</b>                              |           |          |           |           |           |           |           |          |           |           |           |           |            |           |            |      |            |
| <i>Ancyloscelis</i> sp.                       |           |          |           |           |           | 1         |           |          |           |           |           |           |            |           | 1          | 0.54 | 0.2        |
| <i>Diadasia</i> sp.                           | 5         | 1        |           | 1         |           |           |           |          |           | 2         | 5         | 3         | 115        | 3         | 135        | 72.6 | 30         |
| <b>Exomalopsini</b>                           |           |          |           |           |           |           |           |          |           |           |           |           |            |           |            |      |            |
| <i>Exomalopsis</i> sp.                        | 4         |          | 2         | 7         | 1         | 1         |           |          |           | 1         |           |           |            |           | 16         | 8.6  | 3.5        |
| <b>Tetrapediini</b>                           |           |          |           |           |           |           |           |          |           |           |           |           |            |           |            |      |            |
| <i>Tetrapedia</i> sp.                         | 1         |          |           |           |           |           |           |          |           |           |           |           |            |           | 1          | 0.54 | 0.5        |
| <b>XYLOCOPINAE; Ceratinini</b>                |           |          |           |           |           |           |           |          |           |           |           |           |            |           |            |      |            |
| <i>Ceratina</i> sp.                           | 1         |          |           |           |           |           |           |          |           |           |           |           |            |           | 1          | 0.54 | 0.2        |
| <b>Total</b>                                  | <b>19</b> | <b>3</b> | <b>7</b>  | <b>16</b> | <b>5</b>  | <b>5</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b> | <b>0</b>  | <b>3</b>  | <b>6</b>  | <b>3</b>  | <b>116</b> | <b>3</b>  | <b>186</b> |      |            |
| <b>HALICTIDAE</b>                             |           |          |           |           |           |           |           |          |           |           |           |           |            |           |            |      |            |
| <b>HALICTINAE; Augochlorini</b>               |           |          |           |           |           |           |           |          |           |           |           |           |            |           |            |      |            |
| <i>Augochlora</i> sp.                         | 3         | 2        | 3         | 6         | 2         |           | 1         | 2        | 2         | 1         | 1         |           |            |           | 23         | 9.27 | 5          |
| <i>Augochlarella acarinata</i> Coelho, 2004   | 3         |          |           |           | 1         | 1         | 2         |          |           |           |           |           |            |           | 7          | 2.82 | 1.5        |
| <i>Augochlarella ephyra</i> (Schrottky, 1910) |           |          |           |           |           |           |           |          |           |           |           |           | 1          |           | 1          | 0.4  | 0.2        |
| <i>Augochlarella tredecim</i> (Vachal, 1911)  |           |          |           |           |           | 1         |           |          |           |           |           |           |            |           | 1          | 0.4  | 0.2        |
| <i>Augochloropsis</i> sp.                     | 2         |          | 1         | 2         | 4         |           |           |          | 2         |           |           |           |            |           | 11         | 4.44 | 2.4        |
| <i>Pereirapis semiaurata</i> (Espinola, 1853) | 7         | 1        |           |           | 1         |           | 5         | 2        |           | 7         | 2         |           |            | 1         | 26         | 10.5 | 5.7        |
| <i>Pseudaugochlora</i> sp.                    |           |          |           | 1         |           |           |           |          |           |           |           |           |            |           | 1          | 0.4  | 0.2        |
| <i>Thectochlora alaris</i> (Vachal, 1940)     |           |          |           |           | 1         |           |           |          | 2         |           | 1         |           |            |           | 4          | 1.61 | 0.9        |
| <b>HALICTINAE; Halictini</b>                  |           |          |           |           |           |           |           |          |           |           |           |           |            |           |            |      |            |
| <i>Dialictus</i> spp.                         | 23        | 3        | 7         | 17        | 29        | 7         | 6         | 3        | 17        | 9         | 26        | 8         | 11         | 6         | 172        | 69.4 | 38         |
| <i>Pseudagapostemon</i> sp.                   | 1         |          |           |           |           |           |           |          |           |           |           |           |            |           | 1          | 0.4  | 0.2        |
| <i>Sphecodes</i> sp.                          | 1         |          |           |           |           |           |           |          |           |           |           |           |            |           | 1          | 0.4  | 0.2        |
| <b>Total</b>                                  | <b>40</b> | <b>6</b> | <b>11</b> | <b>26</b> | <b>38</b> | <b>9</b>  | <b>14</b> | <b>7</b> | <b>23</b> | <b>17</b> | <b>30</b> | <b>8</b>  | <b>12</b>  | <b>7</b>  | <b>248</b> |      | <b>100</b> |
| <b>Monthly total</b>                          | <b>65</b> | <b>9</b> | <b>18</b> | <b>44</b> | <b>45</b> | <b>14</b> | <b>14</b> | <b>9</b> | <b>26</b> | <b>23</b> | <b>37</b> | <b>12</b> | <b>129</b> | <b>11</b> | <b>456</b> |      |            |

RF= relative frequency of the taxon collected in the total; RFF= relative frequency of the genus in relation to the family to which it belongs.

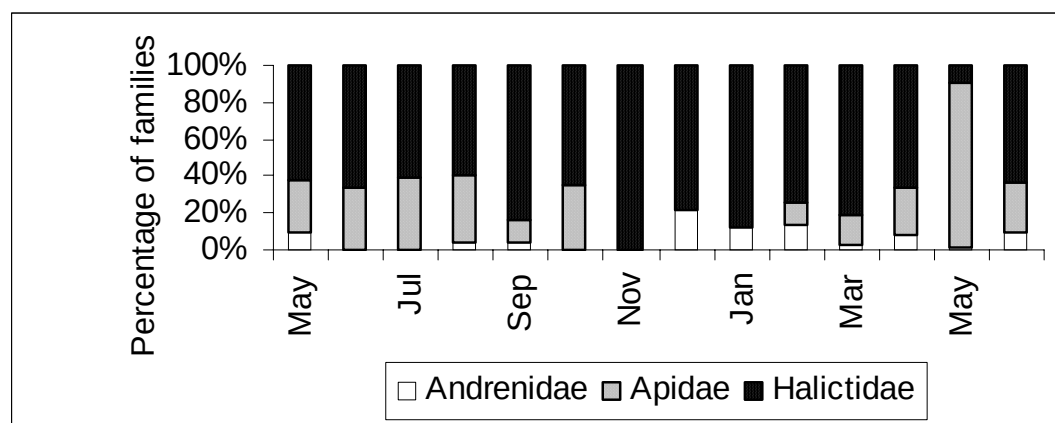


Figure 2: Percentage of monthly contribution of each family to the total number of individuals collected.

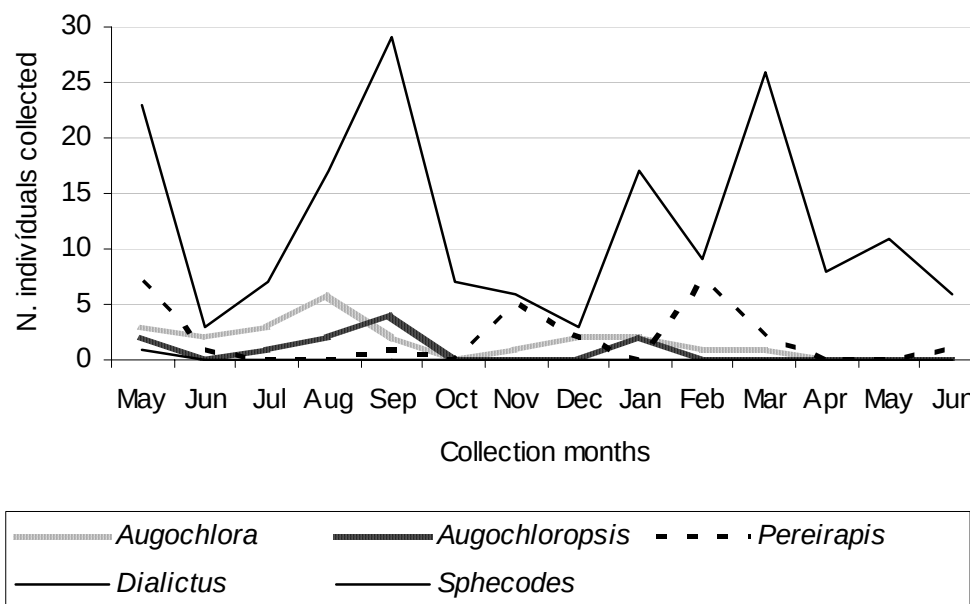


Figure 3: Number of individuals in the family Halictidae collected with greater frequency throughout the study period.

There was a peak in the abundance of the Apidae family in May, 2004. This occurred due to the fact that 105 individuals of *Diadasia* were collected in a single day, and this value was removed when Figure 4 was generated in order to better illustrate the fluctuation of the other genera. Thus, *Diadasia* represents 73% of the total of the family, followed by *Apis* (14.5%) and *Exomalopsis* (8.6%) (Table 1, Figure 4).

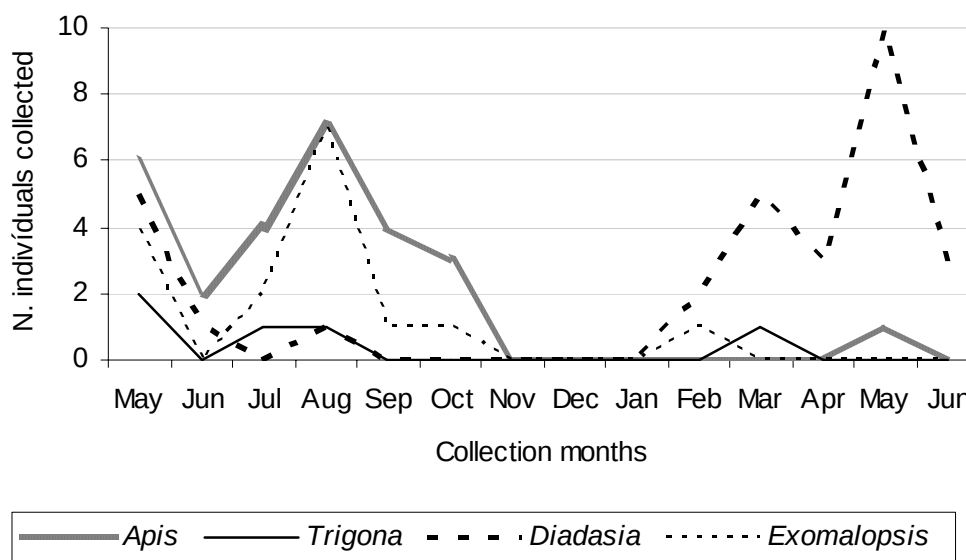


Figure 4: Number of individuals of the Apidae family collected with greater frequency during the study period.

A small number of individuals was collected from the Andrenidae family, with *Psaenythia* occurring only in May, 2003, and *Oxaea* in May and August of 2003. *Acamptopoeum* appeared in June, 2003, and again in January and February of 2004, while *Callonychium* appeared in September of 2003 and again in December, 2003, and June, 2004, with a frequency of 36.4% within the family (Table 1, Figure 5).

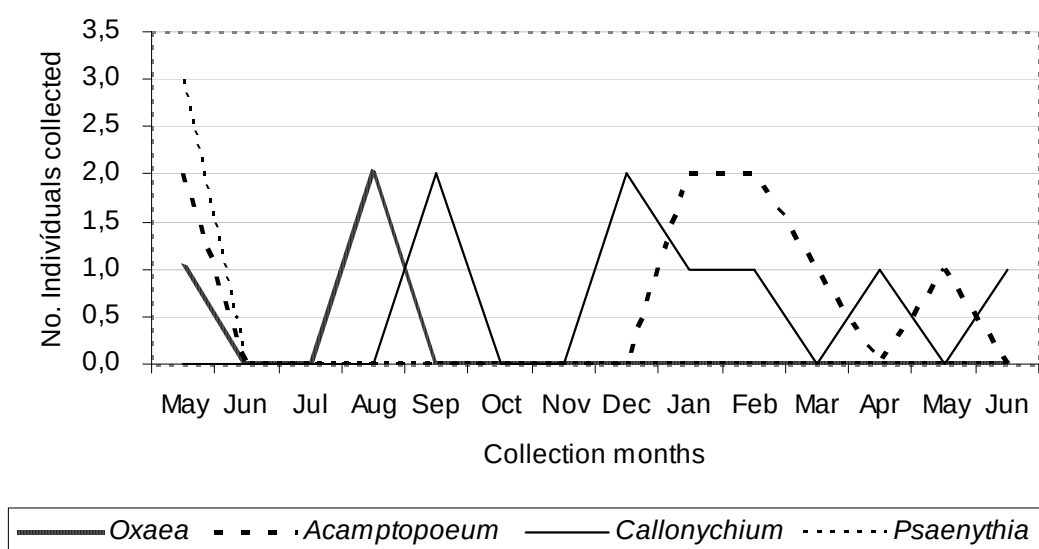


Figure 5: Number of individuals collected with greater frequency in the Andrenidae family during the study period.

The fauna in this agricultural area was composed mainly of *Dialictus* (38%) and *Diadasia* (30%), followed by *Apis* (5.9%), *Pereirapis* (5.7%), and *Exomalopsis* (3.5%). The values of the Shannon, Evenness, and Simpson indices were  $H'=1.88$ ;  $E=0.61$  e  $1/D=4.16$ , respectively.

Observing the pattern of body size of the fauna found in the locale, a predominance of genera with body size between 5 – 10 mm was found, classified as “small size” by MICHENER (2000) and FRANKIE *et al.* (2005) (Figure 6).

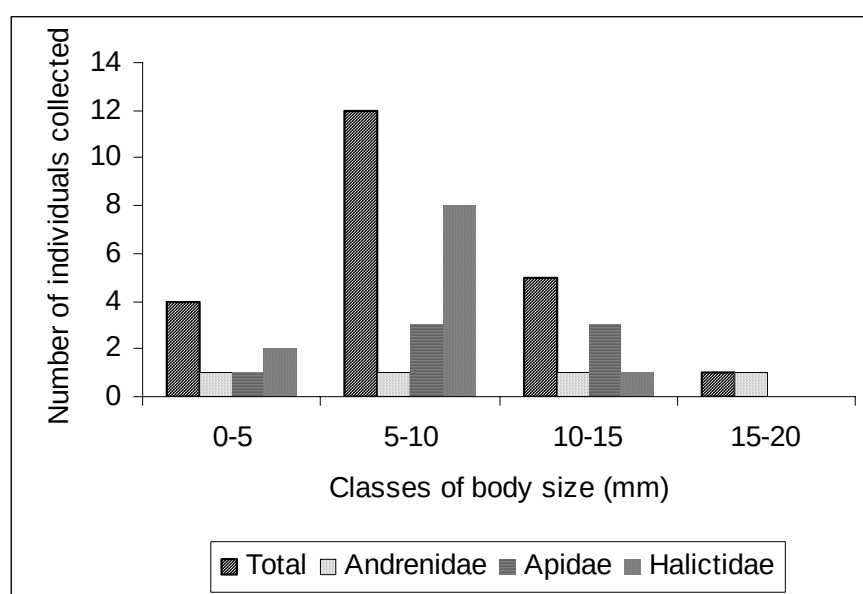


Figure 6: Number of bees collected in Moericke traps in an agricultural area, grouped in genera by body size classes according to Michener (2000).

## Discussion

Sampling with colored traps requires no specialized equipment, is relatively easy to carry out in the field, and can be a useful method for monitoring native and introduced bee populations in natural, agricultural, and restored areas. In addition, sampling is totally passive, with no potential effect of the collector (LEONG & THORP, 1999).

CANE, MINCKLEY & KEVIN (2000) compared the use of Moericke traps to entomological nets and collected comparatively few bees in the traps – the opposite of the results obtained by MONSEVIËIUS (2004), even taking into consideration the different regions of collection. In another survey, STEPHEN & RAO (2005) used yellow and blue Moericke traps and collected 369 bees (17 genera), the majority being *Bombus* (62.1%) and Halictidae (23.8%).

Although the trap is considered to be ecologically selective (KIRK, 1984), it has been used in various studies to capture large bees, such as *Bombus*, *Megachile* and *Osmia* (CALABUIG, 2000; BARTHOLOMEW & PROWELL, 2005); large bees were absent from this study, except *Oxaea*.

In this agricultural area, the bee fauna was represented by three families out of the five that occur in Brazil (SILVEIRA, MELO & ALMEIDA, 2002), distributed among ten tribes and 20 genera, corresponding to 23.81% of the tribes (42) and 9.13% of the genera (219) found in various ecosystems in Brazil (PINHEIRO-MACHADO *et al.*, 2002) and to 13.19% of the genera (145) recorded in the state of São Paulo (PEDRO & CAMARGO, 1999).

Analysis of the habits of the 20 genera found reveals one parasitic genus (*Sphecodes*), two eusocial genera (*Apis*, *Trigona*), and 17 genera of solitary bees with some tendency toward communal behavior, nesting in pre-existing cavities in tree trunks or decomposing wood, or nesting in the ground in banks or flat areas.

*Sphecodes* is cleptoparasitic, using the nests of other Halictidae bees (MICHENER, 2000; ENGEL, 2000). BORTOLI & LAROCA (1990) previously observed a reduction in parasitic species collected in the same area, from thirteen in 1962-63 to three in 1981-82, and associated the decline of these more specialized groups with modifications that had occurred in their habitat.

*Trigona*, which has eusocial behavior and needs appropriate nesting sites (KERR *et al.*, 2001), had low frequency in this agricultural area. This may be due to the lack of nesting sites resulting from the intense agricultural activity in the area, as the surrounding vegetation is cleaned regularly to prevent the propagation of weeds in the cultivated areas, and dead wood removed. Some small okra producers burn the nests to prevent damage to their crops, a

behavior that was observed by MALAGODI-BRAGA (2002) in the region of Valinhos, also in the state of São Paulo.

Except for some genera of solitary bees that nest in solid or decomposing wood (e.g. *Tetrapedia*), the majority of species dig holes in banks or ground (MICHENER, 2000; WCISLO, GONZALEZ & ENGEL, 2003) and prefer areas without vegetation, as observed experimentally by GATHMANN, GREILER & TSCHARNTKE (1994). These nesting sites are common in the area, around paths, field margin and roads.

The type of management employed in the area, i.e., the direct planting system, probably contributed to the presence of bees in the area, as this type of management helps maintain the humidity, temperature, and organic material in the soil, and benefits a diversified weed flora (SILVA *et al.*, 2006), favoring the germination of the seed bank between two planting periods. The plants occurring in the area, that grow and flower rapidly, mainly wild radish, *Raphanus raphanistrum* L. (Cruciferae); hairy beggarticks, *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) and tropical soda apple, *Solanum viarum* Dun. (Solanaceae) may be sources of pollen and nectar for this bee guild, which is mostly polylectic, exploiting various plants (BARBOLA, LAROCA & ALMEIDA, 2000).

The Halictidae family composed 54.4% of the bee fauna and represents a group of bees whose species are often common in temperate regions (MICHENER, 2000 p.304) as well as various regions of Brazil (PINHEIRO-MACHADO *et al.*, 2002); this predominance of Halictidae was also observed in different areas exposed to intense anthropic activity in the state of Paraná (BORTOLI & LAROCA, 1990; BORTOLI & LAROCA, 1997; SCHWARTZ-FILHO & LAROCA, 1999; TAURA & LAROCA, 2001; JAMHOUR & LAROCA, 2004).

A large part of the Halictidae observed in these studies corresponds to the genus *Dialictus*, as was also observed in this agricultural area (69% of the individuals collected). These bees were found in every month during the study period, with higher occurrence in September and March, 2003, probably due to the availability of floral resources resulting from growth of ruderal plants in the area, since the field was not cultivated during the months from July to September, nor in March. The decrease in the number of individuals collected

in October may have been influenced by the use of herbicides a few days prior to planting corn, which was being done on the day the traps were placed in the field.

*Pereirapis* composed 10.5% of the family, appearing in November, 2003, and February, 2004, which were rainy months, and the occurrence was not affected by the use of herbicide in the area sampled.

The family with the greatest occurrence in the area, 40.8%, was Apidae, as was also observed in the altered areas in Paraná when individuals of Anthophoridae are considered, since these are also subordinated to Apidae (SILVEIRA, MELO & ALMEIDA, 2002).

The genera that contributed most to the composition of this family were *Diadasia* (72.6%) and *Apis* (14.5%), followed by *Exomalopsis* (8.6%) and *Trigona* (2.69%), of the total individuals collected in the family.

The highest number of *Apis* and *Exomalopsis* appeared in August, 2003, coinciding with the flowering of the ruderal plants in the field, mainly wild radish, *Raphanus* (Cruciferae), and ironweed (*Vernonia*, Asteraceae) along the banks of the creek.

Occurrence of *Diadasia* peaked in May, 2004. This is a genus of solitary bees, and the nests can, at times, form large aggregations (MICHENER, 2000). This was likely the reason 105 individuals were collected on a single day at the same collection point in this agricultural area. Regarding whether or not this increase in population was influenced by the availability of floral resources of the ruderal plants, the findings obtained in this study are not conclusive.

The Andrenidae family contributed 4.8% of the local bee fauna, and is the family with the smallest contribution to the fauna in Paraná, being absent in Ilha das Cobras (SCHWARTZ-FILHO & LAROCA, 1999) and Passeio Público (TAURA & LAROCA, 2001). The genus *Oxaea* is only found in Vila Velha State Park, Paraná, which is not considered an altered locale (GONÇALVES & MELO, 2005). DUTRA & MACHADO (2001), collecting visiting insects of *Stenolobium stans* (Juss.) Seem (Bignoniaceae) in the city of Rio Claro, São Paulo, encountered *Oxaea* on the university campus, however the species was not

found in an altered area in nearby Charqueada, São Paulo, probably due to the destruction of natural habitats, as discussed earlier.

*Callonychium* is a genus that had not yet been recorded as occurring in the state of São Paulo (SILVEIRA, MELO & ALMEIDA, 2002; PEDRO & CAMARGO, 1999). It was collected in September, 2003, in the flowering period of the ruderal plants, and also during the rainy season, from November, 2003, to February, 2004, when the corn crop was growing in the field and many species of ruderal plants were growing in the paths, and around the field, such as *Mikania* (Asteraceae) and *Cuscuta* (Convolvulaceae). This vegetation may also explain the occurrence of *Dialictus* (Halictidae) and *Diadasia* (Apidae) during the rainy period.

It can be observed that the three families were well represented in the month of May, 2003, which may be due to the presence of cultivated beans in different phases of growth which were being irrigated, favoring the growth of many plants in the surroundings and in the rows between the crops. Following the harvest of the beans at the end of June and beginning of July, 2003, the area was used to plant corn from September, 2003, to February, 2004, and wheat from April, 2004, until the end of the study period in June, 2004.

The families Megachilidae and Colletidae did not form part of the local fauna, but did contribute significantly to the fauna in altered areas in Paraná, as well as preserved areas in other regions, as reported in CURE *et al.* (1992) and SILVEIRA & CAMPOS (1995), for example. CURE *et al.* (1992) studied an area of secondary vegetation in the Zona da Mata (Forest Zone) in southeastern Minas Gerais, and the bee fauna sampled was composed of Apidae (65.6%), Halictidae (15.9%), Megachilidae (15%), Andrenidae (2.4%) and Colletidae (1.1%), out of a total of 712 individuals united in 43 genera.

In the study conducted by SILVEIRA & CAMPOS (1995) in the cerrado of Corumbataí, with vegetation that previously covered part of the study area (22°15'S, 47°00'W with 800 m in altitude), the bee fauna was represented by Apidae (77%), Halictidae (12.3%), Megachilidae (3.8%), Andrenidae (3.6%) and Colletidae (3.3%), out of a total of 691 individuals collected and united in 47 genera.

In general, what one observes with respect to the composition of these bee fauna is that in areas of preserved vegetation, Apidae is the family with the greatest occurrence and diversity, mainly due to the presence of the social species, whereas in perturbed areas, the Halictidae family is more predominant over the others (KNOLL, BEGO & IMPERATRIZ-FONSECA, 1993).

With respect to richness of the fauna, even in altered areas of Paraná, various genera contributed to the composition of the families; this was not the case in the present study, and the reduction in composition of the three families occurring in this area was reflected in the Shannon diversity index of  $H'=1.88$  and  $E=0.61$ . DUTRA & MACHADO (2001), collecting bees on *Stenolobium* (Bignoniaceae) in Charqueada, São Paulo, found a diversity index of  $H'=1.62$  in an area that, like the present study area, is characterized by being surrounded by monoculture of sugar cane. On the island Ilha das Cobras, in Paraná, with an area of 26.5 ha and anthropically altered vegetation that includes ornamental, fruiting, and ruderal plants, the authors reported  $H'=3.67$ , i.e. greater diversity of native bees, although the island is not characterized by monoculture surrounding the sample area (SCHWARTZ-FILHO & LAROCA, 1999).

It has been widely discussed and studied in the literature that agricultural practices lead to a decline in diversity of plant species, rendering the landscape homogenous with the planting of monocultures, thus decreasing available resources and provoking the decline in bee populations observed around the world (STEFFAN-DEWENTER & TSCHARNTKE, 1999; CARVELL, 2002). The same appears to be what was found in the present study, as the agricultural profile of Rio Claro has been changing since the 1980's, from coffee plantations and orange groves to the production of sugar cane. Currently the rural area is a mosaic of fragments of native areas with characteristics of cerrado surrounded by sugar cane fields (see Figure 1).

Although no other studies have been conducted in this agricultural area, BORTOLI & LAROCA (1990) documented well the decrease in number, albeit not of species, in the samples collected in Paraná in 1962-63 compared to 1981-82, and associated this decline with anthropic modifications in the sample areas that decreased the density of wild plants.

Since the adequate availability of pollen appears to be the greatest structuring force of bee communities (GATHMANN, GREILER & TSCHARNTKE, 1994), the large species are more inclined to local extinction than the smaller species due to the quantity of pollen they require (MÜLLER *et al.*, 2006). FRANKIE *et al.* (2005) observed a decrease in the population of large bees (greater than 12 mm) as a result of El Niño and La Niña, which altered the climate in Costa Rica, affecting the availability of pollen, nectar, and oil in the area studied.

The decrease in the availability of pollen in this agricultural area as a result of the types of crops and absence of preserved natural vegetation may be affecting bees larger than 12 mm which, despite having a wider radius of flight, have greater energy demands, need pollen for bodily maintenance (SMEETS & DUCHATEAU, 2003), and prefer to forage perennial resources (DRAMSTAD & FRY, 1995). In the present study, however, other factors may be affecting the populations of larger bees.

The findings of the present study make it possible to infer that this study area favors the presence of small bees, given the predominance of individuals with body size of up to 10 mm and small foraging radius (MICHENER, 2000; TAURA & LAROCA, 2001; FRANKIE *et al.*, 2005). STEFFAN-DEWENTER *et al.* (2002) observed a correlation between bees that have shorter foraging distances and the structure of the landscape on a small spatial scale, which could explain why a larger number of this guild of bees was collected.

## **Acknowledgements**

The authors thank Dr. Maria Santana de Castro Morini for the criticisms and suggestions regarding this manuscript, Cristiane Márcia Miléo for the help with the aerial photograph, and the owners of the Sítio São Paulo, who gave permission for the data collection.

## References

- BARBOLA, I.F.; LAROCA, S. & ALMEIDA, M.C. 2000. Utilização de recursos florais por abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da Floresta Estadual Passa Dois (Lapa, Paraná, Brasil). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 44, n. 1 / 2, p. 9-19.
- BARTHOLOMEW, C.S. & PROWELL, D. 2005. Pan compared to malaise trapping for bees (Hymenoptera: Apoidea) in a Longleaf Pine Savanna. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 78, n. 4, p. 390-392.
- BORTOLI, C. & LAROCA, S. 1990. Estudo biocenótico em Apoidea (Hymenoptera) de uma área restrita em São José dos Pinhais (PR, Sul do Brasil), com notas comparativas. **Dusenía**, n.15, p.1-112.
- BORTOLI, C. & LAROCA, S. 1997. Melissocenologia no Terceiro Planalto Paranaense. I: Abundância relativa das abelhas silvestres (Apoidea) de um biótopo urbano de Guarapuava (PR, Brasil). **Acta Biol. Paranaense**, v. 26, n. 1,2,3,4. p.51-86.
- CALABUIG, I. 2000. **Solitary bees and bumblebees in a Danish agricultural landscape**. 2000, PhD-Thesis - Department of Population Ecology, University of Copenhagen, Denmark. (Available in <http://www.zmc.dk/EntoWeb/staff/ICalabuig/default.htm>) Acesso em: 10.03.2002.
- CANE, J.H.; MINCKLEY, R.L. & KEVIN, L.J. 2000. Sampling bees (Hymenoptera: Apiformes) for pollinator community studies: pitfalls of pan-trapping. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v.73, n. 4, p. 225-231.
- CARVELL, C. 2002. Habitat use and conservation of bumblebees (*Bombus* spp.) under different grassland management regimes. **Biological Conservation**, v. 103, p. 33-49.
- CASTRO, M.S. 2002. Bee fauna of some tropical and exotic fruits: potential pollinators and their conservation. *In*: KEVAN, P.G. & IMPERATRIZ-FONSECA V.L. (Eds.). **Pollination bees: the conservation link between agriculture and nature**. Brasília, Ministry of Environment, Secretariat for Biodiversity and Forests. p. 275-288.
- CORBET, S.A.; BEE, J.; DASMAHAPATRA, K.; GALE, S.; GORRINGES, E.; LA FERLA, B.; MOORHOUSE, T.; TREVAIL, A.; VAN BERGEN, Y.; VORONTSOVA, M. 2001. Native or exotic? Double or single? Evaluating plants for pollinator-friendly gardens. **Annals of Botany**, v. 87, p. 219-232.

- CURE, J.R.; THIENGO, M.; SILVEIRA, F.A. & ROCHA, L.B. 1992. Levantamento da fauna de abelhas silvestres na "Zona da Mata" de Minas Gerais. III. Mata secundária na região de Viçosa (Hymenoptera, Apoidea). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.9, n.3/4, p. 223-239.
- D'AVILA, M. & MARCHINI, L.C. 2005. Polinização realizada por abelhas em culturas de importância econômica no Brasil. **B. Industr. anim.**, v.62, n.1, p.79-90.
- DRAMSTAD, W. & FRY, G. 1995. Foraging activity of bumblebees (*Bombus*) in relation to flower resources on arabe land. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.53, p. 123-135.
- DUTRA, J.C.S. & MACHADO, V.L.L. 2001. Entomofauna visitante de *Stenolobium stans* (Juss.) Seem (Bignoniaceae), durante seu período de floração. **Neotropical Entomology**, v.30, n.1, p. 43-53.
- ENGEL, M.S. 2000. Classification of the bee tribe Augochlorini (Hymenoptera: Halictidae). **Bulletin of the American Museum of Natural History**, n. 250, p. 1-90.
- FRANKIE, G.W.; RIZZARDI, M.; VINSON, S.B.; GRISWOLD, T.L. & RONCHI, P. 2005. Changing bee composition and frequency on a flowering legume, *Andira inermis* (Wright) Kunth ex DC. during El Niño and La Niña years (1997-1999) in Northwestern Costa Rica. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 78, n.2, p. 100-117.
- GATHMANN, A.; GREILER, H.J. & TSCHARNTKE, T. 1994. Trap-nesting bees and wasps colonizing set-aside fields: sucession and body size, management by cutting and sowing. **Oecologia**, v.98, p. 8-14.
- GONÇALVES, R.B. & MELO, G.A.R. 2005. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae s.l.) em uma área restrita de campo natural no Parque Estadual de Vila Velha, Paraná: diversidade, fenologia e fontes florais de alimento. **Revista Brasileira de Entomologia**, n.49, v.4, p.557-571.
- JAMHOUR, J. & LAROCA, S. 2004. Uma comunidade de abelhas silvestres (Hym., Apoidea) de Pato Branco (PR-Brasil): diversidade, fenologia, recursos florais e aspectos biogeográficos. **Acta. Biol. Paranaense**, v. 33, v. 1,2,3,4. p.27-119.
- KERR, W.E.; CARVALHO, G.A.; SILVA, A.C. & ASSIS, M.G.P. 2001. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. **Parcerias Estratégicas** (Ministério da Ciência e Tecnologia), n. 12, p. 20-41.
- KIRK, W.D.J. 1984. Ecologically selective coloured traps. **Ecological Entomology**, v. 9, p.35-41.

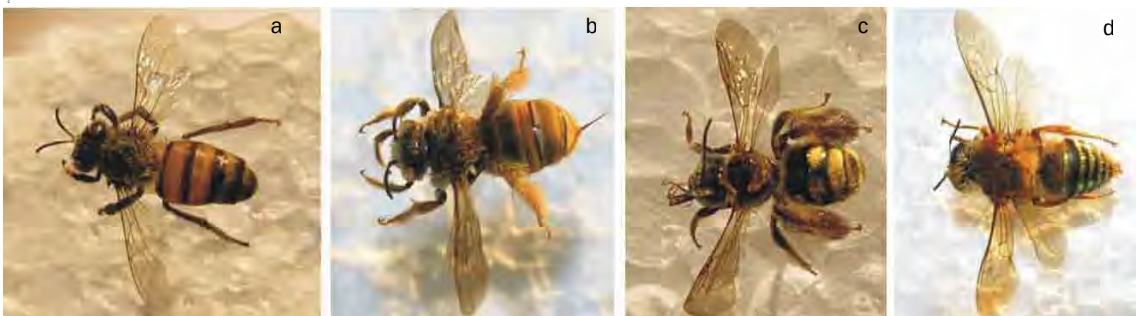
- KNOLL, F.R.N.; BEGO, L.R. & IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. 1993. As abelhas em áreas urbanas: um estudo no Campus da Universidade de São Paulo. *In*: PIRANI, J.R. & CORTOPASSI-LAURINO, M. (coord.). **Flores e abelhas em São Paulo**. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 2a. ed. p. 31-42.
- LASALLE, J. & GAULD, I.D. 1993. Hymenoptera: their diversity, and their impact on the diversity of other organisms. *In*: \_\_\_\_ (eds.) **Hymenoptera and Biodiversity**. Wallington, UK, CAB International. p.1-26.
- LEONG, J.M. & THORP, R.W. 1999. Colour-coded sampling: the pan trap colour preferences of oligolectic and nonoligolectic bees associated with a vernal pool plant. **Ecological Entomology**, v. 34, p. 329-335.
- MAGURRAN, A.E. 1988. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton, Princeton University, 167 p.
- MALAGODI-BRAGA, K.S. 2002. **Estudo de agentes polinizadores em cultura de morango (*Fragaria x ananassa* Duchesne – Rosaceae)**. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. 104 p.
- MALERBO-SOUZA, D.T.; NOGUEIRA-COUTO, R.H.; COUTO, L.A. & SOUZA, J.C. 2003. Atrativo para as abelhas *Apis mellifera* e polinização em café (*Coffea arabica* L.). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.40, p.272-278.
- MAUÉS, M.M. 2002. Reproductive phenology and pollination of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. Lecythidaceae) in eastern Amazonia. *In*: KEVAN, P.G. & IMPERATRIZ-FONSECA V.L. (Eds.). **Pollination bees: the conservation link between agriculture and nature**. Brasília, Ministry of Environment, Secretariat for Biodiversity and Forests. p. 245-254.
- MICHENER, C.D. 2000. **The bees of the world**. Baltimore, Maryland; The Johns Hopkins University Press.
- MICHENER, C.D.; MCGINLEY, R.J. & DANFORTH, B.N. 1994. **The bee genera of North and Central America (Hymenoptera : Apoidea)**. Washington, Smithsonian Institution Press. 209 p.
- MMA. 2006. **Bibliografia brasileira de polinização e polinizadores**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Brasília: MMA. (Série Biodiversidade 16). 205 p.
- MONSEVIËIUS, V. 2004. Comparison of three methods of sampling wild bees (Hymenoptera, Apoidea) in Ėepkeliai Natural Reserve (South Lithuania). **Ekologija**, v.4, p. 32-39.

- MÜLLER, A.; DIENER, S.; SHNYDER, S.; STUTZ, K.; SEDIVY, C.; DORN, S. 2006. Quantitative pollen requirements of solitary bees: implications for bee conservation and the evolution of bee-flower relationships. **Biological Conservation**, v.130, p. 604-615.
- NEFF, J.L. & SIMPSON, B.B. 1993. Bees, pollination systems and plant diversity. *In*: LaSalle, J. & Gauld, I.D. (eds). **Hymenoptera and biodiversity**. Wallingford, UK, CAB International, p. 143-168.
- PEDRO, S.R.M. & CAMARGO, J.M.F. 1999. Apoidea Apiformes. *In*: JOLY, C.A. & BICUDO, C.E.M. (Org) **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX, 5: Invertebrados terrestres**. BRANDÃO, C.R.F.; CANCELLO, E.M.(eds). São Paulo, FAPESP. p.193-211.
- PINHEIRO-MACHADO, C. & SILVEIRA, F.A. (Coord.) 2006. Surveying and monitoring of pollinators in natural landscapes and in cultivated fields. *In*: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; SARAIVA, A.M. & DE JONG, D. (Eds.). **Bees as pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting best practices**. Ribeirão Preto, Holos Editora. p. 25-37.
- PINHEIRO-MACHADO, C.; ALVES-DOS-SANTOS, I.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; KLEINERT, A.M.P. & SILVEIRA, F.A. 2002. Brazilian bee surveys: state of knowledge, conservation and sustainable use. *In*: KEVAN, P.G. & IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. (Eds.). **Pollination bees: the conservation link between agriculture and nature**. Brasília, Ministry of Environment, Secretariat for Biodiversity and Forests. p. 115-129.
- POTTS, S.G.; PETANIDOU, T.; ROBERTS, S., O'TOOLE, C.; HULBERT, A. & WILLMER, P. 2006. Plant-pollinator biodiversity and pollination services in a complex Mediterranean landscape. **Biological Conservation**, v. 129, p. 519-529.
- RICHARDS, A.J. 2001. Does low biodiversity resulting from modern agricultural practice affect crop pollination and yield? **Annals of Botany**, v. 88, p. 163-172.
- SANTANA, M.P.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. & MORGADO, L.N. 2002. Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes das flores do feijoeiro, *Phaseolus vulgaris* L., em Lavras e Ijaci – MG. **Ciências agrotec.**, v.26, n.6, p.1119-1127.
- SCHWARTZ-FILHO, D. & LAROCA, S. 1999. A comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da Ilha das Cobras (Paraná, Brasil): aspectos ecológicos e biogeográficos. **Acta Biol. Paranaense**, v.28, n.1,2,3,4. p. 19-109.

- SILVA, R.F.; AQUINO, A.M.; MERCANTE, F.M. & GUIMARÃES, M.F. 2006. Macrofauna invertebrada em solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.4, p.697-704.
- SILVEIRA, F.A.; MELO, G.A.R. & ALMEIDA, E.A.B. 2002. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Belo Horizonte, Fernando A. Silveira. 253 p.
- SILVEIRA, F.A.. & CAMPOS, M.J.O. 1995. A melissofauna de Corumbataí (SP) e Paraopeba (MG) e uma análise da biogeografia das abelhas do cerrado brasileiro (Hymenoptera, Apoidea). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 39, n. 2, p. 371-401.
- SMEETS, P. & DUCHATEAU, M.J. 2003. Longevity of *Bombus terrestris* workers (Hymenoptera: Apidae) in relation to pollen availability, in the absence of foraging. **Apidologie**, n. 34, p. 333-337.
- STEFFAN-DEWENTER, I.; MONZENBERG, U.; BÜRGER, C.; THIES, C. & TSCHARNTKE, T. 2002. Scale-dependent effects of landscape context on three pollinator guilds. **Ecology**, v. 83, n.5, p. 1421-1432.
- STEFFAN-DEWENTER, I. & TSCHARNTKE, T. 1999. Effects of habitat isolation on pollinator communities and seed set. **Oecologia**, v. 121, p. 432-440.
- STEPHEN, W.P. & RAO, S. 2005. Unscented color traps for non-*Apis* bees (Hymenoptera: Apiformes). **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 78, v. 4, p.373-380.
- TAURA, H.M. & LAROCA, S. 2001. A associação de abelhas silvestres de um biótipo urbano de Curitiba (Brasil), com comparações espaço-temporais: abundância relativa, fenologia, diversidade e exploração de recursos (Hymenoptera, Apoidea). **Acta Biol Paranaense**, v. 3, n. 1,2,3,4, p. 35-137.
- TROPPEMAIR, H. 1992. **Atlas da qualidade ambiental e de vida de Rio Claro SP**. Rio Claro, Unesp, Instituto de Geociências. 76 p.
- THOMAS, G. 2000. **Bio Dap – Ecological diversity and its measurement**. Alma, New Brunswick, Canada, Fundy National ark. Disponível em <http://nhsbig.inhs.uiuc.edu/wes/populations.html>. Acesso em: 02.07.2006.
- WCISLO, W.T.; GONZALEZ, V.H. & ENGEL, M.S. 2003. Nesting and social behavior of a wood-dwelling Neotropical bee, *Augoclypeus isthmii* (Schwarz), and notes on a new species, *A. alexanderi* Engel (Hymenoptera: Halictidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, n. 76, v. 4, p. 588-602.

- WESTERKAMP, C. & GOTTSBERGER, G. 2002. The costly crop pollination crisis. *In*: KEVAN, P.G. & IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. eds. **Pollination bees: the conservation link between agriculture and nature**. Brasília, Ministry of Environment, Secretariat for Biodiversity and Forests. p. 51-56.
- WILLIAMS, I.H. 2002. Insect pollination and crop production: a European perspective. *In*: KEVAN, P.G. & IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. eds. **Pollination bees: the conservation link between agriculture and nature**. Brasília, Ministry of Environment, Secretariat for Biodiversity and Forests. p. 59-66.
- WITTER, S. & BLOCHTEIN, B. 2003. Efeito da polinização por abelhas e outros insetos na produção de sementes de cebola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.12, p.1399-1407.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS



Abelhas coletadas na área de estudo: a-*Apis*, b-*Diadasia*, c-*Exomalopsis* e d-*Oxaea*.

## **Considerações finais**

As armadilhas de Moericke, utilizadas neste estudo, são consideradas seletivas, atraindo preferencialmente alguns grupos particulares de insetos, (Kirk, 1984), diferindo em eficiência das armadilhas de interceptação como aquelas do tipo Malaise ou de redes entomológicas.

Braga (2002) comparando esses três tipos de armadilhas observou que Malaise coletou mais parasitóides do que Moericke e que rede entomológica não foi uma forma de coleta eficiente para esses Hymenoptera. Essa autora levantou a hipótese de que as amostragens feitas com o uso de armadilhas Moericke provavelmente reflitam mais as interações entre hospedeiros e parasitóides que ocorrem no nível do solo do que a fauna de parasitóides de um modo geral. Periotto et al. (2002a, b), por outro lado, coletaram com Moericke em duas alturas diferentes em áreas agrícolas e encontraram variação no número de indivíduos coletados, mas não na composição das famílias amostradas.

Nos estudos de interação abelhas-plantas a rede entomológica é a técnica mais difundida. Entretanto, alguns autores que utilizaram armadilhas Moericke para comparar com a eficiência de rede entomológica e Malaise, obtiveram resultados satisfatórios na amostragem de abelhas, porém com resultados diferentes dependendo do tempo de exposição no campo e locais onde as armadilhas foram colocadas. Leong e Thorp (1999), Stephen e Rao (2005), Bartholomew e Prowel (2005) utilizaram armadilhas do tipo Moericke em seus estudos e coletaram abelhas nativas em quantidade e diversidade que permitiram indicar o uso deste tipo de armadilha como um método eficiente. Por outro lado, Cane, Minckley e Kervin (2000) coletaram uma pequena amostra de abelhas, considerada inferior ao que seria esperado para a comunidade estudada e criticam o uso deste tipo de armadilha como forma de amostragem de abelhas.

Pinheiro-Machado e Silveira (2006), ao organizar as orientações para levantamentos e monitoramento de polinizadores em ambientes naturais e campos cultivados, salientam que o uso de Moericke junto com rede entomológica pode colaborar para a melhor amostragem de comunidades de abelhas. Da mesma forma, o uso de ninhos armadilha pode ampliar a amostragem da apifauna, uma vez que aumentam a disponibilidade de locais para nidificação que podem ser escassos nas áreas de estudo. Com esta técnica é possível estudar a composição da fauna e também a interação de abelhas e parasitóides (Camillo et al., 1995; Tscharntke, Gathmann e Steffan-Dewenter, 1998).

Os Hymenoptera constituem um grupo com visão a cores bem desenvolvida e dessa forma, a cor utilizada nas armadilhas do tipo Moericke também influencia a captura. Sabe-se que os Hymenoptera são atraídos preferencialmente pela cor amarela, entretanto Bartholomew e Prowel (2005) coletaram muitas abelhas utilizando armadilhas de cor azul.

Os gêneros de abelhas amostrados neste estudo não são considerados polinizadores exclusivos de cultivares de interesse econômico, embora sua presença e seu papel como polinizadores seja reconhecidamente importante no aumento da produção de frutos e sementes de muitas espécies como feijão

(Hoffmann, 1995; Santana et al., 2002), girassol (Moreti et al.; 1996), frutíferas (Castro, 2002), morango (Malagodi-Braga, 2002), café (Malerbo-Souza et al., 2003), cebola (Witter e Blochtein, 2003), e vários cultivos (D'Ávila e Marchini, 2005). Abelhas do gênero *Apis* aparecem em todos estes estudos como visitantes florais e potenciais polinizadores, e *Trigona* como visitante e, na maioria das vezes, como pilhadora dos recursos florais destas plantas de interesse econômico.

Para vários cultivos, entretanto, *Apis* não se revela bom polinizador, pois algumas famílias de plantas possuem anteras tubulares poricidas que precisam ser vibradas para liberar o pólen, e *Apis* não tem este comportamento. Apesar disso, a diminuição na produção em alguns cultivos, observada em várias partes do mundo, ocorreu pela dependência destas abelhas para a polinização, associado com o declínio das populações das mesmas em função de ataques por ácaros e os altos custos de tratamento.

Os problemas causados pelo declínio das populações de *Apis* apontaram para a importância de se utilizar abelhas nativas para garantir a polinização de muitas plantas cultivadas. Na Itália, por exemplo, no ano de 1996 foi proibido por decreto o deslocamento das colônias de *Apis* entre os pomares de pêra (*Pyrus communis* L.) na época da floração, para evitar a disseminação de uma doença causada pela bactéria *Erwinia amylovora* (Burrill) (Maccagnani et al., 2003). Nesse caso, abelhas do gênero *Osmia*, criadas em larga escala, foram utilizadas nos pomares para assumir o papel antes atribuído apenas a *Apis*.

A família de abelhas melhor representada neste estudo foi Halictidae que é encontrada em ambientes alterados pela ação humana em várias partes do Brasil, e tem sido descrita como polinizadores eficientes de plantas que colonizam rapidamente ambientes antropomórficos (Lenzi, Orth e Laroca, 2003).

Neste estudo foi capturado um número significativo de indivíduos do gênero *Callonychium* (Andrenidae), que não consta como de ocorrência para o Estado de São Paulo apesar de ser este um dos Estados que concentram a maior quantidade de estudos de levantamentos de abelhas (Pinheiro-Machado

et al., 2002). Laroca (1980) já havia chamado a atenção para a coleta deste gênero de abelhas em armadilhas do tipo Moericke.

Os parasitóides apresentaram grupos importantes no controle biológico de vários insetos causadores de danos em cultivos, cuja ocorrência deve estar associada à presença dos seus hospedeiros na área estudada. A baixa ocorrência de Evaniidae (Evaniioidea) que são considerados parasitóides preferencialmente de ovos de baratas (Felicio, 1986; Mason, 1993) na área estudada, diferentemente do que tem sido encontrado em outros estudos, deve-se ao fato que na propriedade estudada, as madeiras velhas e em decomposição, que servem de abrigo para diferentes espécies de baratas, são retiradas do local e ainda ao fato de que a área de coleta fica distante das áreas domiciliares, local onde comumente ocorrem os ovos de seus hospedeiros (Mariconi, 1999).

Os índices de diversidade para ambos os grupos, parasitóides e abelhas, foram baixos neste estudo se comparados a áreas mais preservadas, refletindo o grau de distúrbio encontrado na área. Porém, os efeitos da intensidade do uso da terra sobre a biodiversidade local e funcionamento ecológico dependem de escalas espaciais maiores do que um campo de cultivo (Roschewitz, Thies e Tschardtke, 2005).

Embora para abelhas não se tenha estudos em áreas agrícolas que possam ser comparativos, os trabalhos realizados em áreas perturbadas, de outra natureza, registraram baixos índices de diversidade (citações em Jamhour e Laroca, 2004).

Quanto aos parasitóides, estudos realizados em cultivos de soja, algodão e outros revelam uma fauna semelhante à encontrada neste trabalho (Perioto et al. 2002a, b).

O manejo da propriedade estudada, que emprega a técnica de plantio direto, pode até certo ponto favorecer a manutenção da fauna de Hymenoptera na área, uma vez que essa técnica, se comparada a outras, favorece o estabelecimento de uma flora ruderal mais diversificada, e a presença de plantas importantes como, por exemplo, a nabiça (*Raphanus raphanistrum* L. -

Cruciferae) que fornece recursos sazonais como pólen e néctar para os insetos adultos de ambos os grupos, bem como hospedeiros para os parasitóides.

Em função do tipo de coleta realizado não foi possível concluir como a utilização de produtos químicos afetou a composição das populações analisadas neste estudo.

## Referências

ABSY, M.L., CAMARGO, J.M.F., KERR, W.E.; MIRANDA, I.P.A.. Espécies de plantas visitadas por Meliponinae (Hymenoptera; Apoidea), para coleta de pólen na região do médio Amazonas. **Revista Brasileira de Biologia**, v.44, p.227-237, 1984.

AIZEN, M. A.; FEINSINGER, P. Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a chaco dry forest, Argentina. **Ecology**, v.75, p.330-351, 1994.

ALLEN-WARDELL, G.; BERNHARDT, P.; BITNER, R.; BURQUEZ, A.; BUCHMANN, S. L.; CANE, J. H.; COX, P.A.; DALTON, V.; FEINSINGER, P.; INGRAM, M.; JONES, C. E.; KENNEDY, K.; KEVAN, P.; KOOPOWITZ, H.; MEDELLIN, R.; MEDELLIN-MORALES, S.; NABHAN, G. P.; PAVLIK, B.; TEPEDINO, V.; TORCHIO, P.; WALKER, S. The potencial consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. **Conservation Biology**, v.12. n.1, p.8-17, 1998.

ALTIERI, M.A., SILVA, E.N., NICHOLLS, C.I. A influência da vegetação de entorno sobre as populações de insetos em áreas cultivadas. In: \_\_\_\_\_. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto, Holos Editora, 2003. Cap.7. p.133-217.

AYRES, M.; AYRES-JUNIOR, M., AYRES, D. L., SANTOS, A. S. **BioEstat 3.0: aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biológicas e Médicas**. Belém: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília CNPq, 2003, 290 p. 1 CD.

BANASZAK, J. Studies on method of censusing the numbers of bees (Hymenoptera, Apoidea). **Polish Ecol. Stud.**, v.6, p.355-366, 1980.

BARBOLA, I.F.; LAROCA, S. ; ALMEIDA, M.C. 2000. Utilização de recursos florais por abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da Floresta Estadual Passa Dois (Lapa, Paraná, Brasil). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 44, n. 1 / 2, p. 9-19

BARTHOLOMEW, C.S. ; PROWELL, D. Pan compared to malaise trapping for bees (Hymenoptera: Apoidea) in a Longleaf Pine Savanna. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 78, n. 4, p. 390-392, 2005.

BORBA, E.L., SEMIR, J. Pollinator specificity and vergence in fly-pollinated *Pleurothallis* (Orchidaceae) species: a multiple population approach. **Annals of Botany**, v.88, p.75-88, 2001.

BRAGA, S. M. P. **Estudo da biodiversidade dos Braconidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea) em três ecossistemas da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.** 2002, 198p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

BRANDÃO, C. R. F. Hymenoptera. In: Joly, C.A.; Bicudo, C.E.M (Org.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX, 5: invertebrados terrestres.** Brandão, C.R.F.; Cancellato, E.M. (Ed.). São Paulo: FAPESP, 1999. p.141-146.

CALABUIG, I. 2000. **Solitary bees and bumblebees in a Danish agricultural landscape.** 2000, PhD-Thesis - Department of Population Ecology, University of Copenhagen, Denmark. (Disponível em <http://www.zmc.dk/EntoWeb/staff/ICalabuig/default.htm>) Acesso em: 10.03.2002.

CAMILLO, E.; GARÓFALO, C.A.; SERRANO, J.C.; MUCCILLO, G. Diversidade e abundância sazonal de abelhas e vespas solitárias em ninhos armadilhas (Hymenoptera, Apocrita, Aculeata). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.39, n.2, p.459-470, 1995.

CANE, J.H.; MINCKLEY, R.L.; KERVIN, L.J. Sampling bees (Hymenoptera: Apiformes) for pollinator community studies: pitfalls of pan-trapping. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v.73, n.4, p.225-231, 2000.

CASTRO, M.S. Bee fauna of some tropical and exotic fruits: potential pollinators and their conservation. In: KEVAN, P.G.; IMPERATRIZ-FONSECA V.L. (Ed.). **Pollination bees: the conservation link between agriculture and nature.** Brasília: Ministry of Environment, Secretariat for Biodiversity and Forests, 2002, p. 275-288.

COLINET, H.; SALIN, C.; BOIVIN, G.; HANCE, T.H. Host age and fitness-related traits in a koinobiont aphid parasitoid. **Ecological Entomology**, v.30, p.473-479, 2005.

CORBET, S.A., WILLIAMS, J.H., OSBORNE, J.L. Bees and the pollination of crops wild flowers in the European community. **Bee World**, v.72, p.47-59, 1991.

CORBET, S.A., SAVILLE, N.M., OSBORNE, J.L. Farmland as a habitat for bumble bees. In: MATHESON, A. **Forage for bees in an agricultural landscape**. London: Int. Bee Research Association, 1994. p.35-46.

CORBET, S.A.; BEE, J.; DASMAHAPATRA, K.; GALE, S.; GORRINGES, E.; LA FERLA, B.; MOORHOUSE, T.; TREVAIL, A.; VAN BERGEN, Y.; VORONTSOVA, M. Native or exotic? Double or single? Evaluating plants for pollinator-friendly gardens. **Annals of Botany**, v. 87, p. 219-232, 2001.

DAFNI, A. **Pollination ecology: a practical approach**. London, Oxford University Press, 1992. 250 p.

D' AVILLA, M.; MARCHINI, L. C. Polinização realizada por abelhas em culturas de importância econômica no Brasil. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.62, n.1, p.79-90, 2005.

FELICIO, L. F. L. Observação da vespa *Evania appendigaster* (Hymenoptera, Evaniidae), predando as ootecas da barata *Periplaneta americana* (Dictyoptera, Blattidae). **Ciência e Cultura**, v.38, n.7, p.1219-1222, 1986.

FONSECA, C. R.; PRADO, P. I.; ALMEIDA-NETO, M.; KUBOTA, U.; LEWINSOHN, T. M. Flower-heads, herbivores, and their parasitoids: food web structure along a fertility gradient. **Ecological Entomology**, v.30, p.36-46, 2005.

GASTON, K. J. Spatial patterns in the descriptions and richness of the Hymenoptera. In: LaSALLE, J. e GAULD, I. D. (ed.). **Hymenoptera and Biodiversity**. Wallingford, UK: CAB International, 1993, p.277-293.

GINSBERG, H.S. Foraging ecology of bees in an old field. **Ecology**, v.64, n.1, p.165-175, 1983.

GOULET, H.; HUBER, J.T. **Hymenoptera of the world: an identification guide to families**. Ontario: Agriculture Canada Publication, 1993. 668p.

HAFERNIK Jr, J.E. Threats to invertebrate biodiversity: implications for conservation strategies. In: FIEDLER, P. L.; JAIN, S. K. (ed.). **Conservation biology: the theory and practice of nature conservation preservation and management**. London: Chapman & Hall, 1992. p.171-195.

HAWKINS, B. A. Global patterns of parasitoid assemblage size. **Journal of Animal Ecology**, n.59, p.57-72, 1990.

HOFFMANN, M. Abelhas nativas (Hymenoptera, Apoidea) numa área agrícola no Sul do Brasil e sua importância para a polinização de *Phaseolus vulgaris* (Leguminosae). **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, n.79, p.129-133, 1995.

HOYLE, M. e HARBORNE, A.R. Mixed effects of habitat fragmentation on species richness and community structure in a microarthropod microecosystem. **Ecological Entomology**, v.30, n.6, p.686-691, 2005.

HUNTER, M.D. Landscape structure, habitat fragmentation, and the ecology of insects. **Agricultural Forest Entomology**, v.4, p-159-166, 2002.

JAMHOUR, J.; LAROCCA, S. Uma comunidade de abelhas silvestres (Hym., Apoidea) de Pato Branco (PR-Brasil): diversidade, fenologia, recursos florais e aspectos biogeográficos. **Acta Biológica Paranaense**, v.33, n.1-2-3-4, p.27-119, 2004.

KAGATA, H.; NAKAMURA, M.; OHGUSCHI, T. Bottom-up cascade in a tri-trophic system: different impacts of host-plant regeneration on performance of a willow leaf beetle and its natural enemy. **Ecological Entomology**, v.30, p.58-62, 2005.

KEARNS, C.A., INOUE, D.W., WASER, N.M. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. **Annu. Rev. Ecol. Syst.**, v.29, p.83-112, 1998.

KERR, W.E.; CARVALHO, G.A.; SILVA, A.C.; ASSIS, M.G.P. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. In: Ministério da Ciência e Tecnologia. **Parcerias Estratégicas**, n.12, p.20-41, 2001.

KEVAN, P.G. Pollination and environmental conservation. **Environmental Conservation**, v.2, p.293-298, 1975a.

KEVAN, P. G. Forest application of the insecticide Fenitrothion and its effects on wild bees pollinators (Hymenoptera: Apoidea) of lowbush blueberries (*Vaccinium* spp.) in southern New Brunswick, Canada. **Biological Conservation**, v.7, p.301-309, 1975b.

KEVAN, P.G. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.74, p.373-393, 1999.

KIRK, W.D.J. Ecologically selective coloured traps. **Ecological Entomology**, v. 9, p.35-41, 1984.

KLEMM, M. Man-made bee habitats in the anthropogenous landscape of central Europe: substitutes for threatened or destroyed riverine habitats? In: Matheson, A., Buchmann, S.L.; O'Toole, C.; Westrich, P., Williams, I.H. (Ed.). **The conservation of bees**. Linnean Soc. Symp. Ser. No. 18, London: Academic Press, p.17-34.

LaMONT, B.B. Population fragmentation may reduce fertility to zero in *Banksia goodii* – a demonstration of the Allee effect. **Oecologia**, v.94, p.446-450, 1993.

LANDIS, D.A., WRATTEN, S.D.; GURR, G.M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual Review of Entomology**, v.45, p.175-201, 2000.

LAROCA, S. O emprego de armadilhas de água para coleta de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea). **Dusenía**, v.12, n.3, p.105-107, 1980.

LaSALLE, J. Parasitic hymenoptera, biological control and biodiversity. In: LaSALLE, J.; GAULD, I. D. (Ed.). **Hymenoptera and Biodiversity**. Wallingford, UK: C.A.B. International, 1993. p.197-215.

LaSALLE, J.; GAULD, I.D. Hymenoptera: their diversity, and their impact on the diversity of other organisms. In: \_\_\_\_\_(Ed.). **Hymenoptera and biodiversity**. Wallingford, UK: CAB International, 1993, p.1-26.

LENZI, M.; ORTH, A. I.; LAROCA, S. Associação das abelhas silvestres (Hym., Apoidea) visitantes das flores de *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae), na Ilha de Santa Catarina (sul do Brasil). **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, v.32, n.1,2,3,4. p.107-127, 2003.

LEONG, J.M.; THORP, R.W. Colour-coded sampling: the pan trap colour preferences of oligolectic and nonoligolectic bees associated with a vernal pool plant. **Ecological Entomology**, v.24, p.329-335, 1999.

MACCAGNANI, B.; LADURNER, E.; SANTI, F.; BURGIO, G. *Osmia cornuta* (Hymenoptera, Megachilidae) as a pollinator of pear (*Pyrus communis*): fruit- and seed-set. **Apidologie**, v.34, p.207-216, 2003.

MALAGODI-BRAGA, K. S. **Estudo de agentes polinizadores em cultura de morango (*Fragaria X ananassa* Duchesne – Rosaceae)**. 104p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Ecologia, 2002.

MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO, R. H.; COUTO, L. A.; SOUZA, J. C. Atrativo para as abelhas *Apis mellifera* e polinização em café (*Coffea arabica* L.). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.40, p.272-278, 2003.

MARICONI, F. A. M. As baratas. In: \_\_\_\_\_ (Coord.). **Insetos e outros invasores de residências**. Piracicaba: FEALQ, 1999, 460p, p.13-34.

MASON, W. R. M. Superfamilies Evanioidea, Stephanoidea, Megalyroidea, and Trigonalioidea. In: GOULET, H. e HUBER, J. T. **Hymenoptera of the world: a identification guide to families**. Ontario: Agriculture Canada Publication, 1993, 668p. Chapter 11.

MATHESON, A. An exciting opportunity for bees and bee science. In: \_\_\_\_\_ (Ed.). **Forage for bees in an agricultural landscape**. London: Int. Bee Research Association, 1994, p.1-2.

MAUÉS, M.M. Reproductive phenology and pollination of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. Lecythidaceae) in eastern Amazonia. In: KEVAN, P.G. & IMPERATRIZ-FONSECA V.L. (Eds.). **Pollination bees: the conservation link between agriculture and nature**. Brasília: Ministry of Environment, Secretariat for Biodiversity and Forests. 2002, p. 245-254.

MICHENER, C.D. **The bees of the world**. Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins University Press, 2000. 913p.

MICHENER, C.D.; MCGINLEY, R.J.; DANFORTH, B.N. **The bee genera of North and Central America (Hymenoptera: Apoidea)**. Washington, Smithsonian Institution Press, 1994. 209p.

MMA. **Bibliografia brasileira de polinização e polinizadores**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Brasília: MMA. (Série Biodiversidade 16). 2006, 205 p.

MORETI, A.C.C.C.; SILVA, R.M.B.; SILVA, E.C.A.; ALVES, M.L.T.M.F.; OTSUK, I.P. Aumento na produção de sementes de girassol (*Helianthus annuus*) pela ação de insetos polinizadores. **Scientia Agricola**, v.53, n.2-3, p.280-284, 1996.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p.853-858, 2000.

NEW, T.R. Limits to species focusing in insects conservation. **Annals Entom. Soc. America**, v.92, n.6, p.853-860, 1999.

OSBORNE, J.L, WILLIAMS, J.H., CORBET, S.A. Bees, pollination and habitat change in the European Community. **Bee World**, v.72, p.99-116, 1991.

O'TOOLE, C. Diversity of native bees and agroecosystems. In: LaSALLE, J.; GAULD, I.D. (Ed.). **Hymenoptera and biodiversity**. London: CAB International, 1993, p.169-196.

O'TOOLE, C. Those other bees: changing the funding culture. In: KEVAN, P.G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. (Ed.). **Pollination bees: the conservation link between agriculture and nature**. Brasília, Ministry of Environment, Secretariat for Biodiversity and Forests, 2002. p.37-40.

PARRA, J.R., BOTELHO, P.S.M., CORREA-FERREIRA, B.S., BENTO, J.M.S (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo, Manole, 2002. 609p.

PENNACCHIO, F.; STRAND, M.R. Evolution of developmental strategies in parasitic Hymenoptera. **Ann. Rev. Entomol.**, v.51, p.233-258, 2006.

PERIOTO, N.W.; LARA, R.I.R.; SANTOS, J.C.C., SELEGATO, A. Himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) coletados na cultura de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) (Malvaceae), no município de Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.46, n.2, p.165-168, 2002a.

PERIOTO, N.W.; LARA, R.I.R.; SANTOS, J.C.C., SILVA, T.C. Himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) coletados na cultura de soja (*Glycine max* (L.) Merriam) (Fabaceae), no município de Nuporanga, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.46, n.2, p.185-187, 2002b.

PINHEIRO-MACHADO, C.; ALVES-DOS-SANTOS, I.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; KLEINERT, A.M.P.; SILVEIRA, F.A. Brazilian bee surveys: state of knowledge, conservation and sustainable use. In: Kevan, P.G.; Imperatriz-Fonseca, V.L. (Ed.). **Pollination bees: the conservation link between agriculture and nature**. Brasília: Ministry of Environment, Secretariat for Biodiversity and Forests, 2002, p. 115-129.

PINHEIRO-MACHADO, C.; SILVEIRA, F.A. (Coord.) Surveying and monitoring of pollinators in natural landscapes and in cultivated fields. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; SARAIVA, A.M.; DE JONG, D. (Ed.). **Bees as pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting best practices**. Ribeirão Preto: Holos, 2006, p. 25-37

QUICKE, D.L.J. **Parasitic wasps**. 1. ed. London: Chapman & Hall, 1997. 470p.

RAUWALD, K. S.; IVES, A. R. Biological control in disturbed agricultural systems and the rapid recovery of parasitoid populations. **Ecological Applications**, v.11, n.4, p.1224-1234, 2001.

RICHARDS, A.J. Does low biodiversity resulting from modern agricultural practice affect crop pollination and yield? **Annals of Botany**, v.88, p.165-172, 2001.

ROSCHEWITZ, I.; THIES, C.; TSCHARNTKE, T. Are landscape complexity and farm specialization related to land-use intensity of annual crop fields? **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.105, p.87-99, 2005.

ROSCHEWITZ, I.; HÜCKER, M.; TSCHARNTKE, T.; THIES, C. The influence of landscape context and farming practices on parasitism of cereal aphids. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.108, p.218-227, 2005.

ROUBIK, D.W. Tropical pollinators in the canopy and understory: field data and theory for stratum "preferences." **Journal of Insect Behavior**, v.6, p.659-673, 1993.

SAMWAYS, M.J. **Insect conservation biology**. London: Chapman & Hall, 1994. 358p.

SANTANA, M.P.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B.; MORGADO, L.N. Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes das flores do feijoeiro, *Phaseolus vulgaris* L., em Lavras e Ijaci – MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras v.26, n.6, p.1119-1127, 2002.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Fauna Ameaçada no Estado de São Paulo**. São Paulo: SMA/CED, 1998, 56p.

SCATOLINI, D.; PENTEADO-DIAS, A.M. Análise faunística de Braconidae (Hymenoptera) em três áreas de mata nativa do Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.47, n.2, p.187-195, 2003.

SHAPIRO, B. A.; PICKERING, J. Rainfall and parasitic wasp (Hymenoptera: Ichneumonidae) activity in successional forest stages at Barro Colorado Nature Monument, Panama, and La Selva Biological Station, Costa Rica. **Agricultural and Forest Entomology**, v.2, p.39-47, 2000.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Belo Horizonte: Fernando A. Silveira, 2002. 253 p.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods: with particular preference to the study of insect populations**. 2 ed. London: Chapman & Hall, 1978. 524p.

STEPHEN W.P.; RAO, S. Unscented color traps for non-*Apis* bees (Hymenoptera: Apiformes). **Journal of the Kansas Entomological Society**, v.78, n.4, p.373-380, 2005.

TENTELIER, C.; WAJNBERG, E.; FAUVERGUE, X. Parasitoids use herbivore-induced information to adapt patch exploitation behaviour. **Ecological Entomology**, v.30, p.739-744, 2005.

THOMAS, G. 2000. **Bio Dap – Ecological diversity and its measurement**. Alma, New Brunswick, Canada, Fundy National Park. Disponível em <http://nhsbig.inhs.uiuc.edu/wes/populations.html>. Acesso em: 02.07.2006.

TROPPEMAIR, H. **Atlas da qualidade ambiental e de vida de Rio Claro SP**. Rio Claro: Unesp, Instituto de Geociências, 1992. 76 p.

TSCHARNTKE, T.; GATHMANN, A.; STEFFAN-DEWENTER, I. Bioindication using trap-nesting bees and wasps and their natural enemies: community structure and interactions. **Journal of Applied Ecology**, v.35, p.708-719, 1998.

USHER, M. B. Assessment of conservation values: the use of water traps to assess the arthropod communities of Heather Moorland. **Biological Conservation**, v.53, p.191-198, 1990.

van BAAREN, J.; BOIVIN, G.; OUTREMAN, Y. Patch exploitation strategy by an egg parasitoid in constant or variable environment. **Ecological Entomology**, v.30, p.502-509, 2005.

WESTRICH, P. Habitat requirements of central European bees and the problems of partial habitats. In: Matheson, A. et. al. (ed.). **The conservation of bees**. London: Academic Press, 1996.

WHARTON, R. A. Bionomics of the Braconidae. **Annu. Rev. Entomol.**, v.39, p.121-143, 1993.

WILSON, E.O. A situação atual da diversidade biológica. In: \_\_\_\_\_ (Org.) **Biodiversidade**. Trad. de Marcos Santos e Ricardo Silveira, Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. p.3-27. Tradução de: Biodiversity.

WILLIAMS, P.H. Environmental change and the distributions of British bumble bees (*Bombus* Latr.). **Bee World**, v.67, p.50-61, 1986.

WILLIAMS, I.H. Insect pollination and crop production: a European perspective. In: Kevan, P.G.; Imperatriz-Fonseca, V.L. (ed.). **Pollination bees: the conservation link between agriculture and nature**. Brasília: Ministry of Environment, Secretariat for Biodiversity and Forests. 2002, p. 59-66.

WITTER, S.; BLOCHTEIN, B. Efeito da polinização por abelhas e outros insetos na produção de sementes de cebola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.12, p.1399-1407, 2003.