



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de São José do Rio Preto

Otavio Augusto Lima de Oliveira

Forrageio de vespas enxameadoras neotropicais
(Vespidae, Epiponini)

São José do Rio Preto
2013

Otavio Augusto Lima de Oliveira

Forrageio de vespas enxameadoras neotropicais
(Vespidae, Epiponini)

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Biologia Animal, junto ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Área de Concentração – Sistemática e Evolução, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Barbosa Noll.

São José do Rio Preto
2013

Oliveira, Otavio Augusto Lima de.

FORAGEIO DE VESPAS ENXAMEADORAS NEOTROPICAIS (VESPIDAE EPIPONINI)
/ Otavio Augusto Lima de Oliveira. - São José do Rio Preto : [s.n.], 2013.

63 f. : 9 il. ; 30 cm.

Orientador: Fernando Barbosa Noll

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de
Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Vespas Sociais. 2. Forrageio. 3. Vespidae. I. Nogueira, João. II.
Colombo, Maria Clara Silva. III. Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. IV. Título.

CDU – 595.798

Otávio Augusto Lima de Oliveira

Forrageio de vespas enxameadoras neotropicais
(Vespidae, Epiponini)

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Biologia Animal, junto ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Área de Concentração – Sistemática e Evolução, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Barbosa Noll.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Fernando Barbosa Noll
UNESP – São José do Rio Preto
Orientador

Prof^a. Dr^a. Eliane Gonçalves de Freitas
UNESP – Rio Preto

Prof^a. Dr^a. Vera Cristina Silva
UNESP – Jaboticabal

Prof. Dr. Sergio Ricardo Andena
UEFS – Feira de Santana

Prof. Dr. Sidnei Mateus
USP – Ribeirão Preto

São José do Rio Preto
06 de março de 2013

Agradecimentos

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Fernando Barbosa Noll, pela oportunidade e dedicação durante todos esses anos.

Aos mestres que tive o privilégio de ter sido aluno, se eu consegui chegar até aqui, é mérito de todos os professores que tive.

A todos os integrantes do Laboratório de Aculeata, pela amizade e convivência. Em especial ao grande amigo Bruno Gomes, por todos esses anos de convivência e parceria nos estudos de vespas.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal.

A Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pelo financiamento do projeto 2009/08010-0.

A todos que de alguma maneira estiveram envolvidos no projeto, seja com ideias, auxílio nas coletas, identificação do material etc.

A minha família pelo incentivo.

Aos amigos que sempre foram presentes.

E a minha companheira Maraisa, pela paciência e compreensão.

"Somos todos feitos do mesmo pó de estrelas."

Carl Sagan

RESUMO

Os Epiponini formam um conjunto de gêneros de vespas sociais que popularmente são conhecidas como marimbondos. É um grupo bem conhecido taxonomicamente e revela grande diversidade. Um aspecto importante para seu entendimento se dá pela descrição do forrageio das espécies. Nos Epiponini, vários trabalhos vem sendo realizados ao longo dos anos, porém ainda temos um longo caminho pela frente para um entendimento sólido do grupo todo. A literatura que envolve o estudo do forrageio em vespas sociais, é pontual em sua maioria e ainda utilizam apenas um gênero como objeto de estudo. Uma característica associada a esse fato talvez seja a dificuldade encontrada para realizar estudos de forrageio em vespas sociais. Propomos com este trabalho estudar o forrageio do grupo Epiponini de uma maneira mais ampla, abrangendo um número maior de espécies. Sabemos que o forrageio de recursos tem papel primordial na manutenção das colônias dos Epiponíneos, pois é através dele que recursos fundamentais para a manutenção das colônias são coletados. Entender melhor como é feito o forrageio de vespas sociais ajuda a esclarecer fatores no ciclo colonial das diferentes espécies.

Palavras-chave: Vespas sociais, Forrageio, Vespidae.

ABSTRACT

The epiponines form a group of social wasps genera popularly known as “marimbondos”. It is a group well known taxonomically and shows great diversity. An important part to the understanding this group is the description of the foraging of the species. In Epiponini, several works have been performed over the years, but we still have a long way for a solid understanding of the entire group. Most studies in the literature involving foraging in social wasps, are punctual, and still use just one genus as study object. A feature associated with that fact may be the difficulty for studies of foraging in social wasps. We propose in this paper to study the foraging of the Epiponini covering a larger number of species. We know that the foraging resource has crucial role to the maintenance of epiponines colonies. Better understand how it is done foraging social wasps helps clarify factors in the colony cycle of the different species.

Keywords: Social wasps, Foraging, Vespidae

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	01
REFERÊNCIAS.....	04
CAPÍTULO 1.....	06
RESUMO.....	07
INTRODUÇÃO.....	08
MATERIAIS E MÉTODOS.....	11
RESULTADOS.....	13
DISCUSSÃO.....	14
REFERÊNCIAS.....	28
CAPÍTULO 2.....	31
RESUMO.....	32
INTRODUÇÃO.....	33
MATERIAIS E MÉTODOS.....	35
RESULTADOS.....	36
DISCUSSÃO.....	37
REFERÊNCIAS.....	43
CAPÍTULO 3.....	45
RESUMO.....	46
INTRODUÇÃO.....	47
MATERIAIS E MÉTODOS.....	49
RESULTADOS.....	51
DISCUSSÃO.....	53
REFERÊNCIAS.....	60
DISCUSSÃO GERAL.....	62

Introdução Geral

A destruição e a fragmentação dos habitats juntamente como desmatamento são as causas mais diretas e imediatas da redução da diversidade de insetos, não somente pela redução dos recursos florais, mas também pela escassez de locais de nidificação (SCHWARTZ- FILHO *et al.*, 2004).

Resultados variados têm sido encontrados quanto à alteração na diversidade de insetos em função de fragmentação, desmatamentos ou diferentes estágios de sucessão ecológica, em alguns casos, esses distúrbios estão associados à redução na diversidade de espécies de insetos e, em outros casos, contrariamente, esses fatores estão associados até a um aumento na diversidade local. Portanto, não podemos fazer generalizações quanto a esse assunto, fazendo-se necessário realizar estudos nas diferentes regiões de interesse na conservação da diversidade tanto de insetos como da comunidade em geral (THOMAZINI & THOMAZINI, 2000).

Muitos dos programas de conservação, não contemplam o grupo dos invertebrados, principalmente os insetos (DOUROJEANNI, 1990). Contudo, alguns autores têm colocado em pauta a importância de se considerar os insetos e programas de conservação, devido ao seu papel nos ecossistemas, assim como seu uso no monitoramento ambiental, como bioindicadores de qualidade ambiental (DOUROJEANNI, 1990; BROWN, 1991; MORATO & CAMPOS, 2000).

Uma diversidade maior de vespas sociais é encontrada em estruturas ambientais de maior complexidade, por atenderem as exigências feitas por esse grupo, para o estabelecimento e sobrevivência (SANTOS *et al.*, 2007). A vegetação exerce influência direta nas comunidades de vespas sociais, fornecendo suporte para a nidificação e recursos alimentares; e afeta indiretamente essas comunidades pelas variações causadas na temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade do

ambiente. As espécies de vespas sociais que nidificam somente em determinadas condições selecionam os locais de seus ninhos pela densidade e tipos de vegetação, se aberta ou fechada, bem como pela forma e disposição de folhas e outras estruturas vegetais (RODRIGUES & MACHADO 1982, WENZEL 1991; DINIZ & KITAYAMA, 1998; DEJEAN *et al.*, 1998; SANTOS & GOBBI 1998).

Nosso material de estudo são vespas sociais, pertencentes à Ordem Hymenoptera, subordem Apocrita, que inclui as vespas parasitóides e os Aculeata, tendo vespas, formigas e abelhas como seus principais representantes (EVANS & WEST-EBERHARD, 1970). Na subordem Apocrita, a família Vespidae que é monofilética, de ampla distribuição e representada por seis subfamílias existentes (CARPENTER, 1993) compreende um grande número de espécies sociais (CARPENTER, 1991).

Dentro da família Vespidae, temos a subfamília Polistinae onde estão inseridos os vespídeos sociais neotropicais, esta subfamília compreende 26 gêneros e cerca de 950 espécies, com distribuição cosmopolita (CARPENTER & MARQUES, 2001). No Brasil ocorrem três tribos de Polistinae: Mischocyttarini, representada por um único gênero: *Mischocyttarus*; Polistini, representada também por um único gênero: *Polistes* e os Epiponini, compreendendo a tribo diversa nos neotrópicos, correspondendo a 19 gêneros, são estes - *Apoica*, *Agelaia*, *Angiopolybia*, *Asteloeca*, *Brachygastra*, *Chartergellus*, *Charterginus*, *Chartergus*, *Clypearia*, *Epipona*, *Leipomeles*, *Metapolybia*, *Nectarinella*, *Parachartergus*, *Polybia*, *Protonectarina*, *Protopolybia*, *Pseudopolybia* e *Synoeca* - (RICHARDS, 1978; CARPENTER, 2004).

Apesar da diversidade existente nos Epiponini, os estudos de forrageio do grupo, estão focados principalmente em um só gênero – *Polybia*, e utilizam uma só espécie para a coleta de dados (RAVERET RICHTER & JEANNE, 1985, 1991;

ODONNELL, 1992; ODONNELL & JEANNE, 1992; GORNES *et al.*, 2007; BICHARA FILHO, 2009; SANTOS *et al.*, 2006).

Os polistíneos são basicamente predadores e a dieta de suas larvas é constituída, principalmente, de proteína animal (JEANNE, 1991). Seu interesse por carboidratos se dá para manutenção de seu próprio metabolismo e reserva energética, tanto para indivíduos adultos quanto para imaturos (FAEGRI & PIJL, 1979; RAVERET-RICHTER, 2000), e o néctar que coletam é um complemento de sua dieta (JEANNE, 1991), o que faz do mesmo um recurso crítico para o desenvolvimento da colônia (RAVERET-RICHTER, 2000).

Vespídeos são visitantes generalistas de plantas e flores, principalmente pela necessidade das colônias perenes (principalmente as espécies da tribo Epiponini) manterem permanentemente suas reservas alimentares (HERMES & KÖHLER, 2006). A predação generalista em Vespidae pode ser observada nos trabalhos de Prezoto *et al.* (2006), Clapperton (1999) e de Oliveira *et al.* (2010). Parece ser de comum acordo que a presa mais capturada são as lagartas de Lepidoptera, chegando a totalizar algumas vezes 95% do material coletado, esse dado se torna mais interessante quando tratamos dos Epiponini, uma vez que muitas espécies desse grupo constroem ninhos com populações de milhares de indivíduos chegando até a milhões, potencializando muito a predação (ZUCCHI *et al.*, 1995; CARPENTER & MARQUES, 2001; DE OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Referências

- BICHARA FILHO, C. C. et al. Foraging Behavior of the Swarm-Founding Wasp, *Polybia* (*Trichothorax*) *sericea* (Hymenoptera, Vespidae): Prey Capture and Load Capacity. **Sociobiology**, v. 53, n. 1, 2009.
- BROWN, K.S. JR. Conservation of neotropical environments: insects as indicators. In: Collins, n.M.; Thomas, J.A. (Eds). **The Conservation of Insects and Their Habitats**. Academic Press, london. p. 349-404. 1991.
- CARPENTER, J.M. Phylogenetic relationships and the origin of social behaviour. In: Ross, K.G. & Matthews, R.W. (Eds). **The social Biology of wasps**. Cornell University Press. Ithaca.. p. 7-32. 1991.
- CARPENTER, J. M. Biogeographic patterns in the Vespidae (Hymenoptera): Two views of Africa and South America. In P. Goldblatt (ed), **Biological Relationships between Africa**. Yale Univ. Press, New Haven: p. 139-155. 1993.
- CARPENTER, J. M. & MARQUES, O. M. **Contribuição ao estudo dos vespídeos do Brasil (Insecta, Hymenoptera, Vespoidea, Vespidae)**. [CD-ROM]. Cruz das Almas - BA, Brasil. Universidade Federal da Bahia, Escola de Agronomia, Departamento de Fitotecnia / Mestrado em Ciências Agrárias. Série Publicações Digitais. v.2. 2001.
- CARPENTER, J. M. Synonymy of the genus *Marimbonda* Richards, 1978, with *Leipomeles* Mobius, 1856 (Hymenoptera : Vespidae; Polistinae), and a new key to the genera of paper wasps of the new world. **American Museum Novitates**, n. 3465, Dec 30 2004.
- CLAPPERTON, B. K. Abundance of wasps and prey consumption of paper wasps (Hymenoptera, Vespidae : Polistinae) in Northland, New Zealand. **New Zealand Journal of Ecology**, v. 23, n. 1, 1999.
- DEJEAN, A.; CORBARA, B.; CARPENTER, J. M. Nesting site selection by wasps in the Guianese rain forest. **Insectes Sociaux**, v. 45, n. 1, p. 33-41, 1998 1998.
- DE OLIVEIRA, O. A. L.; NOLL, F. B.; WENZEL, J. W. Foraging Behavior and Colony Cycle of *Agelaia vicina* (Hymenoptera: Vespidae; Epiponini). **Journal of Hymenoptera Research**, v. 19, n. 1, Apr 2010.
- DINIZ, I. R.; KITAYAMA, K. Seasonality of vespidae species (Hymenoptera : Vespidae) in a central Brazilian cerrado. **Revista De Biologia Tropical**, v. 46, n. 1, p. 109-114, Mar 1998.
- DOUROJEANNI, M.J. Entomology and biodiversity conservation in latin America. **American Entomologist**, v. 36, n.2, p 88-93, 1990.
- EVANS. H. E.& WEST-EBERHARD, M. J. **The Wasps**. Ann Arbor: Univ. Mich.Press., 1970.
- FAEGRI K.; VAN DER PIJL L. **The Principles of Pollination Ecology**. Oxford, New York, Toronto, Sydney, Braunschweig: Pergamon. 248p. 1979.
- GORNES, L. et al. Foraging by *Polybia* (*Trichothorax*) *ignobilis* (Hymenoptera, Vespidae) on flies at animal carcasses. **Revista Brasileira De Entomologia**, v. 51, n. 3, Jul-Sep 2007.
- HERMES, M. G.; KOHLER, A. The flower-visiting social wasps (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) in two areas of Rio Grande do Sul State, southern Brazil. **Revista Brasileira De Entomologia**, v. 50, n. 2, Apr-Jun 2006.
- JEANNE, R.L. The Swarm-founding Polistinae. In: Ross KG & Matthews RW. (Eds). **The social Biology of wasps**.Cornell University Press. Ithaca. p.149-190. 1991.
- MORATO, E.F.; CAMPOS, L.A.O. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias

em uma área da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, n. 2, p. 429-444, 2000.

ODONNELL, S.; JEANNE, R. L. Forager Success Increases With Experience In *Polybia occidentalis* (Hymenoptera, Vespidae). **Insectes Sociaux**, v. 39, n. 4, p. 451-454, 1992.

ODONNELL, S. The Effects Of Colony Characteristics On Life-Span And Foraging Behavior Of Individual Wasps (*Polybia occidentalis*, Hymenoptera, Vespidae). **Insectes Sociaux**, v. 39, n. 1, p. 73-80, 1992.

PREZOTO, F. et al. Prey captured and used in *Polistes versicolor* (Olivier) (Hymenoptera : Vespidae) nourishment. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 5, Sep-Oct 2006.

RAVERET RICHTER, M. A.; JEANNE, R. L. Predatory Behavior Of *Polybia sericea* (Olivier), A Tropical Social Wasp (Hymenoptera, Vespidae). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 16, n. 2, p. 165-170, 1985.

RAVERET RICHTER, M.; JEANNE, R. L. Hunting Behavior, Prey Capture And Ant Avoidance In The Tropical Social Wasp *Polybia sericea* (Hymenoptera, Vespidae). **Insectes Sociaux**, v. 38, n. 2, p. 139-147, 1991

RAVERET RICHTER, M. Social wasp (Hymenoptera : Vespidae) foraging behavior. **Annual Review of Entomology**, v. 45, 2000.

RICHARDS, O.W. **The social wasps of the Americas (excluding the Vespinae)**. London, British Museum (Natural History), 580p. 1978.

RODRIGUES, V. M., MACHADO, V. L. L. Vespídeos Sociais: Espécies do Horto Florestal Navarro de Andrade de Rio Claro, SP. **Naturalia**, v. 7, p. 173-175, 1982.

SANTOS, G. M. D.; GOBBI, N. Nesting habits and colonial productivity of *Polistes canadensis canadensis* (L.) (Hymenoptera-Vespidae) in a Caatinga area, Bahia State Brazil. **Journal of Advanced Zoology**, v. 19, n. 2, p. 63-68, Dec 1998.

SANTOS, G. M. D.; AGUIAR, C. M. L.; GOBBI, N. Characterization of the social wasp guild (Hymenoptera : Vespidae) visiting flowers in the caatinga (Itatim, Bahia, Brazil). **Sociobiology**, v. 47, n. 2, 2006.

SANTOS, G. M. D. M. et al. Diversity and community structure of social wasps (Hymenoptera : Vespidae) in three ecosystems in Itaparica Island, Bahia state, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 2, p. 180-185, Mar-Apr 2007.

SCHWARTZ-FILHO, D.L.; LAROCCA, S.; MALKOWSKI, S. R. 2004. Abelhas In: Mikich, S.B. & R.S. Bérnils. (Eds) **Livro vermelho da fauna ameaçada no Paraná**. Disponível em: <<http://www.maternatura.org.br/livro/index.asp?idgrupo=7>> acesso em 04/12/12

THOMAZINI, M.J. & THOMAZINI, A.P.B.W. A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas. Rio Branco: Embrapa Acre, **Embrapa Acre Documentos**, v. 57, p. 21. 2000.

WENZEL, J. W. Evolution of nest architecture. in: Ross, K. G., and R. W. Matthews (Eds.) **The Social Biology of Wasps**. Cornell University Press, Ithaca. p. 480–519 1991.

ZUCCHI, R. et al. *Agelaia vicina*, a swarm-founding polistine with the largest colony size among wasps and bees (Hymenoptera: Vespidae). **Journal of the New York Entomological Society**, v. 103, n. 2, Apr 1995.

Capítulo 1

Uma análise comparativa de forrageio em vespas enxameadoras
neotropicais (Vespidae, Epiponini)

Resumo

O forrageio de recursos tem papel primordial na manutenção das colônias dos Epiponíneos. É através dele que, água, material de construção, proteína e carboidratos são coletados. Entender melhor como é feito o forrageio de vespas sociais ajuda a esclarecer fatores no ciclo colonial das diferentes espécies. Apesar de muitos trabalhos relatarem o generalismo na coleta de recursos de vespas sociais, esses trabalhos são de caráter pontual e abrangem geralmente uma espécie. Pretendemos preencher uma lacuna presente em estudos de forrageio de vespas sociais, estudando várias espécies e como se dá o forrageio das mesmas. Testamos aqui a hipótese de que as vespas sociais são especialistas oportunistas quanto à exploração de recursos. Nosso estudo foi feito através da oferta de recursos e observação de florescências. Os recursos oferecidos foram fontes de água, solução atrativa lagartas e proteína animal. Os dados foram analisados qualitativamente e construídos dendrogramas de similaridade. Sobre o forrageio das espécies, algumas espécies têm preferências quanto à coleta de recursos, onde discordamos do generalismo defendido até então e propomos que as vespas são especialistas oportunistas.

Introdução

As vespas sociais são himenópteros da família Vespidae, subfamília Polistinae. Nessa subfamília, encontram-se os Epiponini, composta por 19 gêneros (CARPENTER, 2004), altamente sociais, poligínicos, enxameadores e compõem o grupo de estudo do presente trabalho.

O forrageio de vespas sociais é pouco estudado quando comparado a outros Hymenopteros sociais, como abelhas e formigas. Estudos sobre o forrageio realizados até o momento são de caráter pontual, utilizando muitas vezes uma única espécie (RAVERET-RICHTER, 2000; CARPENTER & MARQUES, 2001; PREZOTO *et al.*, 2006), sem que tenha havido até o momento uma comparação envolvendo várias espécies.

Vespas sociais são generalistas, oportunistas de presas e têm seu forrageio entendido pela coleta de água, fibras vegetais, carboidratos, proteína animal e caça a presas (WEST-EBERHARD, 1969; JEANNE, 1991; RAVERT-RICHTER, 1990, 2000; CARPENTER & MARQUES, 2001; de OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Embora vespas sociais sejam consideradas generalistas, elas são basicamente predadoras (JEANNE, 1991) e sua dieta é baseada na coleta de larvas de lepidópteros, pois são as presas mais capturadas, chegando a totalizar algumas vezes 95% do material coletado (CLAPPERTON, 1999; CARPENTER & MARQUES, 2001; PREZOTO *et al.*, 2006). É comum que forrageiras muitas vezes voltem a caçar em locais de sucesso anterior (RAVERET-RICHTER & JEANNE, 1985; RAVERT-RICHTER, 1990), podendo se alimentar várias vezes sobre as mesmas espécies de presas, assim funcionando individualmente como especialistas facultativos (RAVERET-RICHTER, 2000).

Porém vespas sociais não utilizam larvas de lepidóptera para sua alimentação diretamente, mas sim na dieta de suas larvas que é constituída, principalmente, de proteína animal (JEANNE, 1991). A busca por carboidratos se dá para manutenção de seu próprio metabolismo, tanto para indivíduos adultos quanto para imaturos, também são estocados como reserva energética, o que faz desse um recurso essencial para o desenvolvimento da colônia (RICHARDS, 1971; FAEGRI & PIJL, 1979; JEANNE, 1991; RAVERET-RICHTER, 2000). Vespídeos são visitantes de flores, para a coleta de néctar, tanto para o complemento de sua dieta, quanto pela necessidade das colônias perenes (principalmente nos Epiponini) manterem permanentemente suas reservas alimentares (JEANNE, 1991; HERMES & KÖHLER, 2006).

Vespas sociais podem também predar adultos de outros grupos, como Coleoptera, Diptera, Hemiptera, outros Hymenoptera, bem como aracnídeos (de OLIVEIRA *et al.*, 2010). Esse dado se torna mais interessante quando tratamos dos Epiponini, uma vez que muitas espécies desse grupo constroem ninhos com populações de milhares de indivíduos chegando até a milhões, potencializando muito a predação (ZUCCHI *et al.*, 1995; CARPENTER & MARQUES, 2001). Estudos realizados com *Agelaia vicina* Saussure, demonstraram seu papel como um predador de grande número de invertebrados (de OLIVEIRA *et al.*, 2010).

A atividade de forrageamento dessas vespas varia ao longo do dia e ao longo das estações, mas também de acordo com o local onde o estudo é realizado (da ROCHA & GIANNOTTI, 2007). Ciclos coloniais em vespas sociais moldam o forrageio de acordo com o estágio em que a população se encontra (JEANNE, 1991; WENZEL, 1991; RAVERET-RICHTER, 2000, de OLIVEIRA *et al.*, 2010). Mesmo que comportamento social da colônia tenha influência na atividade forrageira, as

condições que estabelecem os limites de quando e onde o forrageio é viável, são principalmente físicas, como a intensidade de luz e temperatura (SPRADBERY, 1973).

Trabalhos relatam a influência das condições climáticas no forrageio em vespas sociais, *Polistes lanio lanio* (Fabricius) (GIANNOTTI & PREZOTO, 1995) *Mischocyttarus consimilis* (Zikán) (MONTAGNA *et al.*, 2009) *Polistes similimus* (Zikán)(PREZOTO *et al.*, 1994), quase todos eles apontam para a temperatura como fator chave na influencia do forrageio, mas como podemos observar os gêneros abrangidos são *Polistes* e *Mischocyttarus*. Apesar da diversidade encontrada nos Epiponini (CARPENTER & MARQUES, 2001) a relação entre temperatura e forrageio, no grupo como um todo, é pouco explorada, os trabalhos geralmente focam em um só gênero, *Polybia* (i.e. JEANNE, 1991; HOZUMI *et al.*, 2008; CANEVAZZI & NOLL, 2011).

A temperatura exerce forte efeito sobre o comportamento das forrageadoras, afetando significativamente a tomada de decisão do forrageio. Em temperaturas mais elevadas foi observado que há um aumento no forrageio por carboidrato, embora esse aumento pode ser um mecanismo ajustado a climas temperados (JANDT *et al.*, 2010). Em *Polybia occidentalis* (Oliver), a frequência de vôo está intimamente relacionada com a temperatura em torno da superfície do ninho, o que sugere que temperaturas mais elevadas podem promover o forrageio de vespas adultas (HOZUMI *et al.*, 2008). Nas demais espécies de Epiponini, ainda não é bem compreendida a relação da temperatura com o forrageio.

Neste trabalho, testamos a hipótese de que as vespas sociais enxameadoras neotropicais são especialistas oportunistas quanto à exploração de recursos. E

também a hipótese de que a temperatura influencia no forrageio de vespas sociais enxameadoras neotropicais.

Materiais e Métodos

O estudo foi realizado na Fazenda Vista Bonita (FVB), localizada próxima à cidade de Barretos - SP, (20.495286° S, 48.827362° W). Possui um fragmento florestal com 1037,9 ha de área de mata estacional semidecidual.

Foram realizadas 45 coletas de campo na FVB, entre setembro de 2009 a novembro 2010, totalizando 360h de trabalho de campo. Para a coleta de dados utilizamos dias amostrais, cada um com período de 8 horas de trabalho de campo, das 8h às 16h.

A estação chuvosa foi definida de outubro a março e a estação seca, de abril a setembro. A fim de comparar se há preferência por uma faixa de temperatura no forrageio das espécies amostradas, dados de temperatura e umidade relativa do ar foram aferidos com termo-higrômetro digital para cada indivíduo observado. Para que a análise de similaridade de temperatura pudesse ser realizada, quatro faixas de temperatura foram padronizadas: 20 ~ 25°C, 25.1 ~ 30°C, 30.1 ~ 35 °C e 35.1 ~40 °C.

A FVB foi demarcada previamente em parcelas, sendo aleatorizadas por sorteio as parcelas amostradas. Foram disponibilizados recursos atrativos em 30 coletas, em cada uma quatro *kits* de recursos eram dispostos em linha, separados cada um do outro por 20 m. Cada *kit* era composto por:

-**água**: em recipiente plástico de 100ml.

-**solução atrativa** (NOLL & GOMES 2009): sal + água + açúcar (para cada 10l de água, 2Kg de açúcar mais 250g de sal são diluídos) em recipiente plástico de 100 ml.

-**lagartas**: lagartas de Lepdoptera, *Ascia monuste orseis* (Latreille), criadas em laboratório, foram disponibilizadas sobre plantas de couve, *Brassica oleraceae* var. *acephala* L., em vaso.

-**carne**: 50g de carne bovina cortada em cubos, em recipiente plástico de 100 ml.

Os *kits* eram monitorados visualmente e as espécies visitantes de cada tipo de recurso eram coletadas e identificadas.

Foram realizadas 15 coletas observando o forrageio em flores. Em cada uma, a borda da área nativa era percorrida em busca de floradas. Como a borda da área nativa tinha cerca de 8110 m, cada percorrida na borda abrangeria uma área muito maior do que a utilizada na oferta de recursos, assim foi feita uma compensação diminuindo o número de coletas para forrageio em flores, para valores equivalentes quanto a área amostrada, para assim ser possível uma comparação com o forrageio de recursos ofertados, que ficavam estáticos em uma área pré-determinada.

Uma vez detectadas florescências, elas eram observadas por 10 minutos, e as vespas visitantes eram coletadas para posterior identificação. Feito isso, uma excisata da planta era montada para posterior identificação e se reiniciava a procura por outras florescências.

Foi feita uma análise de similaridade qualitativa, a fim de se comparar o forrageio das vespas de acordo com os recursos visitados. Para o tratamento estatístico dos dados, foi utilizado o software PAST, versão 1.37, utilizando índice de Bray-Curtis.

Resultados

Foram observadas 11 espécies coletando os recursos ofertados, estas estão apresentadas por sazonalidade, data de coleta, temperatura, umidade relativa e recurso coletado (Tabela 1). Porém, as lagartas ofertadas não atraíram as vespas, de modo que esse recurso não possibilitou análise de similaridade com os demais.

Pela análise de similaridade para temperatura (Figura 1), verificou-se que *Polybia paulista* (Von Ihering) prefere as faixas de temperaturas mais baixas, entre 20~25 °C e *Protopolybia exigua* (de Saussure) entre 20,1 a 30 °C. *Polybia sericea* (Oliver), *P. sp*, *P. occidentalis* (Oliver), *Brachygastra lecheguana* (Latreille) e *Synoeca surinama* (Linnaeus) compartilham 100% de similaridade em relação às temperaturas do ambiente na hora do forrageio, que estão entre as temperaturas de, 25,1 a 35°C. *Polybia jurinei* (de Saussuree) e *P. ignobilis* (Haliday) também compartilham 100% de similaridade em relação às temperaturas, tiveram preferência por temperaturas mais entre 25,1 a 40°C. *Agelaia pallipes* (Oliver) foi encontrada forrageando em todas as faixas de temperatura, enquanto que *Brachygastra augusti* (de Saussure) somente entre 25,1 a 30 °C.

A análise de similaridade não recupera grupos (ou guildas) com níveis de similaridade menores que 67% e por isso a análise dos horários de forrageio das vespas não mostrou similaridade com os dados apresentados (Figura 2).

A análise de similaridade dos recursos utilizados mostrou que *P. jurinei* e *P. ignobilis* compartilham 100% de similaridade nos recursos coletados – água, sol. atrativa e flores; *P. sericea*, *P. sp* e *B. lecheguana* compartilham 100% de similaridade nos recursos coletados – sol. atrativa e flores; *B. augusti* e *P. occidentalis* compartilham 100% de similaridade nos recursos coletados – água e

sol. atrativa; *P. paulista* e *P. exigua* compartilham 100% de similaridade no recurso coletado – água. E *A. pallipes*, por ser a única coletora de carne, e *S. surinama*, por ter sido observada somente coletando em flor, não tiveram 100% de similaridade com outras espécies (Figura 3).

As procuras por floradas só obtiveram resultados nos meses de fevereiro, abril, maio e julho de 2010, mas principalmente, nos meses de abril e maio, que florescências foram observadas.

Além das plantas que foram observadas com vespas forrageando, outras espécies de plantas com florescências estavam presentes na área de coleta, contudo não foi observado que estas atraíam as vespas.

Ao todo, sete espécies foram observadas forrageando em flores (Tabela1). Na análise de similaridade de forrageio em flores (Figura 4), podemos ver a alta similaridade 100% entre *A. pallipes*, *P. ignobilis*, *P. jurinei*, *P. sericea* e *P. sp* com a espécie *Gouania virgata* (Reissk), família Rhamnaceae. Pelos dados obtidos, podemos concluir ainda que *S. surinama* possui uma grande atração por flores, uma vez que foi avistada coletando em três plantas (*G. virgata*, *Luehea paniculata* Mart. & Zucc., e *Eupatorium maximilianii* Schrad.) das quatro espécies que receberam visitas de vespas durante o experimento, e que *B. lecheguana* tem preferência por *Senna spectabilis* (DC.) H.S. Irwin & Barneby.

Discussão

A análise de similaridade de temperatura sugere uma preferência de faixa de temperatura para algumas espécies, ou algum tipo de limitação em seu forrageio que não lhes permite forragear em uma faixa maior (Figura 1). Porém, vimos que

para *A. pallipes* a temperatura do ambiente não é limitante, pois foi observada forrageando em todas as faixas de temperatura amostradas.

JANDT *et al.* (2010) encontraram uma forte relação entre temperatura e forrageio para *Vespula germanica* (Fabricius); em temperaturas mais altas o forrageio por carboidratos aumenta, porém é relatado que essa relação possa ser influenciada pelo clima da região, que é temperado. Na região neotropical, as amplitudes térmicas sazonais são menores que em regiões temperadas, assim a escolha de faixas de temperaturas diferentes pelas espécies estudadas pode estar mais relacionada ao ciclo colonial de cada população.

Uma grande influência da temperatura sobre o forrageio foi encontrada em *P. paulista*, houve um aumento no número de forrageadoras simultâneo com o aumento de temperatura (CANEVAZZI & NOLL, 2011). Condições físicas dentro dos ninhos fornecem pistas sobre tipos de comportamentos específicos, como em *P. occidentalis*, onde se o ninho superaquecer, as operárias ventilam com as asas a sua superfície, caso não seja suficiente, forrageadoras iniciam busca de água para espalhar sobre os favos internos, resfriando por evaporação (JEANNE, 1991). É possível que alguma condição específica dos ninhos faça com que as espécies usem diferentes faixas de temperatura para o forrageio.

O período de maior abundância de vespas sociais em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual é entre 13:00-15:00 h (GOMES & NOLL, 2009), seria então esperado que nesse período o forrageio fosse observado com maior frequência. Contudo, em nosso trabalho não foi observado tal padrão nem similaridades entre espécies para preferências de horários para forrageio (Figura 2).

Segundo, de OLIVEIRA *et al.*(2010), *A. vicina* inicia seu forrageio logo ao amanhecer e só termina ao por do sol, com a saída de muitas forrageadoras ao

início do dia e o retorno gradual. Encontramos o mesmo padrão para *A. pallipes*, forrageando na maioria dos horários observados (Tabela 1). Algo similar ocorre nas abelhas *Apis mellifera* L., onde o período de forrageio é maior se comparado com as abelhas sem ferrão, tornando *A. mellifera* uma competidora muito forte que chega a modificar o comportamento de forrageio nas abelhas sem ferrão (MENEZES *et al.*, 2007).

A análise de similaridade por recursos formou grupos de similaridade entre as espécies (Figura 3), de acordo com o recurso coletado. Observamos que *A. pallipes* se destaca por ter forrageado todos os recursos oferecidos. Sugerimos que haja uma estratégia de forrageio que a permite ser forte competidora na obtenção de recursos. Pois, além de coletar os mesmos recursos das demais espécies, ainda é necrofágica (O`DONNEL, 1995). Talvez a abrangência maior de sua dieta seja a razão para que essa espécie seja dominante em trabalhos de diversidade em Floresta Estacional Semidecidual (i.e. GOMES & NOLL, 2009; TANAKA JR & NOLL, 2011; NOLL *et al.*, 2012). As vespas do gênero *Agelaia* são similares quanto ao comportamento de forrageio, pois tanto *A. pallipes* como *A. vicina* (ver de OLIVEIRA *et al.*, 2010) possuem uma dieta complementar variada, em locais onde ocorrem, exercem uma dominância nas amostras de diversidade e não há preferência por um dado horário de forrageio. No entanto, elas divergem quanto à preferência de habitat, pois *A. vicina* tem maior ocorrência em áreas mais preservadas (de OLIVEIRA *et al.*, 2010), ao passo que *A. pallipes* ocorre em maior dominância em ambientes degradados (inferido a partir dos dados de GOMES & NOLL, 2009).

Em Vespidae a predação é generalista (CLAPPERTON, 1999; CARPENTER & MARQUES, 2001; PREZOTO *et al.*, 2006), pelos dados observados nesses trabalhos, a presa mais capturada são as lagartas de lepidoptera, acumulando entre

80 a 95% de todo o material coletado observado. Isso indica que, apesar de trabalhos anteriores considerarem as vespas sociais como generalistas, há uma clara preferência por um tipo de presa.

Mesmo sendo as lagartas o principal item a ser predado por vespas sociais (CLAPPERTON, 1999; CARPENTER & MARQUES, 2001; PREZOTO *et al.*, 2006), esse recurso não foi predado pelas vespas em nosso experimento. Porém isso não nos impediu de termos resultados consistentes sobre o forrageio das vespas. O fato das forrageiras coletarem néctar nas flores (JEANNE, 1991) demonstra uma especialidade para o grupo, sete espécies de quatro gêneros foram observadas coletando néctar em flores. E o fato delas coletarem outro tipo de carboidrato (RAVERET-RICHTER, 2000), neste caso a solução atrativa, revela o oportunismo, onde na falta de néctar, outras fontes de carboidrato são coletadas.

Vespas sociais são visitantes de flores, oferecendo a elas polinização e remoção de herbívoros e sua importância como mutualistas para a manutenção das populações de plantas é maior do que comumente assumido (MELLO *et al.*, 2011). Como vimos na tabela 2, a maior parte das espécies de vespas observadas nesse estudo forrageia em flores, sendo que o mesmo pode ser visto na literatura (Tabela 3) e aparentemente *S. surinama* tem uma relação mais forte com flores por ter sido observada coletando somente nesse recurso (Figura 3), e em três das quatro espécies de flores que receberam visitas de vespas (Figura 4).

Sobre as plantas que foram visitadas, pode-se perceber que há uma preferência das vespas por algumas espécies, pois somente quatro espécies de plantas foram visitadas pelas sete espécies de vespas observadas coletando em flores (Tabela 2). Essa preferência fica evidente no dendrograma (Figura 4) que

mostra a similaridade entre *A. pallipes*, *P. ignobilis*, *P. jurinei*, *P. sericea* e *P. sp* com a Rhamnaceae *Gouania virgata*.

Um recurso que tem papel fundamental na biologia das vespas é a água. Ela é absorvida pelas vespas e é usada na refrigeração do ninho e na sua construção, bem como para os processos metabólicos (RAVERET-RICHTER, 2000). Observamos que algumas espécies têm similaridade quanto à temperatura (Figura 1), e com menores umidades relativas – estação seca - foram encontradas mais vespas forrageando (Tabela 1), isso provavelmente está relacionado ao balanço hídrico desses indivíduos, que na estação seca devem aumentar o forrageio a procura de água.

A água pode ser um recurso limitante para vespas (HORWOOD *et al.*, 1993). Em áreas mais secas ou durante temporadas em que a água doce é escassa, as forrageadoras são visitantes frequentes em pias e torneiras pingando água (RAVERET-RICHTER, 2000). Agosto e setembro coincidem com o final da estação seca, o que deve ocasionar dificuldade na obtenção de água para os animais presentes nessa região. Foi observado na área de estudo, que muitas espécies de vespas e abelhas nesse período estavam coletando água em torneiras gotejando. A menor oferta de água provavelmente influenciou a distância e a taxa de forrageio na estação seca, aumentando a quantidade de vespas amostradas coletando os recursos oferecidos.

Em floresta estacional semidecidual no noroeste paulista, durante a estação chuvosa, foi observada a diminuição na riqueza e diversidade de vespas sociais (Capítulo 2), e não foi encontrada relação entre os índices de temperatura e umidade com o forrageio. A diminuição da riqueza e diversidade de vespas forrageando na estação chuvosa (Tabela 1) pode indicar uma modificação na

estratégia de forrageio, uma vez que é provável que a oferta de recursos seja maior na estação chuvosa que na estação seca, seria mais provável forrageadoras terem sucesso em um raio de forrageio menor, isso deve otimizar o forrageio, diminuindo então a incursão de maiores distâncias (de OLIVEIRA, observação pessoal), resultando nos baixos índices de ocorrência nas iscas ofertadas na estação chuvosa.

Os resultados aqui apresentados corroboram com a hipótese de que as vespas sociais enxameadoras são especialistas oportunistas quanto à exploração de recursos. Também podemos dizer que a hipótese de que a temperatura é um fator seletivo no forrageio de vespas sociais enxameadoras neotropicais foi parcialmente corroborada.

Em conclusão, mesmo que as vespas sociais sejam consideradas forrageiras generalistas (WEST-EBERHARD, 1969; JEANNE, 1991; RAVERET-RICHTER, 1990, 2000; CARPENTER & MARQUES, 2001; de OLIVEIRA *et al.*, 2010), nosso trabalho mostrou que algumas espécies têm preferência por recursos específicos. Entendemos que é difícil fazer uma generalização sobre o forrageio para todos os Epiponini. NOLL & WENZEL (2008) sugerem cinco origens distintas para a origem das castas nos Epiponini, assim não é surpresa que encontremos diferentes estratégias para o forrageio. Algumas espécies aparentemente apresentam estratégias que permitem ter maior sucesso na coleta de recursos que as demais estudadas, como é o caso de *Agelaiia pallipes*. Diferente das demais, esta espécie apresenta forrageio em toda faixa de temperatura amostrada, sem preferência por um período de atividade, forrageando mais e provavelmente sendo um forte competidor com as demais espécies por recursos.

Tabela 1—Espécies de vespas (Epiponini) coletadas, recursos visitados, umidade relativa (UH), temperatura (T) em graus Celsius, horário do forrageio, data e estação, referentes ao trabalho em campo na FVB - Barretos.

Estação	Data	Hora	T° C	U.H. %	Recurso	Espécie
Seca	set/09	10h	25,6	40	Sol. atrativa	<i>Brachygastra lecheguana</i>
		12h	36,5	34	Carne	<i>Agelaia pallipes</i>
		13h	33,3	40	Sol. atrativa	<i>Polybia sericea</i>
		15h	35,7	36	Sol. atrativa	<i>Polybia jurinei</i>
		15:h	35,7	36	Carne	<i>Agelaia pallipes</i>
Chuvosa	out/09	—	—	—	—	—
	nov/09	08h	24,4	77	Carne	<i>Agelaia pallipes</i>
		12h	36,9	44	Sol. atrativa	<i>Polybia jurinei</i>
		13h	37,1	42	Água	<i>Polybia jurinei</i>
	dez/09	—	—	—	—	—
	jan/10	11h	35,4	47	Água	<i>Polybia ignobilis</i>
	fev/10	12h	33,7	51	Flor	<i>Polybia ignobilis</i>
		12h	34,5	48	Flor	<i>Brachygastra lecheguana</i>
		12h	29,9	68	Carne	<i>Agelaia pallipes</i>
	mar/10	12:h	30,7	63	Sol. atrativa	<i>Agelaia pallipes</i>
		13:h	30	61	Carne	<i>Agelaia pallipes</i>
12h		34,6	47	Flor	<i>Agelaia pallipes</i>	
Seca	abr/10	12h	34,6	47	Flor	<i>Polybia jurinei</i>
		12h	34,6	47	Flor	<i>Polybia sericea</i>
		12h	34,6	47	Flor	<i>Polybia ignobilis</i>
		12h	34,6	47	Flor	<i>Polybia sp</i>
		12h	34,6	47	Flor	<i>Synoeca surinama</i>
		12h	34,6	47	Flor	<i>Synoeca surinama</i>
	mai/10	11:h	23,9	68	Água	<i>Protopolybia exigua</i>
		11h	29,4	74	Flor	<i>Synoeca surinama</i>
		11h	33	55	Flor	<i>Polybia ignobilis</i>
		12:h	26,6	68	Sol. atrativa	<i>Polybia sp</i>
		14h	29,6	40	Sol. atrativa	<i>Brachygastra augusti</i>

Continuação Tabela 1

jun/10	12:h	25,3	50	Carne	<i>Agelaia pallipes</i>
	14h	31	33	Sol. atrativa	<i>Agelaia pallipes</i>
	15h	31,9	29	Sol. atrativa	<i>Brachygastra lecheguana</i>
	15h	31,9	29	Sol. atrativa	<i>Polybia sp</i>
jul/10	10:h	25,8	50	Carne	<i>Agelaia pallipes</i>
	10:h	26,2	49	Sol. atrativa	<i>Agelaia pallipes</i>
	12h	32	36	Carne	<i>Agelaia pallipes</i>
ago/10	9h	23	30	Água	<i>Polybia paulista</i>
	10h	25,1	29	Sol. atrativa	<i>Polybia ignobilis</i>
	10h	27	27	Água	<i>Polybia ignobilis</i>
	10h	27	27	Água	<i>Polybia jurinei</i>
	10h	27	27	Água	<i>Polybia occidentalis</i>
	10h	27	27	Água	<i>Protopolybia exigua</i>
	10h	28,1	31	Carne	<i>Agelaia pallipes</i>
	11h	27	27	Sol. atrativa	<i>Polybia jurinei</i>
	11h	27	27	Carne	<i>Agelaia pallipes</i>
	12h	30,4	22	Sol. atrativa	<i>Agelaia pallipes</i>
	12h	30,4	22	Sol. atrativa	<i>Brachygastra lecheguana</i>
	12h	31,5	16	Sol. atrativa	<i>Polybia sericea</i>
	12h	32,5	20	Água	<i>Agelaia pallipes</i>
	12h	32,5	20	Sol. atrativa	<i>Agelaia pallipes</i>
	set/10	9h	29,3	27	Água
9h		29,3	27	Água	<i>Brachygastra augusti</i>
9h		29,3	27	Água	<i>Polybia ignobilis</i>
9h		29,3	27	Água	<i>Polybia jurinei</i>
12h		33,3	17	Sol. atrativa	<i>Polybia sericea</i>
12h		33,3	17	Sol. atrativa	<i>Polybia occidentalis</i>

Tabela 2 – Forrageio em flores por vespas sociais na FVB - Barretos.

Coleta	Fam. plantas	Espécies plantas	Vespas
Fev/10	Fabaceae	<i>Senna spectabilis</i>	<i>Polybia ignobilis</i> <i>Brachygastra lecheguana</i>
Abr/10	Rhamnaceae	<i>Gouania virgata</i>	<i>Agelaia pallipes</i> <i>Polybia jurinei</i> <i>Polybia sericea</i> <i>Polybia ignobilis</i> <i>Polybia sp</i> <i>Synoeca surinama</i>
Mai/10	Malvaceae	<i>Luehea paniculata</i>	<i>Synoeca surinama</i>
Mai/10	Asteraceae	<i>Eupatorium maximilianii</i>	<i>Synoeca surinama</i> <i>Polybia ignobilis</i>

Tabela 3 – Relação entre as espécies coletadas e os recursos coletados, utilizando-se dados da literatura e do trabalho atual.

Espécies	Recurso coletado	Observado no presente trabalho
<i>Agelaia pallipes</i>	Honeydew ¹ Lagartas ² Carne ⁷	Sol. Atrativa, Flor, Água e Carne
<i>Brachygastra augusti</i>		Sol. Atrativa e Água
<i>Brachygastra lecheguana</i>	Flor ¹ Lagartas ³⁻⁴	Sol. Atrativa e Flor
<i>Polybia ignobilis</i>	Flor, carne, lagartas, frutas ¹ Lagartas ² Dípteros ⁶	Sol. Atrativa, Flor e Água
<i>Polybia jurinei</i>	Flor ¹	Sol. Atrativa, Flor e Água
<i>Polybia occidentalis</i>	Lagartas ²⁻³ Flores ⁵	Sol. Atrativa e Água
<i>Polybia paulista</i>	Lagartas ²	Água
<i>Polybia sericea</i>	Flor ⁵ Lagartas ⁸	Sol. Atrativa e Flor
<i>Protopolybia exigua</i>		Água
<i>Synoeca surinama</i>		Flor

(1) Richards 1978, (2) Jeanne 1991, (3) Raveret-Richter 2000, (4) Crespo *et al* 2002, (5) Santos *et al* 2006, (6) Gornes *et al* 2007, (7) Moretti *et al* 2008, (8) Bichara *et al* 2009

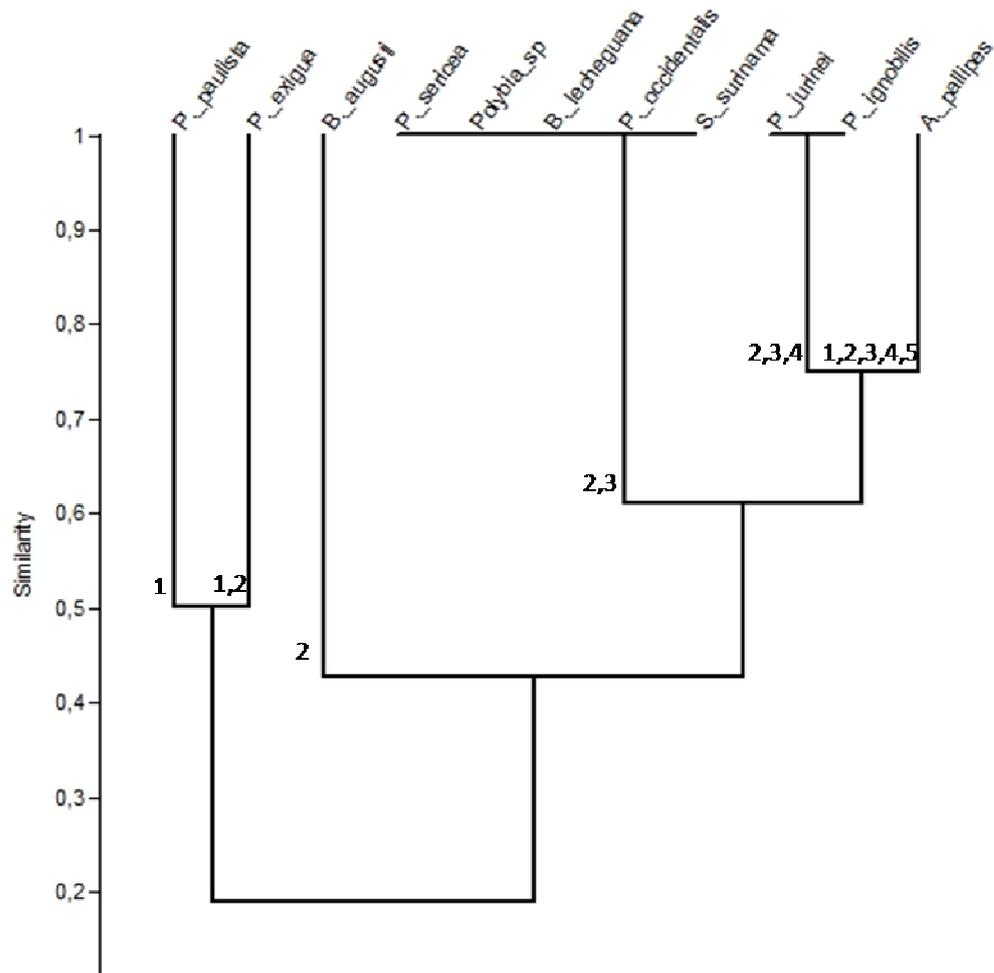


Figura 1: Dendrograma de similaridade das faixas de temperatura em que as espécies estavam forrageando, utilizando índice de Jaccard, $r = 0,9$. Legenda das temperaturas 1-(20 ~ 25°C), 2-(25.1 ~ 30°C), 3-(30.1 ~ 35 °C) e 4-(35.1 ~40 °C).

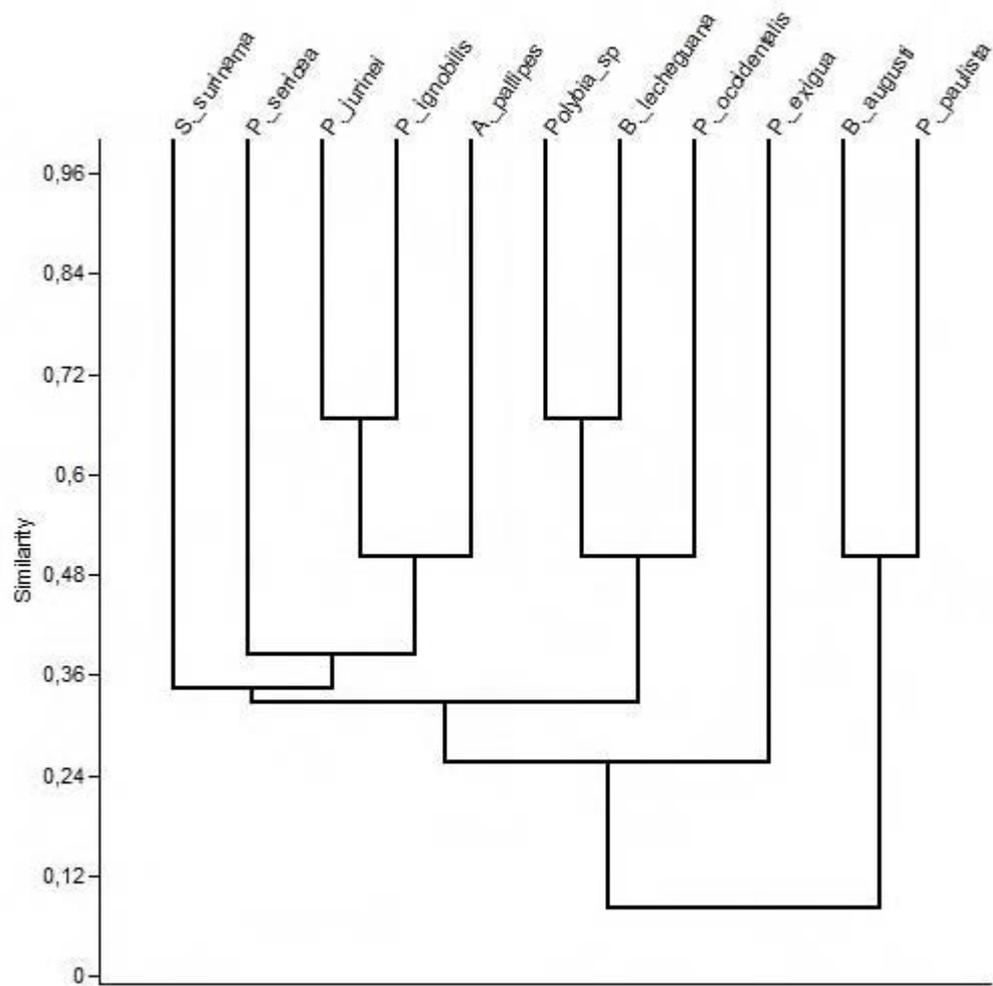


Figura 2: Dendrograma de similaridade das espécies de vespas quanto às horas em que ocorreu forrageio $r = 0,8$.

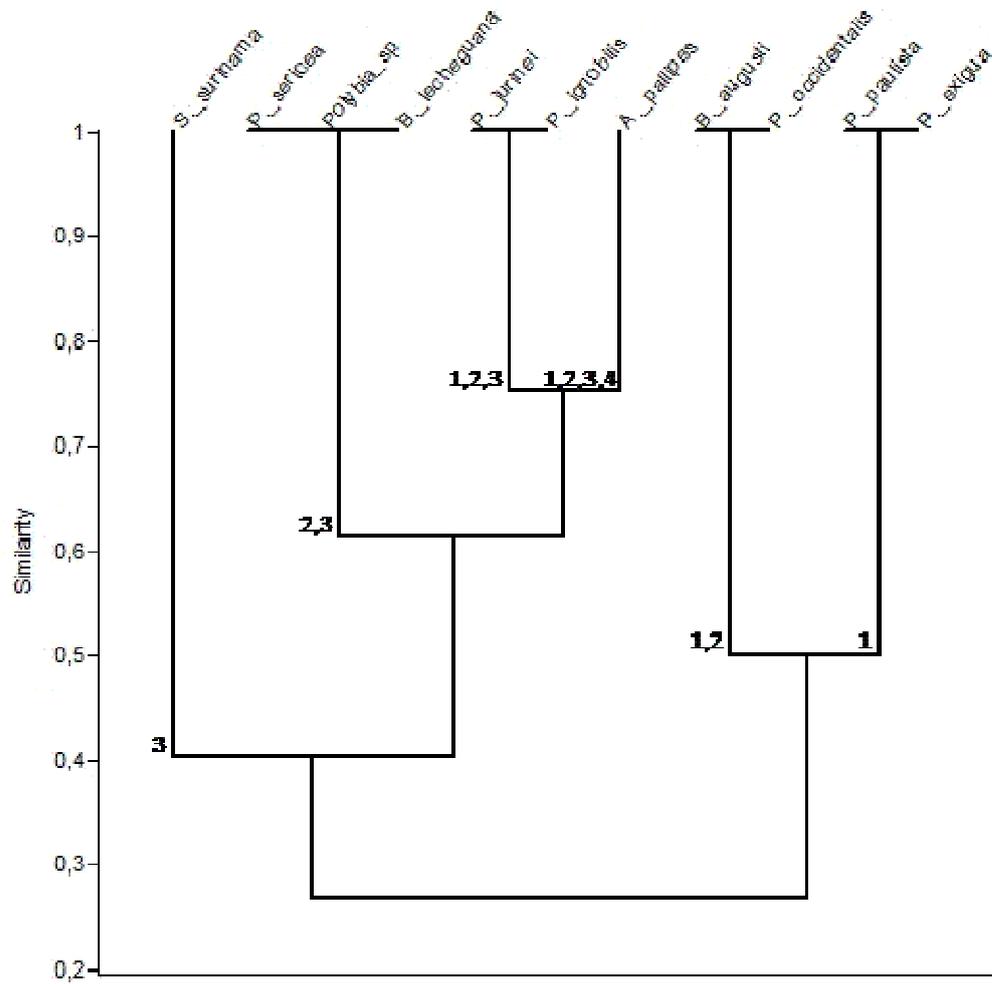


Figura 3: Dendrograma de similaridade de recursos coletados para análise qualitativa utilizando índice de Jaccard, $r = 0,8$. Legenda dos recursos: 1-água, 2-solução atrativa, 3-flor e 4-carne.

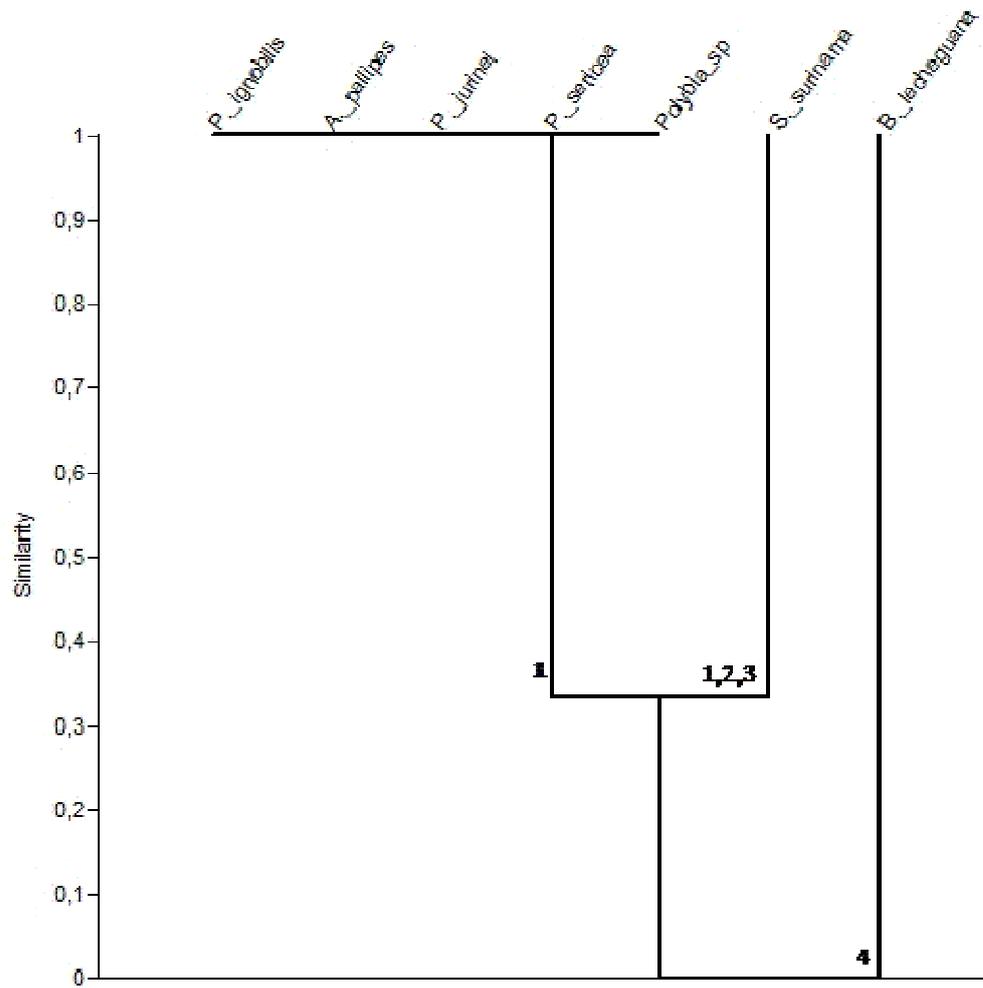


Figura 4: Dendrograma de similaridade de forrageio em flores para análise qualitativa, utilizando índice de Jaccard, $r = 1$. Legenda espécies de flores: 1- *G. virgata*, 2- *L. paniculata* 3- *E. maximilianii* e 4- *S. spectabilis*.

Referências

- BICHARA FILHO, C. C. et al. Foraging Behavior of the Swarm-Founding Wasp, *Polybia* (*Trichothorax*) *sericea* (Hymenoptera, Vespidae): Prey Capture and Load Capacity. **Sociobiology**, v. 53, n. 1, 2009.
- CANEVAZZI N. C. de S.; NOLL F. B. Environmental Factors Influencing Foraging Activity in the Social Wasp *Polybia paulista* (Hymenoptera: Vespidae: Epiponini). **Psyche**, v. 2011.
- CARPENTER, J. M. Synonymy of the genus *Marimbonda* Richards, 1978, with *Leipomeles* Mobius, 1856 (Hymenoptera : Vespidae; Polistinae), and a new key to the genera of paper wasps of the new world. **American Museum Novitates**, n. 3465, Dec 30 2004.
- CARPENTER, J. M.; MARQUES, O. M. **Contribuição ao estudo dos vespídeos do Brasil (Insecta, Hymenoptera, Vespoidea, Vespidae)**. [CD-ROM]. Cruz das Almas - BA, Brasil. Universidade Federal da Bahia, Escola de Agronomia, Departamento de Fitotecnia / Mestrado em Ciências Agrárias. Série Publicações Digitais. v.2. 2001.
- CLAPPERTON, B. K. Abundance of wasps and prey consumption of paper wasps (Hymenoptera, Vespidae : Polistinae) in Northland, New Zealand. **New Zealand Journal of Ecology**, v. 23, n. 1, 1999.
- CRESPO, A.L.B.; PICANCO, M.C.; BACCI L PEREIRA, E.J.G.; GONRING, A.H.R. Seletividade fisiológica de inseticidas a Vespidae predadores de Asciamonuste orseis. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira** v. 37, n. 3, 2002.
- DA ROCHA, A. A.; GIANNOTTI, E. Foraging activity of *Protopolybia exigua* (Hymenoptera, Vespidae) in different phases of the colony cycle, at an area in the region of the Medio Sao Francisco River, Bahia, Brazil. **Sociobiology**, v. 50, n. 3, p. 813-831, 2007.
- DE OLIVEIRA, O. A. L.; NOLL, F. B.; WENZEL, J. W. Foraging Behavior and Colony Cycle of *Agelaia vicina* (Hymenoptera: Vespidae; Epiponini). **Journal of Hymenoptera Research**, v. 19, n. 1, Apr 2010.
- FAEGRI K.; VAN DER PIJL L. **The Principles of Pollination Ecology**. Oxford, New York, Toronto, Sydney, Braunschweig: Pergamon. 248p. 1979.
- GIANNOTTI E.; F. PREZOTO; V. L. L.MACHADO, Foraging activity of *Polistes lanio lanio* (Fabr.) (Hymenoptera, Vespidae), **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, n. 3, p. 455–463, 1995.
- GOMES, B.; NOLL, F. B. Diversity of social wasps (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) in three fragments of semideciduous seasonal forest in the northwest of Sao Paulo State, Brazil. **Revista Brasileira De Entomologia**, v. 53, n. 3, p. 428-431, Jul-Sep 2009.
- GORNES, L. et al. Foraging by *Polybia* (*Trichothorax*) *ignobilis* (Hymenoptera, Vespidae) on flies at animal carcasses. **Revista Brasileira De Entomologia**, v. 51, n. 3, Jul-Sep 2007.
- HAMMER, O.; HARPER, D.A.T; RYAN, P.D. **Past**: paleontological statistics software package for education and data analysis. Versão 1.37. *Palaeontologica*, v.4, 2005.
- HERMES, M. G.; KOHLER, A. The flower-visiting social wasps (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) in two areas of Rio Grande do Sul State, southern Brazil. **Revista Brasileira De Entomologia**, v. 50, n. 2, Apr-Jun 2006.
- HORWOOD, M. A.; TOFFOLON, R. B.; BROWN, G. R. Establishment And Spread Of *Vespula Germanica* (F) (Hymenoptera, Vespidae) In New-South-Wales And The Influence Of Rainfall On Its Abundance. **Journal of the Australian Entomological Society**, v. 32, Aug 27 1993.
- HOZUMI, S.; KUDO, K.; ZUCCHI, R. Promotion of thermoregulatory insulation in nests of neotropical

wasps by building extra-combs with empty cells. **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 2, p. 159-166, Mar-Apr 2008.

JANDT, J. M.; TAYLOR, B.; JEANNE, R. L. Temperature and forager body size affect carbohydrate collection in German yellowjackets, *Vespula germanica* (Hymenoptera, Vespidae). **Insectes Sociaux**, v. 57, n. 3, Aug 2010.

JEANNE, R.L. The Swarm-founding Polistinae. In: Ross KG & Matthews RW. (Eds). **The social Biology of wasps**. Cornell University Press. Ithaca. p.149-190. 1991.

MELLO, M. A. R. et al. High generalization in flower-visiting networks of social wasps. **Acta Oecologica-International Journal of Ecology**, v. 37, n. 1, Jan-Feb 2011.

MENEZES, C.; DA SILVA, C.I; SINGER, R.B.; KERR, W.E. Competition Among Bees During Foraging On *Schefflera Arboricola* (Hayata) Merr. **Biosciencejournal**, v. 23, n. 1, 2007.

MONTAGNA, T. D. S. et al. Study of the Foraging Activity of *Mischocyttarus consimilis* (Hymenoptera: Vespidae). **Sociobiology**, v. 53, n. 1, p. 131-140, 2009.

MORETTI, T. C. et al. Necrophagy by the social wasp *Agelaia pallipes* (Hymenoptera : Vespidae, Epiponini): Possible forensic implications. **Sociobiology**, v. 51, n. 2, 2008.

NOLL, F. B.; LOPES, C. E.; SANTOS, E. F. DOS.; TANAKA JUNIOR, G. M.; PIZARRO. L. E. C.; CANEVAZZI, N. C. DE S.; SOLEMAN, R. A. Fauna de Hymenoptera de fragmentos florestais remanescentes da região noroeste do estado de São Paulo. In: Necchi Junior, O. **Fauna e Flora de Fragmentos Florestais Remanescentes da Região Norte do Estado de São Paulo**. Ed. Holos, Ribeirão Preto, p. 181-195, 2012.

NOLL, F. B.; GOMES, B. An Improved Bait Method for Collecting Hymenoptera, especially Social Wasps (Vespidae: Polistinae). **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 4, p. 477-481, Jul-Aug 2009.

NOLL, F. B.; WENZEL, J. W. Caste in the swarming wasps: 'queenless' societies in highly social insects. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 93, n. 3, p. 509-522, Mar 2008.

ODONNELL, S. NECROPHAGY BY NEOTROPICAL SWARM-FOUNDING WASPS (HYMENOPTERA, VESPIDAE, EPIPONINI). **Biotropica**, v. 27, n. 1, p. 133-136, Mar 1995.

PREZOTO, F.; E. GIANNOTTI; V. L. L. MACHADO, Atividade forrageadora e material coletado pela vespa social *Polistes similimus* Zikán (1951) (Hymenoptera, Vespidae). **Insecta**, v. 3, n. 1, p. 11-119, 1994.

PREZOTO, F. et al. Prey captured and used in *Polistes versicolor* (Olivier) (Hymenoptera : Vespidae) nourishment. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 5, Sep-Oct 2006.

RAVERET RICHTER, M. A.; JEANNE, R. L. Predatory Behavior Of *Polybia-Sericea* (Olivier), A Tropical Social Wasp (Hymenoptera, Vespidae). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 16, n. 2, p. 165-170, 1985.

RAVERET RICHTER, M. Hunting Social Wasp Interactions - Influence Of Prey Size, Arrival Order, And Wasp Species. **Ecology**, v. 71, n. 3, p. 1018-1030, Jun 1990. ISSN 0012-9658. Disponível em: <Go to ISI>://WOS:A1990DF09100016 >.

RAVERET RICHTER, M. Social wasp (Hymenoptera : Vespidae) foraging behavior. **Annual Review of Entomology**, v. 45, 2000.

RICHARDS, O.W. **The social wasps of the Americas (excluding the Vespinae)**. London, British Museum (Natural History), 580p. 1978.

RICHARDS, O. W. The biology of the social wasps (Hymenoptera: Vespidae). **Biological Reviews**, v. 46, p. 483-528, 1971.

- SANTOS, G. M. D.; AGUIAR, C. M. L.; GOBBI, N. Characterization of the social wasp guild (Hymenoptera : Vespidae) visiting flowers in the caatinga (Itatim, Bahia, Brazil). **Sociobiology**, v. 47, n. 2, 2006.
- SPRADBERY, J. P. **Wasps: An Account of the Biology and Natural History of Solitary and Social Wasps**. USA, University of Washington Press, Seattle, Wash, 408p. 1973.
- TANAKA JR., G.M; NOLL, F.B. Diversity of Social Wasps on Semideciduous Seasonal Forest Fragments with Different Surrounding Matrix in Brazil. **Psyche**, v. 1, n. 8, p. 1-8, 2011.
- WENZEL, J. W. Evolution of nest architecture. in: Ross, K. G., and R. W. Matthews (Eds.) **The Social Biology of Wasps**. Cornell University Press, Ithaca. p. 480–519 1991.
- WEST-EBERHARD, M. J. The social biology of polistine wasps. University of Michigan. Museum of Zoology. **Miscellaneous Publications**, v. 140, p. 1-101, 1969.
- ZUCCHI, R. et al. *Agelaia vicina*, a swarm-founding polistine with the largest colony size among wasps and bees (Hymenoptera: Vespidae). **Journal of the New York Entomological Society**, v. 103, n. 2, Apr 1995.

Capítulo 2

Sobre o forrageio das vespas enxameadoras neotropicais (Vespidae, Epiponini) em áreas naturais e cultivadas

Resumo

A região de estudo, em um passado próximo, era toda coberta por Floresta Estacional Semidecidual, mas ao longo dos anos ela foi substituída por áreas urbanas, pastagens e áreas de lavoura, causando a fragmentação da vegetação original. Monoculturas em larga escala representam ambientes inóspitos, nos quais a biodiversidade é quase que completamente eliminada, juntamente com os seus serviços de regulação de populações de pragas. A incorporação de elementos de diversidade ao sistema é a base para o desenho de agroecossistemas que favoreçam processos ecológicos vitais para a sustentabilidade. Pretendemos aprimorar o entendimento sobre a biologia das vespas sociais, especialmente sobre o forrageio em áreas naturais e cultivadas. De setembro de 2009 até novembro de 2010 foram feitas 30 coletas de dados em campo. Nossos dados demonstram que a estação chuvosa dificulta o estudo do forrageio em vespas sociais, isso indica que para estudos futuros é aconselhável que se utilize a estação seca para a coleta de dados sobre forrageio de vespas. Também ficou caracterizado que as áreas cultivadas sem a presença de fragmentos de mata adjacentes não atraem o forrageio das vespas sociais.

Introdução

A expansão mundial dos agroecossistemas resulta na degradação de florestas tropicais e o isolamento destes sistemas agrários dos habitats naturais (VITOUSEK *et al.*, 1997; TILMAN *et al.*, 2001). Populações dentro de habitats fragmentados ficam isoladas daquelas em grandes habitats naturais, em particular as espécies inseridas em sistemas agroecológicos de alto isolamento do habitat natural. Mudanças de habitats naturais pela conversão do habitat e a simplificação da estrutura da paisagem são as principais razões para a perda de biodiversidade (HARRISON & BRUNA, 1999; DALE *et al.*, 2000;. DAVIES *et al.*, 2000).

Pouco se sabe sobre a maneira que os ecossistemas naturais adjacentes afetam as áreas cultivadas. O pobre conhecimento sobre o impacto do gerenciamento da biodiversidade próxima a áreas agrícolas e sua relação com os serviços ambientais, torna difícil recomendar métodos confiáveis (TSCHARNTKE *et al.*, 2005).

Os insetos são bons objetos de estudo na avaliação de mudanças ambientais; eles possuem inúmeras vantagens para padrões de testes e análises de impacto em mudanças da composição vegetal. Comunidades inteiras de insetos podem ser amostradas em um período de tempo relativamente curto (ERWIN, 1982; GULLAN & CRANSTON, 2000). Seu tamanho corporal reduzido torna-os sensíveis à variação de temperatura e umidade (DEUTSCH *et al.*, 2008).

Vespas sociais são facilmente amostradas, pois sua distância de forrageio é limitada pelo ninho e porque as operárias estão ativas em todas as estações, na maioria dos ecossistemas tropicais (O'DONNELL, 2000). Colônias de vespas sociais têm baixa mobilidade, porque seus ninhos são sésseis e muitas espécies são filopátricas ao escolher locais de nidificação (WENZEL, 1991, 1998). Esta

mobilidade reduzida pode levar as vespas sociais a adaptar-se a regimes climáticos locais (WENZEL, 1991; HOZUMI *et al.*, 2005)

Vespas sociais são capazes de influenciar muitas outras espécies em ecossistemas terrestres tropicais, atuando como predadores de insetos e outros artrópodes (WENZEL, 1998; RICHTER, 2000), e também como presas, representando um importante recurso alimentar para formigas e alguns pássaros insetívoros (WINDSOR, 1976; CHADAB, 1979; STRASSMANN, 1981; KUMANO & KASUYA, 2006).

Os Epiponini são um grupo ao qual se deve dar maior atenção, pois mesmo com as dificuldades quanto a criação para o uso aplicado, se estudos viabilizarem seu manejo, existem grandes chances de se agregar mais espécies ao controle biológico de pragas, pois são predadores eficientes de lagartas de Lepidoptera (JEANNE, 1991; RAVERET-RICHTER, 2000; de OLIVEIRA *et al.*, 2010) e muitas espécies constroem ninhos com populações de milhares de indivíduos, chegando a até milhões (ZUCCHI *et al.*, 1995; CARPENTER & MARQUES, 2001), potencializando muito a predação.

Embora haja um potencial no uso das vespas sociais, este é pouco explorado, principalmente em áreas cultivadas. Sabe-se que as vespas sociais predam geralmente larvas de Lepidoptera, (CLAPPERTON, 1999; PREZOTO *et al.*, 2006; de OLIVEIRA *et al.*, 2010). Estudos realizados com *Agelaia vicina* (Saussure), demonstraram que ela desempenha um papel importante no seu ecossistema como um predador de grande número de invertebrados: Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, e aracnídeos (de OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Pretendemos aprimorar o entendimento sobre o forrageio em vespas sociais, verificando se o forrageio se dá igualmente em área cultivada e em área natural (fragmento florestal).

Materiais e Métodos

O estudo foi realizado em um fragmento florestal pertencente à Fazenda Vista Bonita (FVB), localizado próximo à cidade de Barretos - SP (20.495286° S, 48.827362° W). Possui 1037,9 ha de área de Floresta Estacional Semidecidual. O fragmento é justaposto a cultura de laranja e à margem do rio Grande.

Foram feitas 30 coletas de campo na FVB, entre setembro de 2009 a novembro 2010, totalizando 240h de trabalho de campo. Utilizamos dias amostrais para a coleta de dados, cada dia amostral com um período de 8 horas diárias de trabalho de campo, das 8h às 16h. A estação chuvosa foi definida de outubro até março e a estação seca de abril a setembro.

Para a obtenção dos dados, a FVB foi demarcada previamente, 61 parcelas na área cultivada (marcados em amarelo) e 10 pontos na borda da área nativa (marcados em vermelho, Figura 1). Foram feitas 15 coletas em cada área, sendo aleatorizados as parcelas e os pontos que foram estudados.

Isclas de atração foram dispostas nos pontos de coleta para verificar se as vespas estavam ou não forrageando na área. As isclas oferecidas foram:

-**água**: em recipiente plástico de 100ml.

-**solução atrativa** (NOLL & GOMES 2009): sal +água+açúcar (para cada 10l de água, 2kg de açúcar mais 250g de sal são diluídos) em recipiente plástico de 100 ml.

-lagartas: lagartas de lepidóptero, *Ascia monuste orseis* (Latreille, 1819) criadas em laboratório, foram disponibilizadas sobre plantas de couve, *Brassica oleraceae* var. *acephala* L., em vaso.

-carne: 50g de carne bovina cortada em cubos, em recipiente plástico de 100 ml.

Um item de cada isca era deixado no local de coleta e monitorado visualmente. As espécies visitantes de cada tipo de recurso eram anotadas e identificadas. As forrageadoras que causaram possíveis dúvidas de identificação visual foram capturadas para posterior identificação.

Para a comparação de número de espécies, temperatura e umidade nas áreas de mata e cultivada foram utilizadas análises de ANOVA pelo programa R v.2.11.1 (R Core Team, 2010).

Resultados

Observamos 11 espécies coletando os recursos ofertados (Tabela 1), seis espécies pertencentes a quatro gêneros na área de mata e nove espécies pertencentes a quatro gêneros encontradas na área cultivada.

Na área cultivada, observamos vespas forrageando os recursos somente nos pontos 23, 24, 25, 26 e 29 (Figura 1), justamente áreas de cultivo que ficam entre dois fragmentos de mata (trapézio em verde na Figura 1).

Comparando o número total de espécies amostradas na mata com a área cultivada não há diferença significativa (Anova, $p=0.5$; $F=0.47$).

Também não há diferença significativa entre o número de espécies forrageando entre a estação chuvosa e a estação seca na área cultivada (Anova, $p=0.107$ e $F=2.99$). Na área de mata, por outro lado, houve maior diversidade de

espécies de vespas no período seco comparado ao chuvoso (Anova, $p=0.002$, $F=6.96$).

Discussão

Nossos dados corroboram a hipótese de que vespas sociais enxameadoras forrageiam em áreas cultivadas e naturais. Porém, em área cultivada, as forrageiras foram encontradas em uma área específica, situada entre dois fragmentos (trapézio em verde na Figura 1).

Estudos relatam que corredores ecológicos são ferramentas importantes para o fluxo de espécies e que estes realmente têm funcionalidade (BEIER & NOSS, 1998). Dados apresentados por Klein *et al.*, (2006) mostram que interações tróficas de nível superior e maior diversidade de abelhas e vespas ocorrem em agroecossistemas próximos a florestas tropicais. A partir dos dados obtidos, entendemos que a área cultivada entre dois fragmentos (trapézio em verde na Figura 1) funciona como um corredor biológico de espécies.

Muitas vezes um fenômeno denominado efeito de borda ocorre na área estudada, em que a variedade e densidade das espécies é maior no habitat da borda (GLIESSMAN, 2000). Estudos documentam o movimento de artrópodes benéficos, das margens da vegetação de entorno para dentro das plantações, mostrando a importância das bordas para a propagação e proteção de uma ampla gama de agentes naturais de controle biológico de pragas agrícolas (ALTIERI, 1994; ALTIERI *et al.*, 2003). Na área cultivada, nos pontos distantes dos fragmentos florestais, não foram detectadas vespas forrageando em nenhuma das amostras. Na borda da mata obtivemos amostras de forrageiras, de modo que nossos dados

fortalecem a tese de que para que áreas cultivadas possam usufruir de serviços ambientais, é necessário que áreas naturais estejam adjacentes às áreas de cultivo.

Das 17 espécies coletadas em levantamento na área de estudo (TANAKA JR & NOLL, 2011), 11 espécies foram observadas coletando os recursos ofertados (Tabela 1). Vespas sociais são facilmente amostradas, devido a sua distância de forrageio limitada pelo ninho e operárias ativas em todas as estações (O'DONNELL, 2000), no entanto, esse fato é válido para trabalhos que tenham como objetivo o levantamento da diversidade, em estudos de forrageio é necessário uma metodologia mais apurada para a coleta dos dados. Quanto às espécies que não foram observadas no estudo de forrageio, mas sabe-se que ocorrem na área, pelas coletas do levantamento, podemos supor que a metodologia aplicada não foi suficiente para cobrir os recursos coletados pelas outras espécies dentro da diversidade do grupo Epiponini.

É recomendado o uso de diferentes metodologias de coleta para trabalhos de levantamento de vespas sociais (SILVEIRA, 2002), mesmo que tenhamos utilizados várias iscas para atrair o forrageio das vespas, isso não mostrou atrair todas as espécies que ocorrem no local. Ainda estamos muito defasados sobre o entendimento do forrageio do grupo Epiponini, quando comparamos ao conhecimento existente para abelhas e formigas o que torna todo trabalho sobre comportamento de forrageio em vespas sociais um ensaio experimental.

Durante a estação chuvosa encontramos baixa riqueza de vespas na área de mata (Tabela 1). A estação chuvosa pode apresentar adversidades para o grupo dos Epiponini, como o aumento de parasitas nos ninhos (LONDON & JEANNE, 1998), ou o colapso dos favos inferiores, causando a queda das proles e de reservas. Em

florestas tropicais, foi encontrada uma relação entre menor riqueza de ninhos de vespas sociais, e estações chuvosas mais intensas (DEJEAN *et al.*, 2010).

Dois meses da estação seca na área cultivada chamam a atenção pelo número de espécies amostradas, agosto 2010 com oito espécies, e setembro 2010 com cinco (Tabela 1). Esse aumento na riqueza de espécies tem relação direta com as áreas sorteadas, próximo aos pontos desses meses, havia torneiras que gotejavam água constantemente, o que atraía vespas e abelhas para essas fontes o que aumentou a probabilidade dessas forrageadoras encontrarem os recursos que estávamos ofertando.

A água tem papel fundamental na biologia das vespas. Ela é absorvida pelas vespas e é usada na refrigeração do ninho e construção, bem como para os processos metabólicos (RAVERET-RICHTER, 2000). A água pode ser um recurso limitante para vespas (HORWOOD, *et al.*, 1993). Nas áreas ou durante temporadas em que a água doce é escassa, as vespas sociais forrageadoras são visitantes freqüentes para pias e torneiras pingando água (RAVERET-RICHTER, 2000). Agosto e setembro coincidem com o final da estação seca, o que deve ocasionar adversidades quanto à questão de balanço hídrico nos animais presentes nessa região, e foi observado que muitas espécies de vespas e abelhas estavam coletando água em torneiras existentes na área cultivada, o que provavelmente influenciou nos dados coletados nesses dois meses. Se levarmos em consideração que estas vespas não estavam forrageando recursos das plantas cultivadas, mas sim água das torneiras, descartamos que no fim da estação seca houve o aumento no número de espécies na área cultivada, sendo maior o número de espécies na área de mata.

A biologia das vespas sociais enxameadoras como estrutura de castas, organização social e arquitetura dos ninhos, torna difícil sua criação em cativeiro

(JEANNE, 1991; WENZEL, 1998), por isso existem limitações quanto ao uso no controle biológico. No entanto, nossos dados trazem informações de que se áreas de mata forem preservadas ao redor de cultivos, ocorrerá um trânsito das vespas entre as áreas de mata e conseqüentemente sobre a área cultivada. Nossos dados indicam a presença delas dentro de áreas cultivadas, porém somente em trechos com fragmentos de mata vizinhos. No atual sistema agrário aplicado no Brasil, não temos espaço para o uso de vespas sociais no controle biológico de pragas, mas nossos dados mostram que, com uma sustentabilidade na agricultura, utilizando consórcio com florestas é possível utilizar vespas sociais no controle biológico. Recomendamos que em trabalhos sobre forrageio de vespas em Floresta Estacional Semidecidual, não se utilize o período chuvoso para coletas, facilitando a escolha do período de coleta otimizando o trabalho de campo.

Tabela 1 – Amplitude de coleta da parte experimental de forrageio, e a relação entre as estações seca e chuvosa com o número de espécies observadas na área cultivada e na área de mata da FVB - Barretos. As espécies observadas em agosto 2010 na área cultivada, estavam forrageando água em torneiras.

	Estação	Nº espécies Cultivada	Nº espécies Mata
Setembro 2009	Seca	1 <i>Agelaia pallipes</i>	4 <i>Brachygastra lecheguana</i> <i>Polybia sericea</i> <i>Polybia jurinei</i> <i>Agelaia pallipes</i>
Outubro 2009	Chuvosa	0	0
Novembro 2009	Chuvosa	2 <i>Agelaia pallipes</i> <i>Polybia jurinei</i>	0
Dezembro 2009	Chuvosa	0	0
Janeiro 2010	Chuvosa	1 <i>Polybia ignobilis</i>	0
Fevereiro 2010	Chuvosa	0	0
Março 2010	Chuvosa	0	1 <i>Agelaia pallipes</i>
Abril 2010	Seca	0	0
Mai 2010	Seca	1 <i>Brachygastra augusti</i>	2 <i>Protopolybia exigua</i> <i>Polybia sp</i>
Junho 2010	Seca	0	3 <i>Agelaia pallipes</i> <i>Brachygastra lecheguana</i> <i>Polybia sp</i>
Julho 2010	Seca	1 <i>Agelaia pallipes</i>	1 <i>Agelaia pallipes</i>
Agosto 2010	Seca	8 <i>Polybia paulista</i> <i>Polybia ignobilis</i> <i>Polybia jurinei</i> <i>Polybia occidentalis</i> <i>Polybia sericea</i> <i>Protopolybia exigua</i> <i>Agelaia pallipes</i> <i>Brachygastra lecheguana</i>	1 <i>Agelaia pallipes</i>
Setembro 2010	Seca	5 <i>Brachygastra augusti</i> <i>Polybia ignobilis</i> <i>Polybia jurinei</i> <i>Polybia sericea</i> <i>Polybia occidentalis</i>	0
Outubro 2010	Chuvosa	0	0
Novembro 2010	Chuvosa	0	0



Figura 1: Fragmento de mata do município de Barretos com os pontos de borda (1~10) em vermelho, na linha de borda do fragmento marcada em vermelho, e a área cultivada, com os pontos marcados (1~61) em amarelo. O trapézio feito com linhas verdes corresponde ao possível corredor de espécies, entre o fragmento de estudo e o fragmento próximo, ao leste. A linha em azul indica a área da margem com as águas do Rio Grande.

Referências

- ALTIERI, M.A. **Biodiversity and pest management in agroecosystems**. New York, Food Products Press, 185p. 1994.
- ALTIERI, M.A., N.E. Silva & C.I. Nicholls. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto, Editora Holos Ltda, 226p. 2003.
- BEIER, P.; NOSS, R. F. Do habitat corridors provide connectivity? **Conservation Biology**, v. 12, n. 6, Dec 1998.
- CARPENTER, J. M.; MARQUES, O. M. **Contribuição ao estudo dos vespídeos do Brasil (Insecta, Hymenoptera, Vespoidea, Vespidae)**. [CD-ROM]. Cruz das Almas - BA, Brasil. Universidade Federal da Bahia, Escola de Agronomia, Departamento de Fitotecnia / Mestrado em Ciências Agrárias. Série Publicações Digitais. v.2. 2001.
- CHADAB, R. Early warning cues for social wasps attacked by army ants. **Psyche**, v. 86, p. 115–124. 1979.
- CLAPPERTON, B. K. Abundance of wasps and prey consumption of paper wasps (Hymenoptera, Vespidae : Polistinae) in Northland, New Zealand. **New Zealand Journal of Ecology**, v. 23, n. 1, 1999.
- DALE, V. H. et al. Ecological principles and guidelines for managing the use of land. **Ecological Applications**, v. 10, n. 3, p. 639-670, Jun 2000.
- DAVIES, K. F.; MARGULES, C. R.; LAWRENCE, K. F. Which traits of species predict population declines in experimental forest fragments? **Ecology**, v. 81, n. 5, p. 1450-1461, May 2000.
- DE OLIVEIRA, O. A. L.; NOLL, F. B.; WENZEL, J. W. Foraging Behavior and Colony Cycle of *Agelaia vicina* (Hymenoptera: Vespidae; Epiponini). **Journal of Hymenoptera Research**, v. 19, n. 1, Apr 2010.
- DEJEAN, A. et al. Nest relocation and high mortality rate in a Neotropical social wasp: Impact of an exceptionally rainy La Nina year. **Comptes Rendus Biologies**, v. 333, n. 1, p. 35-40, Jan 2010.
- DEUTSCH, C. A. et al. Impacts of climate warming on terrestrial ectotherms across latitude. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 105, n. 18, p. 6668-6672, May 6 2008.
- ERWIN, T. L. Tropical forests: Their richness in Coleoptera and other arthropod species. **Coleopteristis' Bulletin**, v. 36, p. 74–75. 1982.
- Gliessman, S.R. **Agroecologia: Processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre, Ed. Universidade/UFRGS, 653p. 2000.
- Gullan P.J.; Cranston P.S. **Insects: An Outline of Entomology**, 4th edition. Wiley-Blackwell Science, 565 p, 2010.
- HARRISON, S.; BRUNA, E. Habitat fragmentation and large-scale conservation: what do we know for sure? **Ecography**, v. 22, n. 3, p. 225-232, Jun 1999.
- HORWOOD, M. A.; TOFFOLON, R. B.; BROWN, G. R. Establishment And Spread Of *Vespula Germanica* (F) (Hymenoptera, Vespidae) In New-South-Wales And The Influence Of Rainfall On Its Abundance. **Journal of the Australian Entomological Society**, v. 32, Aug 27 1993.
- HOZUMI, S. et al. Diel changes of temperature in the nests of two *Polybia* species, *P. paulista* and *P. occidentalis* (Hymenoptera, Vespidae) in the subtropical climate. **Journal of Ethology**, v. 23, n. 2, p. 153-159, 2005.

JEANNE, R.L. The Swarm-founding Polistinae. In: Ross KG & Matthews RW. (Eds). **The social Biology of wasps**. Cornell University Press. Ithaca. p.149-190. 1991.

KLEIN, A. M.; STEFFAN-DEWENTER, I.; TSCHARNTKE, T. Rain forest promotes trophic interactions and diversity of trap-nesting hymenoptera in adjacent agroforestry. **Journal of Animal Ecology**, v. 75, n. 2, p. 315-323, Mar 2006.

KUMANO, N.; KASUYA, E. An alternative strategy for maintenance of eusociality after nest destruction: new nest construction in a primitively eusocial wasp. **Insectes Sociaux**, v. 53, n. 2, p. 149-155, 2006.

LONDON, K. B.; JEANNE, R. L. Envelopes protect social wasps' nests from phorid infestation (Hymenoptera : Vespidae, Diptera : Phoridae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 71, n. 2, p. 175-182, Apr 1998.

NOLL, F. B.; GOMES, B. An Improved Bait Method for Collecting Hymenoptera, especially Social Wasps (Vespidae: Polistinae). **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 4, p. 477-481, Jul-Aug 2009.

O'DONNELL, S. Eusocial wasps (Vespidae: Polistinae). In N. M. Nadkarni, and N. T. Wheelwright (Eds.). **Monteverde: Ecology and conservation of a tropical cloud forest**. Oxford University Press, Oxford, UK. p. 129–131, 2000.

PREZOTO, F. et al. Prey captured and used in *Polistes versicolor* (Olivier) (Hymenoptera : Vespidae) nourishment. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 5, Sep-Oct 2006.

RAVERET RICHTER, M. Social wasp (Hymenoptera : Vespidae) foraging behavior. **Annual Review of Entomology**, v. 45, 2000.

SILVEIRA O. T. Surveying neotropical social wasps. An evaluation of methods in the ferreira penna8221; research station (ECFPn), in Caxiuana, PA, Brazil (HYM., Vespidae, Polistinae), **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 42, n. 12, p. 299–323, 2002.

STRASSMANN, J. E. Parasitoids, Predators, And Group-Size In The Paper Wasp, *Polistes-Exclamans*. **Ecology**, v. 62, n. 5, p. 1225-1233, 1981.

TILMAN, D. et al. Forecasting agriculturally driven global environmental change. **Science**, v. 292, n. 5515, p. 281-284, Apr 13 2001.

TSCHARNTKE, T. et al. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity - ecosystem service management. **Ecology Letters**, v. 8, n. 8, p. 857-874, Aug 2005.

VITOUSEK, P. M. et al. Human domination of Earth's ecosystems. **Science**, v. 277, n. 5325, p. 494-499, Jul 25 1997.

WENZEL, J. W. Evolution of nest architecture. in: Ross, K. G., and R. W. Matthews (Eds.) **The Social Biology of Wasps**. Cornell University Press, Ithaca. p. 480–519 1991.

WINDSOR, D. M. Birds and predators on the brood of *Polybia* wasps (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) in a Costa Rica deciduous forest. **Biotropica**, v. 8, p. 111–116, 1976.

ZUCCHI, R. et al. *Agelaia vicina*, a swarm-founding polistine with the largest colony size among wasps and bees (Hymenoptera: Vespidae). **Journal of the New York Entomological Society**, v. 103, n. 2, Apr 1995.

Capítulo 3

O uso da memória no forrageio das vespas enxameadoras neotropicais
(Vespidae, Epiponini) por recursos alimentares

Resumo

A orientação do vôo utilizando marcos de orientação é comum entre os insetos. Em vespas sociais, *landmarks* auxiliam no retorno ao local de presas muito grandes para serem levadas de uma só vez, assim como o retorno ao ninho. Sabemos que a memória utilizada para os *landmarks* é eficaz no resgate de pedaços de presas mutiladas. Porém não sabemos se essa memória pode ser acessada em um período maior, como um dia, para um local com fonte de recurso abundante. Pretendemos neste trabalho aprimorar o conhecimento sobre a memória em vespas sociais e seu uso no forrageio de recursos. Quinze coletas foram realizadas no município de Água Boa – MT, iscas foram disponibilizados e as forrageadoras visitantes foram marcadas. Constatamos que a maioria das vespas que visitam um recurso importante na sua dieta, retorna no segundo e terceiro dia ao mesmo local onde foi ofertado o recurso. E o início do forrageio no recurso ofertado a partir do segundo dia tem os horários adiantados, indicando que o local de oferta foi memorizado. Sabemos também que vespas sociais são predadoras de lagartas de lepidópteros, mas estudo prévio demonstrou que a simples oferta pontual de lagartas não promove a predação. Estudos de predação foram feitos a partir de uma plantação de couve infestada por lagartas. Constatamos um padrão no forrageio de lagartas quanto ao método de captura e transporte para o ninho, em que vespas de pequeno porte forrageiam lagartas de tamanho pequeno, enquanto que vespas de maior porte forrageiam lagartas maiores.

Introdução

A organização social, o regime de provisionamento da prole, fatores abióticos como clima, abundância e distribuição de presas e predadores podem influenciar as estratégias de caça de vespas (NAKASUJI *et al.*, 1976; JEANNE, 1991; RAVERET-RICHTER, 2000). Vespas sociais são basicamente predadoras (JEANNE, 1991), principalmente de lagartas (CLAPPERTON, 1999; CARPENTER & MARQUES, 2001; PREZOTO *et al.*, 2006). Forrageiras podem caçar presas vivas, voltar a restos de presas que já mataram, roubar presas capturadas por outras vespas, ou coletar proteína animal em carcaças. É comum que forrageiras voltem a caçar em locais de sucesso da caça anterior, o que pode acarretar a coleta repetida das mesmas espécies de presas (RAVERET-RICHTER & JEANNE, 1985; RAVERET-RICHTER, 1990; O'DONNELL, 1995).

Quando forrageiras de vespas sociais capturam uma presa muito grande para levar para o ninho de uma só vez, elas cortam a presa em pedaços menores, levantam vôo carregando um pedaço da presa, afastando-se do local de forrageio em círculos, aumentando sucessivamente a distância horizontal e vertical da presa, para então partir em direção ao ninho (RAVERET-RICHTER & JEANNE, 1991; RAVERET-RICHTER, 2000).

Ser capaz de voltar para um lugar constantemente em busca de alimento implica em aprendizagem e capacidade de memória, para tal, os insetos têm de memorizar características da fonte de alimento, a rota para a fonte, e a localização espacial da fonte de alimento em relação a *landmarks* (D'ADAMO & LOZADA, 2003, 2007, 2008).

A aprendizagem é a aquisição de representações neuronais de novas informações, exemplos de aprendizagem incluem a aquisição de representações neuronais de novas: (a) configurações espaciais de ambiente, (b) informações sensoriais, tais como visuais, auditivas, ou olfativas, (c) associações entre estímulos percebidos e os estados do ambiente, e (d) padrões motores, por exemplo, a seqüência de movimentos corporais envolvidos na manipulação de um novo alimento. Discussões de aprendizagem assumem implicitamente a existência de memória, que é a capacidade de reter a informação recém-adquirida por pelo menos um curto período (memória de curto prazo), mas muitas vezes por longos períodos (memória de longo prazo) (DUDAI, 2002).

A orientação do vôo utilizando *landmarks* é comum entre os insetos (COLLETT, 1996). Em vespas sociais, os *landmarks* auxiliam o retorno ao local de presas muito grandes para serem levadas de uma só vez, assim como o retorno ao ninho. Ao deixar o local de forrageio pela primeira vez, as vespas sociais, bem como outros Hymenoptera alados, realizam um vôo de reconhecimento, circulando acima do solo e, em seguida, voam para longe do local de alimentação (COLLETT & LEHRER, 1993; RAVERET-RICHTER, 2000).

Um estudo com *Vespula vulgaris* (L.) demonstrou que essas vespas se orientam em direção a *landmarks* traçados pelas vespas durante seus vôos de orientação, sugerindo que há um alinhamento de pontos de inspeção, que fornecem à vespa imagens em série do objetivo, visto a diferentes distâncias. Isso minimiza o número de *landmarks* que o animal deve manter para orientar seu retorno. As memórias de *landmarks* são adquiridas principalmente durante as referidas inspeções (COLLETT & LEHRER, 1993).

No estudo desenvolvido por COLLETT (1995), o alinhamento dos pontos de inspeção foi semelhante tanto para os vôos de partida quanto para os vôos de retorno das vespas, como seria de se prever, se forrageiras adquirem memórias de *landmarks* em voos de inspeção, elas devem lembrar-se deles para orientação durante o vôo de regresso.

É bem conhecido que vespas sociais coletam lagartas de lepidópteros (CLAPPERTON, 1999; CARPENTER & MARQUES, 2001; PREZOTO *et al.*, 2006), mas em estudos recentes (Capítulo 1), a oferta pontual de lagartas de lepidóptero não atraiu a predação por vespas sociais.

Também sabemos que a memória utilizada para os marcos de orientação é eficaz no retorno a fontes de alimento. Porém não sabemos se essa memória pode ser acessada em um período maior, como um dia seguinte, para um local com fonte de recurso abundante.

A presente proposta pretende defender a hipótese de que as vespas utilizam memórias por um período maior que um dia. Também queremos aprimorar o entendimento sobre o forrageio de vespas sociais em lagartas de lepidópteros.

Materiais e Métodos

O estudo foi realizado em duas áreas:

1- Fazenda Semente de Luz, localizada na Rodovia Federal BR-158, km 630 Água Boa –MT (14.516269° S, 52.311101° W). Nesta área foram realizados os experimentos relativos à memória das forrageadoras, onde recursos foram ofertados e as forrageadoras foram marcadas com tinta e estudadas.

2- Área experimental do departamento de Zoologia e Botânica do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas - Ibilce/Unesp - São José do Rio Preto, SP.

20.786527° S, 49.361722° W. Neste local, foram realizados os estudos de forrageio de lagartas, onde uma plantação de couve foi cultivada para servir de alimento para as lagartas, e a partir da infestação foram observados os comportamentos das forrageadoras na obtenção desse recurso.

Foram realizadas cinco expedições de coleta para a fazenda Semente de Luz em dezembro de 2010, julho e setembro de 2011 e agosto e dezembro de 2012. Cada viagem possibilitou três coletas de dados, totalizando quinze coletas. Cada coleta foi composta por três dias de experimento, onde em um local sorteado aleatoriamente era oferecida solução atrativa (NOLL & GOMES, 2009) em recipiente plástico de 100ml, observado por três dias, durante todo o período diurno, das 6:00 h às 18:00 h.

As forrageiras visitantes do recurso solução atrativa eram marcadas com tinta e contabilizadas; a temperatura e o horário da primeira chegada ao recurso eram anotados. No segundo e terceiro dias seqüentes, repetia-se a observação, alterando a cor da tinta de marcação. Todas as forrageiras foram identificadas quanto à espécie.

A estação chuvosa foi definida de outubro até março e a estação seca de abril a setembro.

A fim de obter dados sobre o forrageio de vespas sociais predando lagartas, 50 plantas de couve foram cultivadas, na área experimental do Ibilce/Unesp, e permitiu-se a infestação de larvas de *Ascia monuste orseis* (Latreille). A partir da ocorrência de lagartas, a plantação foi visitada diariamente durante 30 dias com equipamento de filmagem, à procura de forrageadoras em busca de lagartas; ao todo, 120 minutos de filmagens foram obtidos. Forrageiras que coletaram lagartas foram marcadas com tinta para observação individual.

Análises de regressão foram empregadas usando o programa R v.2.11.1 (R Core Team, 2010).

Resultados

Na fazenda semente de luz, três espécies de forrageadoras foram observadas coletando a solução atrativa nos recipientes, *Polybia liliaceae* (Fabricius), *Parachartergus fraternus* (Gribodo) e *Polybia ignobilis* (Haliday). Cada forrageira, após o primeiro contato com o recurso, e devidamente marcada, coletava a solução atrativa, levantava vôo, e alguns minutos depois retornava ao recurso. Isso se repetia até o fim do período diurno.

A análise da porcentagem de retorno das forrageiras (Figura 1) mostra que, ao longo de três dias o número de forrageadoras que retorna ao recurso ofertado é reducional, que o retorno ao recurso no segundo dia é superior a 70% nas três espécies estudadas, e que no terceiro dia essa taxa decresce para 36,33% em *P. fraternus*, 47% em *P. ignobilis* e 59,75% em *P. liliaceae*.

Os horários da primeira visita de cada forrageira marcada coletando a solução atrativa, em cada um dos três dias de coleta (Figura 2), mostram que as forrageiras das três espécies estudadas chegam mais cedo à fonte de recurso ofertada, após o primeiro dia.

Apenas para *P. liliaceae* foram obtidos dados suficientes para realizar testes estatísticos. As análises de regressão mostram que a relação do horário de forrageio de *P. liliaceae* com a temperatura são significantes (Figura 3). Para o primeiro dia obtivemos - F: 69.23 e p: 8.799e-12, (altamente significativa), no segundo dia obtivemos - F: 7.859 e p: 0.007091, no terceiro dia obtivemos - F: 6.453 e p: 0.01468.

A análise de regressão entre o número de forrageadoras e o horário de forrageio (Figura 4) apresentou no primeiro dia $F: 0.2123$, $p: 0.6548$, isso indica que a relação entre o número de vespas forrageando e o horário em que estas forrageiam não é significativa. Já para o segundo dia - $F: 8.234$ e $p: 0.01668$, e o terceiro dia - $F: 6.674$ e $p: 0.02725$, as relações entre número de forrageadoras e horário são significativas.

Na área experimental, duas espécies foram observadas forrageando lagartas: *P. ignobilis* e *P. paulista*. As larvas de *A. monuste* de menor porte – primeiro a terceiro ínstar – foram observadas sendo predadas por *P. paulista*, as lagartas de maior porte – quinto ínstar – foram predadas por *P. ignobilis*.

Polybia paulista capturava as lagartas de primeiro ínstar inteiras e as carregavam. Mesmo com a grande oferta de lagartas maiores, *P. paulista* não foi observada coletando outro tamanho de lagarta. *Polybia ignobilis*, ao se aproximar da planta de couve, realizava vôos circulares e pousava na planta com lagartas. O ataque era sempre na região da cabeça da lagarta que rapidamente era decepada pela forrageadora usando as mandíbulas. Logo em seguida, começava o corte da lagarta em pedaços menores, e observamos um padrão no tamanho cortado, que não ultrapassava o tamanho do tórax da forrageadora. Ao fazer o transporte do pedaço de lagarta cortado para o ninho, a forrageadora deixava o restante da lagarta decepada na folha da planta. Constatamos que a mesma forrageira de *P. ignobilis* (marcada com tinta) retornava para carregar o restante da lagarta deixado para trás. Quando necessário, a forrageadora cortava novamente a lagarta já morta, e o tamanho do pedaço cortado não excedia o tamanho aproximado do tórax da forrageadora. No retorno ao local onde a lagarta morta foi deixada, a forrageira não realizava os vôos circulares em torno da planta, e sim pousava diretamente na

região da folha da planta, onde tinha decepado a lagarta, e inicia a busca pelo resto deixado.

Discussão

Os dados apresentados defendem a hipótese de que as vespas utilizam memórias por um período maior que um dia. Segundo DUDAI (2002), memória é a capacidade de reter a informação recém-adquirida por pelo menos um curto período (memória de curto prazo), mas muitas vezes por longos períodos (memória de longo prazo). Após o primeiro contato com o recurso ofertado, as forrageiras retornavam durante todo período do dia, demonstrando o uso de memória de curto prazo. Nos dias seguintes, mesmo após o período de uma noite sem ter contato com a fonte de recurso, mais de 70% das forrageadoras retornaram ao local onde conseguiram recurso no dia anterior (Figura 1), demonstrando que boa parte das forrageiras utilizou a memória do local da fonte de recurso do primeiro dia.

Sabe-se que *Vespula germânica* (Fabricius) é capaz de integrar memórias antigas e novas para o forrageamento de fontes alimentares independentes (D'ADAMO & LOZADA, 2009). É provável que o mesmo ocorra com *Polybia liliaceae*, *P. ignobilis* e *Parachartergus fraternus*, onde as memórias anteriores ajudem no forrageio, e que as mais experientes tenham uma taxa maior de retorno. A queda gradual na taxa de retorno ao longo dos três dias de experimento pode ser causada pela falta de experiência de parte das forrageadoras amostradas, eventual morte ou pelo encontro de fontes de recursos mais atraentes.

Fatores abióticos, como clima, podem influenciar as estratégias de caça de vespas (JEANNE, 1991; RAVERET-RICHTER, 2000). Alguns estudos relatam a influência das condições climáticas no forrageio de vespas sociais e quase todos

eles apontam para a temperatura como fator chave de influência no forrageio (PREZOTO *et al.*, 1994; GIANNOTTI *et al.*, 1995; MONTAGNA *et al.*, 2009; CANEVAZZI & NOLL, 2011).

As análises estatísticas relacionaram a temperatura com o horário de forrageio de *P. liliaceae* (Figura 3), e para o primeiro dia essa relação foi altamente significativa (p-value: 8.799^{-12}). Embora no segundo e terceiro dias essa relação se manteve estatisticamente significativa (p-value: 0.007091 e 0.01468 respectivamente), ela diminuiu indicando que algo interferiu nessa relação. De acordo com JEANNE (1991), quando ocorre o superaquecimento do ninho, as operárias no envelope batem as asas constantemente para ventilar o ninho, e se isso não for suficiente, forrageadoras começam a trazer a água para o ninho, onde é espalhado sobre a superfície dos favos e envelope, provocando o arrefecimento por evaporação.

Uma explicação para o desvio no forrageio, de solução atrativa para água no segundo e terceiro dia seria que, com o aumento da temperatura as forrageiras deixem de coletar carboidrato, para buscar água para o resfriamento do ninho. Contudo, os dados com as horas de chegada das forrageadoras na fonte de recurso (Figura 2) juntamente com as análises estatísticas (Figura 4) mostram que há mudanças no horário de chegada das forrageadoras. Nos dias seguintes ao primeiro dia, elas chegam mais cedo à fonte de alimento. Um valor de p: 0.6548 para o primeiro dia, não é significativa a relação entre o horário que as forrageadoras chegam ao recurso, o mesmo não pode ser dito para o segundo e terceiro dia, onde foi significativa a relação (p-value: 0.01668 e 0.02725, respectivamente). Assim, entendemos que as forrageiras utilizaram da memória de fonte rica em recurso do dia anterior (primeiro dia), no início do forrageio do segundo e terceiro dia,

deslocando o forrageio para as primeiras horas do dia. Isso explica a menor relação da temperatura e hora de forrageio amostrada (Figura 3).

O deslocamento do forrageio para as primeiras horas deve ocorrer devido às forrageadoras terem memorizado o local onde estava a fonte de recurso, diminuindo o tempo gasto em procurar fontes de alimento incertas e otimizando uma fonte segura. Segundo NAUG & WENZEL (2006), o tempo de busca é fundamental para a eficiência de forrageamento e conseqüentemente, a produtividade de uma colônia. Um dos mecanismos que provavelmente atua diminuindo o tempo de busca é a memória individual, através da qual forrageiras podem retornar para o local onde tiveram sucesso de coleta.

Sobre o forrageio de larvas de lepidópteros, alguns trabalhos mostram que é comum que forrageiras voltem a caçar em locais de sucesso da caça anterior, o que pode acarretar na coleta de várias vezes as mesmas espécies de presas (RAVERET-RICHTER & JEANNE, 1985; RAVERT-RICHTER, 1990). Estudos feitos com *Vespa germanica* (Fabricius) demonstram que é necessário um aprendizado prévio para o forrageio de locais com fontes ricas de alimento (LOZADA & D'ADAMO, 2006). Quando os vasos com couve e lagartas foram ofertados pontualmente, não houve predação de lagartas (Capítulo 1). Provavelmente as forrageiras não tiveram o tempo necessário para o aprendizado.

Foi observado que as *P. paulista* capturavam as lagartas menores (primeiro a terceiro instar) e as carregavam inteiras, já *P. ignobilis* capturava as lagartas de maior porte – quinto instar, e essas eram cortadas em pedaços não maiores que o tórax das forrageiras. Essa diferença na escolha do tamanho das lagartas deve estar relacionada à capacidade de vôo de cada espécie.

Quando forrageiras de vespas sociais capturam uma presa muito grande para levar para o ninho de uma só vez, elas cortam a presa em pedaços menores, ao deixar o local de forrageio pela primeira vez, vespas sociais realizam um vôo de reconhecimento, circulando acima do solo e, em seguida, voam para longe do local de alimentação (RAVERET-RICHTER & JEANNE, 1991; COLLETT & LEHRER, 1993; RAVERET-RICHTER, 2000). Para *P. ignobilis* observamos que, ao se aproximar da plantação de couve pela primeira vez, ela realizava vôos circulares e pousava na planta que tinha lagartas. A forrageira predava a lagarta e fazia o transporte do pedaço de lagarta cortado para o ninho, deixando o restante na folha da planta. No retorno ao local onde a lagarta morta foi deixada, a forrageira não realizava os vôos circulares em torno da plantação, e sim pousava diretamente na região com a lagarta.

Concluimos que forrageiras de vespas enxameadoras neotropicais podem utilizar memórias passadas no forrageio e que também é necessário um aprendizado por parte das forrageiras, para que o local que possui os recursos seja freqüentado.

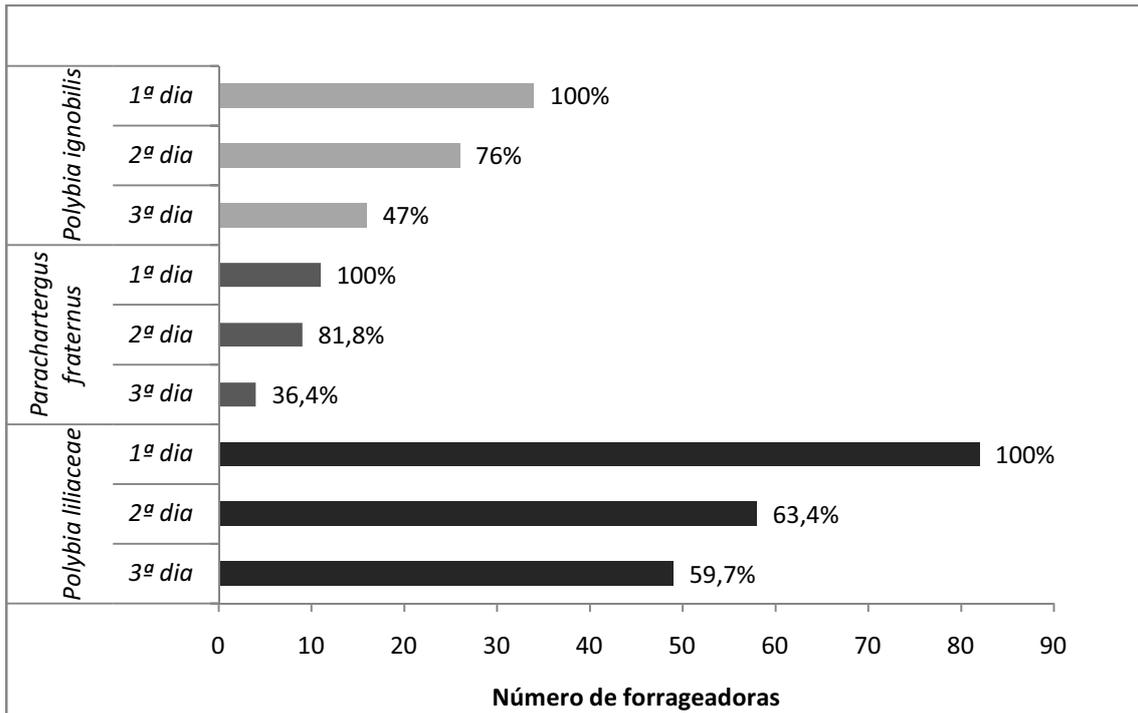


Figura 1. As barras mostram no eixo X o número de forageiras que visitaram o recurso. No primeiro dia a porcentagem mostra o total de forageiras que visitou o recurso (100%) em cada espécie, o segundo e terceiro dia mostra a porcentagem de retorno das forageadoras nos recursos, em relação ao primeiro dia.

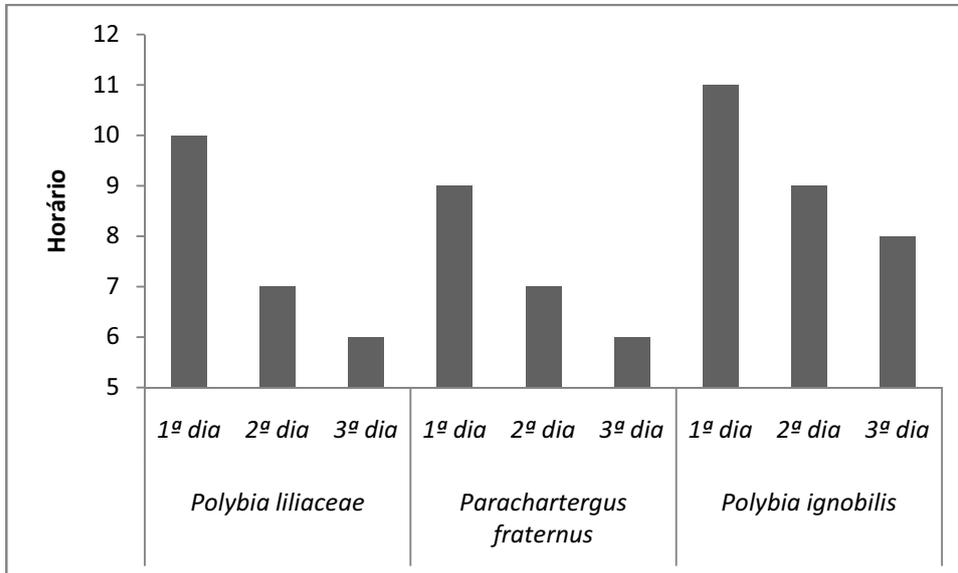


Figura 2. Horário de chegada das forrageadoras de cada espécie estudada no recurso com solução atrativa .

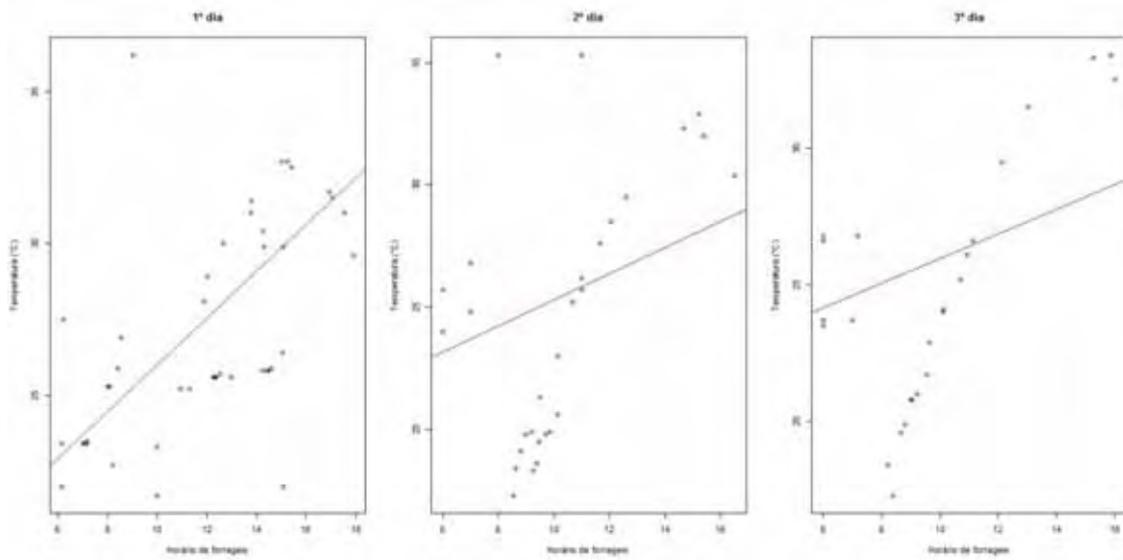


Figura 3. Modelos de regressão mostrando a relação entre o horário de forrageio de *P. liliaceae* e a temperatura no primeiro dia, que foi altamente significativo (F: 69.23 e p: 8.799e-12), segundo (F: 7.859 e p: 0.007091) e terceiro dia (F: 6.453 e p: 0.01468) foram sinificantes.

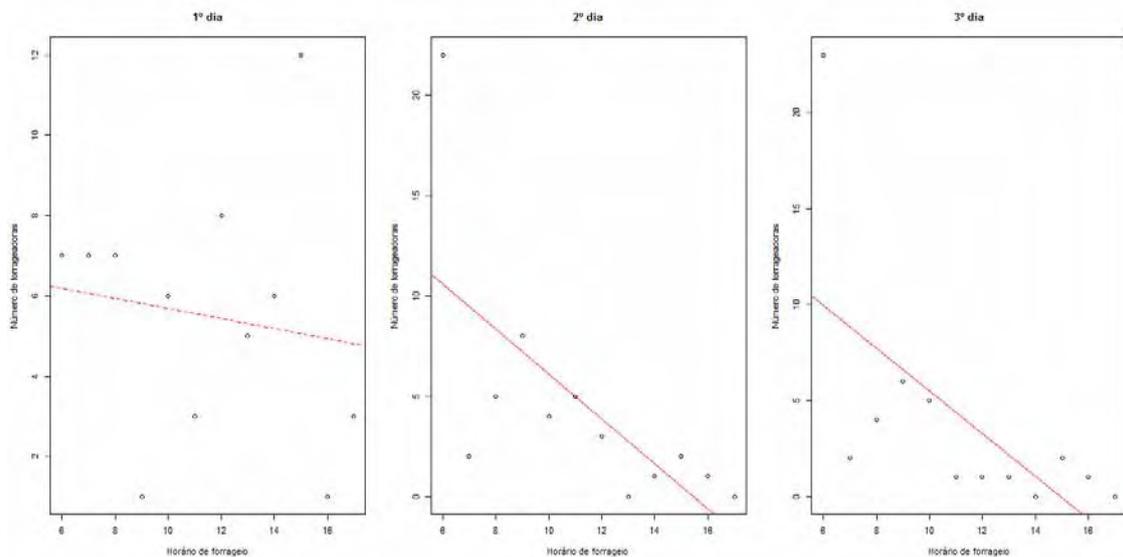


Figura 4. Modelos de regressão mostrando a relação entre o número de forrageadoras de *P. liliaceae* e o horário de forrageio no primeiro dia não foi significativo (F: 0.2123, p: 0.6548), e nos segundo (F: 8.234, p: 0.01668) e terceiro (F: 6.674 p: 0.02725) dias foram significantes.

Referências

- CANEVAZZI N. C. de S.; NOLL F. B. Environmental Factors Influencing Foraging Activity in the Social Wasp *Polybia paulista* (Hymenoptera: Vespidae: Epiponini). **Psyche**, v. 2011, 2011.
- CARPENTER, J. M.; MARQUES, O. M. **Contribuição ao estudo dos vespídeos do Brasil (Insecta, Hymenoptera, Vespoidea, Vespidae)**. [CD-ROM]. Cruz das Almas - BA, Brasil. Universidade Federal da Bahia, Escola de Agronomia, Departamento de Fitotecnia / Mestrado em Ciências Agrárias. Série Publicações Digitais. v.2. 2001.
- CLAPPERTON, B. K. Abundance of wasps and prey consumption of paper wasps (Hymenoptera, Vespidae : Polistinae) in Northland, New Zealand. **New Zealand Journal of Ecology**, v. 23, n. 1, 1999 1999.
- COLLETT, T. S. Making Learning Easy - The Acquisition Of Visual Information During The Orientation Flights Of Social Wasps. **Journal of Comparative Physiology a-Sensory Neural and Behavioral Physiology**, v. 177, n. 6, p. 737-747, Dec 1995.
- COLLETT, T. S.. Insect navigation en route to the goal: Multiple strategies for the use of landmarks. **Journal of Experimental Biology**, v. 199, n. 1, p. 227-235, Jan 1996.
- COLLETT, T. S.; LEHRER, M. Looking And Learning - A Spatial Pattern In The Orientation Flight Of The Wasp *Vespula-Vulgaris*. **Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences**, v. 252, n. 1334, p. 129-134, May 22 1993.
- D'ADAMO, P.; LOZADA, M. The importance of location and visual cues during foraging in the German wasp (*Vespula germanica* F.) (Hymenoptera : Vespidae). **New Zealand Journal of Zoology**, v. 30, n. 3, p. 171-174, Sep 2003.
- D'ADAMO, P.; LOZADA, M. Foraging behavior related to habitat characteristics in the invasive wasp *Vespula germanica*. **Insect Science**, v. 14, n. 5, p. 383-388, Oct 2007.
- D'ADAMO, P.; LOZADA, M. Foraging behaviour in *Vespula germanica* wasps re-locating a food source. **New Zealand Journal of Zoology**, v. 35, n. 1, p. 9-17, Mar 2008.
- D'ADAMO, P.; LOZADA, M. Flexible Foraging Behavior in the Invasive Social Wasp *Vespula germanica* (Hymenoptera: Vespidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 102, n. 6, p. 1109-1115, Nov 2009.
- DUDAI Y. **Memory from A to Z: Keywords, Concepts, and Beyond**. Oxford: Oxford Univ. Press. 331p. 2002.
- GIANNOTTI E.; F. PREZOTO; V. L. L.MACHADO, Foraging activity of *Polistes lanio lanio* (Fabr.) (Hymenoptera, Vespidae), **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, n. 3, p. 455-463, 1995.
- JEANNE, R.L. The Swarm-founding Polistinae. In: Ross KG & Matthews RW. (Eds). **The social Biology of wasps**. Cornell University Press. Ithaca. p.149-190. 1991.
- LOZADA, M.; D'ADAMO, P. How long do *Vespula germanica* wasps search for a food source that is no longer available? **Journal of Insect Behavior**, v. 19, n. 5, Sep 2006.
- MONTAGNA, T. D. S. et al. Study of the Foraging Activity of *Mischocyttarus consimilis* (Hymenoptera: Vespidae). **Sociobiology**, v. 53, n. 1, p. 131-140, 2009 2009.
- NAKASUJI, F.; YAMANAKA, H.; KIRITANI, K. Predation of larvae of the tobacco cutworm *Spodoptera litura* (Lepidoptera, Noctuidae) by *Polistes* wasps. **Kontyu**, v. 44, n. 2, p. 205-213, 1976.

NAUG D.; WENZEL J. Constraints on foraging success due to resource ecology limit colony productivity in social insects. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 60, p. 62–68, 2006.

NOLL, F. B.; GOMES, B. An Improved Bait Method for Collecting Hymenoptera, especially Social Wasps (Vespidae: Polistinae). **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 4, p. 477-481, Jul-Aug 2009.

ODONNELL, S. Necrophagy By Neotropical Swarm-Founding Wasps (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini). **Biotropica**, v. 27, n. 1, p. 133-136, Mar 1995.

PREZOTO, F.; E. GIANNOTTI; V. L. L. MACHADO, Atividade forrageadora e material coletado pela vespa social *Polistes similimus* Zikán (1951) (Hymenoptera, Vespidae). **Insecta**, v. 3, n. 1, p. 11–119, 1994.

PREZOTO, F. et al. Prey captured and used in *Polistes versicolor* (Olivier) (Hymenoptera : Vespidae) nourishment. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 5, Sep-Oct 2006.

RAVERET RICHTER, M. A.; JEANNE, R. L. Predatory Behavior Of *Polybia sericea* (Olivier), A Tropical Social Wasp (Hymenoptera, Vespidae). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 16, n. 2, p. 165-170, 1985 1985.

RAVERET RICHTER, M. Hunting Social Wasp Interactions - Influence Of Prey Size, Arrival Order, And Wasp Species. **Ecology**, v. 71, n. 3, p. 1018-1030, Jun 1990.

RAVERET RICHTER, M. Social wasp (Hymenoptera : Vespidae) foraging behavior. **Annual Review of Entomology**, v. 45, 2000 2000.

RAVERET RICHTER, M.; JEANNE, R. L. Hunting Behavior, Prey Capture And Ant Avoidance In The Tropical Social Wasp *Polybia sericea* (Hymenoptera, Vespidae). **Insectes Sociaux**, v. 38, n. 2, p. 139-147, 1991 1991.

Discussão Geral

Concluimos que, mesmo que as vespas sociais sejam consideradas forrageiras generalistas por muitos autores, algumas espécies têm preferência por recursos específicos. Sua dieta não é composta de um leque tão grande de opções, a ponto de ser considerada generalista. Como coletoras de polpa, néctar e principalmente de larvas de lepidoptera, as vespas sociais mostram uma especificidade em seu forrageio. Entendemos que é difícil fazer uma generalização sobre o forrageio para todos os Epiponini devido a algumas espécies apresentarem diferentes abordagens quanto ao forrageio.

Sobre o forrageio em áreas naturais e cultivadas, conseguimos dados que indicam a presença de vespas sociais dentro de áreas cultivadas, porém somente em trechos com fragmentos de mata vizinhos. Isso mostra a importância de sistemas agrários sustentáveis, que utilizem áreas naturais próximas às culturas, para usufruir de serviços ambientais como o controle de pragas por insetos.

Recomendamos que para trabalhos futuros com forrageio de vespas em Floresta Estacional Semidecidual, não se utilize o período chuvoso para coletas, pois nesse período há uma queda na diversidade de vespas, dificultando ainda mais os trabalhos com forrageio. Recomenda-se que os trabalhos sejam idealizados com as coletas de campo programadas para a estação chuvosa. Sugerimos também que mais estudos devam ser realizados, utilizando ninhos em sistemas fechados, pois nossos testes indicam que é viável manter colônias em estufas para o estudo de forrageio em vespas sociais.

Sobre o uso da memória em vespas sociais, concluimos que forrageiras de vespas enxameadoras neotropicais utilizam memórias passadas no forrageio. Essa característica reforça nossa proposta das vespas serem especialistas, pois é

esperado que a memória auxilie as forrageiras a encontrarem os recursos nos quais elas têm especialidade. Conseqüentemente a memória deve aumentar a chance de sucesso no forrageio.

Um gênero que merece maiores estudos sobre sua biologia é *Agelaia*. Na grande parte dos trabalhos de diversidade em vespas sociais esse gênero é o dominante. Em nossas análises o forrageio de *Agelaia pallipes* mostrou-se mais abrangente que as demais espécies estudadas, o que a torna uma forte competidora por recursos sobre as demais espécies. Esse gênero tem potencial para uso aplicado como controle de pragas, ou para ser utilizado como indicador biológico nos estudos de diversidade.