

JOÃO CLOVES STANZANI DUTRA

**ATIVIDADE DE MELIPONÍNEOS (HYMENOPTERA: APIDAE) EM AMBIENTE  
PROTEGIDO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2009

JOÃO CLOVES STANZANI DUTRA

**ATIVIDADE DE MELIPONÍNEOS (HYMENOPTERA: APIDAE) EM AMBIENTE  
PROTEGIDO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 20 de abril de 2009.

---

Prof.<sup>a</sup> Milene Faria Vieira  
(Coorientadora)

---

Prof. José Eduardo Serrão

---

Prof.<sup>a</sup> Georgina Maria de Faria Mucci

---

Prof.<sup>a</sup> Flávia Monteiro Coelho Ferreira

---

Prof. Lúcio Antônio de Oliveira Campos  
(Orientador)

A toda minha família,  
em especial ao meu amigo e cunhado  
Antônio, às minhas sobrinhas Cecília  
e Clara e ao meu afilhado Pedro.

**Dedico**

## **AGRADECIMENTOS**

- À Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) por ter me liberado para participar do processo de capacitação docente.
- À Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de participação no Programa de Pós-graduação em entomologia, excelência a nível nacional e internacional.
- Agradeço a toda minha família, em particular minha irmã Eliane que sempre me incentivou e me apoiou durante o difícil período de realização desse trabalho.
- Agradecimento especial para Aparecida Ramos (Dinha) pelo carinho, paciência, amor e dedicação doados com sinceridade em toda essa feliz e agradável convivência.
- Ao professor Lúcio Antônio de Oliveira Campos pela orientação, paciência, amizade e passagem de conhecimentos sobre abelhas sem ferrão.
- Aos professores José Eduardo Serrão, Milene Faria Vieira, Georgina Maria de Faria Mucci e Flávia Monteiro Coelho Ferreira por aceitar fazer parte da banca de tese e pelas valiosas sugestões e correções do manuscrito.
- Aos professores da Entomologia pelos ensinamentos nas disciplinas.
- A minha ex-aluna e doutoranda Luzia Lourenço pela realização dos testes estatísticos.
- Ao ex-aluno, meu amigo e agora doutorando Leandro Pollato pela leitura do trabalho, correções e sugestões de grande valia.
- A Dinha pelas fotos das abelhas.
- Ao casal amigo Teófilo e Amanda pela ajuda na confecção das tabelas e apresentação do seminário e revisão do manuscrito.
- Aos funcionários Geraldo, Sr. João e Nilton do Departamento de Parques e Jardins da UFV pela doação e transporte das mudas e empréstimo de ferramentas.
- Sr. Juventino e Chico do bicho da seda; Geraldo (cabrito) e Sr. Osmar do Apiário pela ajuda e informações no plantio das mudas, cuidados com a casa de vegetação, empréstimo de

ferramentas, pela convivência agradável.

- Às secretárias da Entomologia da UFV Mirian e Dona Paula, e Regina Santos e Lucimara Pegoraro da UEMS pela atenção, carinho e competência para resolver as burocracias.
- Aos colegas de curso, em especial Mário, Lila, Edmilson e Ana Paula pela convivência e ajuda no desenvolvimento do projeto e auxílio nas disciplinas.
- Aos ex-alunos da UEMS Stela, Elione, Silvia, Eliete, Cláudia, Jacó e Rosemir pelo carinho, preocupação com o andamento do curso e ajuda nas pendências.
- A CAPES pelo apoio financeiro durante a realização dos experimentos.

## SUMÁRIO

- LISTA DE TABELAS .....	vii
- LISTA DE FIGURAS .....	viii
- RESUMO .....	xi
- ABSTRACT .....	xiii
- Introdução .....	1
- Revisão Bibliográfica .....	5
- Objetivo .....	10
- Material e Métodos .....	11
- Local de estudo .....	11
- Espécies de abelhas estudadas .....	12
- Recursos florais fornecidos às abelhas .....	14
- Atividade das abelhas .....	15
- Análise estatística .....	17
- Resultados e Discussão .....	19
- Atividade das seis espécies de meliponíneos estudadas no interior da casa de vegetação ...	19
- <i>Melipona quadrifasciata</i> .....	19
- <i>Scaptotrigona xanthotricha</i> .....	19
- <i>Nannotrigona testaceicornis</i> .....	20
- <i>Tetragonisca angustula</i> .....	20
- <i>Frieseomelitta varia</i> .....	22
- <i>Partamona helleri</i> .....	22
- Comportamento forrageador das seis espécies de meliponíneos no interior da casa de vegetação .....	24
- Comportamento das espécies não selecionadas .....	24
- <i>Scaptotrigona xanthotricha</i> .....	24

- <i>Tetragonisca angustula</i> .....	25
- <i>Partamona helleri</i> .....	25
- Comportamento das espécies selecionadas .....	26
- <i>Melipona quadrifasciata</i> .....	26
- <i>Nannotrigona testaceicornis</i> .....	30
- <i>Frieseomelitta varia</i> .....	36
- Efeito das variáveis ambientais sobre a atividade das três espécies de meliponíneos selecionadas, no interior da casa de vegetação .....	46
- <i>Melipona quadrifasciata</i> .....	46
- <i>Nannotrigona testaceicornis</i> .....	50
- <i>Frieseomelitta varia</i> .....	54
- Conclusões .....	63
- Bibliografia citada .....	64

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Espécies de plantas e recursos florais fornecidos às seis espécies de meliponíneos estudadas no interior da casa de vegetação .....	14
Tabela 2 – Modelo de planilha utilizado para representar o período de contagem, itens observados durante as atividades das abelhas estudadas e medidas dos fatores abióticos, no interior da casa de vegetação .....	18
Tabela 3 – Recursos utilizados pelas seis espécies de meliponíneos estudadas, durante o período de forrageamento, no interior da casa de vegetação, no ano de 2007 .....	39
Tabela 4 – Horários de coleta de pólen e néctar das seis espécies de meliponíneos estudadas, no interior da casa de vegetação, no ano de 2007.....	40
Tabela 5 - Início de atividade e período de forrageamento das três espécies de meliponíneos selecionadas, no interior da casa de vegetação, no ano de 2008 .....	41
Tabela 6 – Número médio de abelhas das três espécies de meliponíneos selecionadas que forrageavam, coletando néctar e pólen, em cada hora de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2008 .....	42
Tabela 7 – Horários de coleta de néctar e pólen pelas três espécies de meliponíneos selecionadas, no interior da casa de vegetação, no ano de 2008 .....	43
Tabela 8 – Número médio de abelhas, das três espécies de meliponíneos selecionadas, visitando flores durante o período de forrageamento, no interior da casa de vegetação, no ano de 2008 .....	44
Tabela 9 - Recursos vegetais utilizados pelas três espécies de meliponíneos selecionadas, durante o período de forrageamento, no interior da casa de vegetação, no ano de 2008 .....	45
Tabela 10 – Número médio de abelhas das três espécies de meliponíneos selecionadas que entraram e saíram das colônias, relacionado com os horários de observação e a média dos fatores temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade, no interior da casa de vegetação, no ano de 2008 .....	58

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Vista geral da casa de vegetação na UFV .....	11
Figura 2 - Vista geral das plantas no interior da casa de vegetação .....	15
Figura 3 – Número médio de abelhas <i>Melipona quadrifasciata</i> que entraram e saíram da colônia, durante dez minutos, em cada hora de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2007 .....	19
Figura 4 - Número médio de abelhas <i>Scaptotrigona xanthotricha</i> que entraram e saíram da colônia, durante dez minutos, em cada hora de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2007 .....	20
Figura 5 - Número médio de abelhas <i>Nannotrigona testaceicornis</i> que entraram e saíram da colônia, durante dez minutos, em cada hora de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2007 .....	21
Figura 6 - Número médio de abelhas <i>Tetragonisca angustula</i> que entraram e saíram da colônia, durante dez minutos, em cada hora de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2007 .....	21
Figura 7 - Número médio de abelhas <i>Frieseomelita varia</i> que entraram e saíram da colônia, durante dez minutos, em cada hora de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2007 .....	22
Figura 8 - Número médio de abelhas <i>Partamona helleri</i> que entraram e saíram da colônia, durante dez minutos, em cada hora de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2007 .....	23
Figura 9 – <i>Melipona quadrifasciata</i> visitando a) Amor-agarradinho ( <i>Antigonon leptopus</i> ), b) Manjerição ( <i>Ocimum sellowii</i> ) e c) Dália ( <i>Dahlia pinnata</i> ), no interior da casa de vegetação .....	30
Figura 10 – <i>Nannotrigona testaceicornis</i> visitando a) Coroa-de-cristo ( <i>Euphorbia milii</i> ), b)	

Calêndula ( <i>Calendula officinalis</i> ), c) Manjeriço ( <i>Ocimum sellowii</i> ), d) Penta ( <i>Pentas lanceolata</i> ) e e) Amor-agarradinho ( <i>Antigonon leptopus</i> ) no interior da casa de vegetação ..	35
Figura 11 – <i>Frieseomelitta varia</i> visitando a) Coroa-de-cristo ( <i>Euphorbia milii</i> ), e b) Pedúnculo floral de coroa-de-cristo para coleta de resina no interior da casa de vegetação ..	38
Figura 12 – Variação da atividade da espécie <i>Melipona quadrifasciata</i> ao longo do dia, durante os quatro meses de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2008 ...	46
Figura 13 – Número médio de abelhas <i>Melipona quadrifasciata</i> que entraram e saíram das colônias (A1 + A2 + A3 + A4), durante oito minutos, em cada hora de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2008 .....	47
Figura 14 – Número médio de abelhas <i>Melipona quadrifasciata</i> que entraram e saíram, por colônia (A1, A2, A3 e A4), durante oito minutos, em cada hora de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2008 .....	48
Figura 15 - Variação da atividade da espécie <i>Nannotrigona testaceicornis</i> ao longo do dia, durante os quatro meses de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2008 ...	51
Figura 16 – Número médio de abelhas <i>Nannotrigona testaceicornis</i> que entraram e saíram das colônias (B1 + B2 + B3), durante oito minutos, em cada hora de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2008 .....	52
Figura 17 - Número médio de abelhas <i>Nannotrigona testaceicornis</i> que entraram e saíram por colônia (B1, B2 e B3), durante oito minutos, em cada hora de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2008 .....	53
Figura 18 - Variação da atividade da espécie <i>Frieseomelitta varia</i> ao longo do dia, durante os quatro meses de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2008 .....	55
Figura 19 – Número médio de abelhas <i>Frieseomelitta varia</i> que entraram e saíram das colônias (C1 + C2 + C3 + C4), durante oito minutos, em cada hora de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2008 .....	56
Figura 20 - Número médio de abelhas <i>Frieseomelitta varia</i> que entraram e saíram, por colônia	

(C1, C2, C3 e C4), durante oito minutos, em cada hora de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2008 .....	56
Figura 21 – Número médio das abelhas que entraram e saíram das colônias A1 de <i>Melipona quadrifasciata</i> , B1 de <i>Nannotrigona testaceicornis</i> e C1 de <i>Frieseomelitta varia</i> durante oito minutos, em cada hora de observação relacionado com a média da temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade no interior da casa de vegetação, no mês de março de 2008 ...	59
Figura 22 – Número médio das abelhas que entraram e saíram das colônias A2 de <i>Melipona quadrifasciata</i> , B2 de <i>Nannotrigona testaceicornis</i> e C2 de <i>Frieseomelitta varia</i> durante oito minutos, em cada hora de observação relacionado com a média da temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade, no interior da casa de vegetação, no mês de abril de 2008 .....	60
Figura 23 – Número médio das abelhas que entraram e saíram das colônias A3 de <i>Melipona quadrifasciata</i> , B3 de <i>Nannotrigona testaceicornis</i> e C3 de <i>Frieseomelitta varia</i> durante oito minutos, em cada hora de observação relacionado com a média da temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade, no interior da casa de vegetação, no mês de maio de 2008 ....	61
Figura 24 – Número médio das abelhas que entraram e saíram das colônias A4 de <i>Melipona quadrifasciata</i> e C4 de <i>Frieseomelitta varia</i> durante oito minutos, em cada hora de observação relacionado com a média da temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade, no interior da casa de vegetação, no mês de julho de 2008 .....	62

## RESUMO

DUTRA, João Cloves Stanzani. D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2009.  
**Atividade de meliponíneos (Hymenoptera: Apidae) em ambiente protegido.**  
Orientador: Lúcio Antônio de Oliveira Campos. Coorientadores: Milene Faria Vieira e Dejar Message.

No sentido de utilizar abelhas da tribo Melyponini em programas de polinização em ambiente protegido o presente trabalho teve como objetivo avaliar a atividade de diferentes espécies de meliponíneos em casa de vegetação. O estudo foi realizado na UFV, utilizando-se uma casa de vegetação, com área de 115,2 m<sup>2</sup>, com altura de 3,5 m nas laterais e 5,2 m no topo. Inicialmente foram estudadas seis espécies de meliponíneos (*Melipona quadrifasciata*, *Scaptotrigona xanthotricha*, *Nannotrigona testaceicornis*, *Tetragonisca angustula*, *Frieseomelitta varia* e *Partamona helleri*), das quais três: *Melipona quadrifasciata*, *Nannotrigona testaceicornis* e *Frieseomelitta varia* foram selecionadas, pois apresentaram maior atividade de forrageamento na casa de vegetação e são mantidas em colônias de fácil manejo. Foram colocadas, na casa de vegetação, três colônias de cada vez, uma de cada espécie selecionada: Foram feitos quatro repetições com colônias diferentes. Sendo que na última repetição só foram utilizadas *M. quadrifasciata* e *F. varia* pois só dispunhamos de três colônias de *N. testaceicornis*. Atividade forrageadora, coleta de néctar e pólen, variou entre colônias da mesma espécie e entre colônias de espécies diferentes. Nos primeiros dias, as abelhas voavam para o teto e laterais da casa de vegetação e muitas morriam. Quando iniciaram as visitas às flores esse comportamento diminuiu muito ou cessou. *Melipona quadrifasciata* apresentou amplo período de atividade diária (das 6:30 às 18:00 horas), com aumento no meio da manhã e pico às 9:00 horas. A atividade dessa espécie apresentou relação com os fatores meteorológicos (temperatura, umidade relativa e luminosidade). Visitaram flores de diferentes plantas para a coleta de néctar, principalmente amor-agarradinho (*Antigonon leptopus*) e manjerição (*Ocimum sellowii*). *Nannotrigona testaceicornis* e *Frieseomelitta varia* apresentaram menor período diário de atividade de forrageamento.

Foram mais ativas no meio dia e inicio da tarde (12:00 – 14:00 horas) e mostrou relação positiva com a temperatura e luminosidade e negativa com a umidade relativa do ar. *Nannotrigona tesataceicornis* visitou várias plantas para coleta de néctar e pólen, preferencialmente em flores de manjeriço (*Ocimum sellowii*) e amor-agarradinho (*Antigonon leptopus*). Por outro lado, *Frieseomelitta varia* visitou somente flores de coroa-de-cristo (*Euphorbia milii*) de onde retirou néctar, pólen e resina utilizada na construção do ninho. Durante o forrageamento essas abelhas visitaram flores do mesmo indivíduo e de indivíduos diferentes, tocando as partes reprodutivas dos mesmos, podendo realizar polinização.

## ABSTRACT

DUTRA, João Cloves Stanzani. D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, April, 2009.  
**Meliponin activity (Hymenoptera: Apidae) into protected environment.** Advisor:  
Lúcio Antônio de Oliveira Campos. Co-advisor: Milene Faria Vieira and Dejair Message.

In order to use tribe Meliponin bees into protected environment pollination programs, this work has aimed to evaluate different Meliponin species into greenhouse. The study was made at UFV, using a greenhouse, with an area of 115,2 m<sup>2</sup>, 3,5 m height in the sides and 5,2 m in the upper part. Initially six Meliponin species were studied (*Melipona quadrifasciata*, *Scaptotrigona xanthotricha*, *Nannotrigona testaceicornis*, *Tetragonisca angustula*, *Frieseomelitta varia* and *Partamona helleri*), from which three: *Melipona quadrifasciata*, *Nannotrigona testaceicornis* and *Frieseomelitta varia* were selected, once they presented major foraging activity in vegetation house and were kept in easy handling colonies. Three colonies of each selected species were housed, at a time, into the vegetation house: Four replications with different colonies were made. In the last replication only *M. quadrifasciata* and *F. varia* were used, once there were just three colonies of *N. testaceicornis* available. Foraging activity, collecting nectar and pollen, varied among colonies of same species and between different species colonies. In the first days, bees flew to the ceiling and sides of vegetation house and died. When they began visiting flowers this behavior reduced greatly or ceased. *Melipona quadrifasciata* has presented a wide daily activity period (from 6:30 to 18:00 h.), with an increase in the middle of the morning and peak at 9:00 h. This species activity presented relation with meteorological factors (moisture, relative humidity of air). They have visited different plants for collecting nectar, especially coral vine (*Antigonon leptopus*) and basil (*Ocimum sellovii*). *Nannotrigona testaceicornis* and *Frieseomelitta varia* which have presented shorter foraging activity daily period, were more active in midday and in the beginning of the afternoon (12:00 – 14:00 h.), have shown positive relation with temperature and lighting but negative with relative humidity of air. *Nannotrigona tesataceicornis* visited several plants for collecting nectar and pollen, preferably in basil

*Ocimum sellowii* flowers and coral vine (*Antigonon leptopus*). On the other hand, *Frieseomelitta varia* visited only Crown-of-thorns or Christ Plant (*Euphorbia milii*) flowers, from which has taken nectar, pollen and resin used for building the nest. During foraging period these bees visited flowers of same individuals and also of distinct individuals, touching their reproductive parts, enabling hence to make pollination.

## INTRODUÇÃO

O cultivo em ambiente protegido é parte da história recente da agricultura. Estima-se que 195 mil hectares sejam cultivados em ambientes protegidos no mundo, principalmente nos países da Ásia e da Costa do Mediterrâneo (Della Vecchia e Koch, 1999). As vantagens desse sistema são a proteção contra os efeitos danosos do excesso de chuva, granizo, geada, vento e ataque de insetos; assegurar colheitas fora de época; aumento da produtividade e da qualidade do produto (Brandão Filho e Callegari, 1999; Pereira *et al.*, 2000).

A utilização desse sistema intensificou-se na década de 70, inicialmente com as culturas de tomate, pepino e morango. A partir de 1990 houve um rápido crescimento na produção de hortaliças em ambientes protegidos. Atualmente as principais culturas nesse ambiente são de tomate, pepino, alface e pimentão (Della Vecchia e Koch, 1999; Grande *et al.*, 2003). Com relação às ornamentais, mais de 400 espécies são cultivadas nesse sistema, principalmente rosas, crisântemos, gérberas, gladiólos, violetas e azaléias (Bueno, 1999; Ibraflor, 2000 citado por Pallini *et al.*, 2004).

No Brasil, o cultivo protegido de hortaliças recebeu grande impulso no final dos anos 80 (Darezzo *et al.*, 2004). São Paulo é o estado com a maior concentração de produtos que utilizam a técnica, seguido do Paraná, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro, Distrito Federal, Santa Catarina, Minas Gerais e Espírito Santo (Della Vecchia e Koch, 1999). Entretanto, apesar da grande euforia no início de sua implantação há 25 anos, seu crescimento ficou abaixo do esperado (Zolnier, 2004). Vários são os motivos que justificam tal situação, como a falta de planejamento adequado na comercialização e na fitossanidade que a produção de olerícolas exige (Brandão Filho e Callegari, 1999), a demanda de investimento na construção da unidade de produção, capacitação técnica do produtor, assim como os aspectos relacionados à polinização de determinadas culturas, os quais não tem sido tratados pelos técnicos e a falta de pesquisas na área (Brandão Filho e

Callegari, 1999; Pereira *et al.*, 2000).

Segundo Free (1993), o uso da polinização por insetos, em casas de vegetação, surgiu da necessidade de se isolar plantas específicas para a produção de sementes não contaminadas, da tentativa em avaliar se certas espécies de plantas poderiam aumentar a sua produção de sementes e frutos pela visitação por insetos, e da necessidade de se cultivar certas plantas em um ambiente aquecido artificialmente. Para Willians *et al.*, (1991), além de aumentar o número de frutos em casa de vegetação, a polinização aumenta o número de sementes, melhora a qualidade, uniformiza o amadurecimento e diminui os índices de má formação dos frutos.

Entre as espécies de abelhas manejadas em larga escala para a polinização de culturas em casas de vegetação, destaca-se *Apis mellifera*, normalmente preferida para a polinização em áreas fechadas de grande porte, e as mamangavas do gênero *Bombus*, particularmente *Bombus terrestris*, utilizada na Europa para a polinização do tomateiro (Free, 1993) e do pimentão (Velthuis, 2002). No entanto, a utilização dessas espécies em ambiente protegido apresenta alguns problemas, visto que, de uma forma geral, existe a dificuldade de realização dos tratamentos culturais em virtude de ferroadas desses insetos, o que ocasiona transtornos para os produtores, que necessitam utilizar equipamentos de proteção (Freitas, 1998).

No Brasil são conhecidas mais de 300 espécies de meliponíneos, 6 espécies de mamangavas (*Bombus* spp) e mais de 1000 espécies de abelhas solitárias (Silveira *et al.*, 2002). Os meliponíneos são abelhas sociais pertencentes à tribo Meliponini (Michener, 2000), também conhecidas como abelhas indígenas sem ferrão, e apresentam sua maior diversidade e abundância nos trópicos úmidos, principalmente na América do Sul (Camargo, 1989).

A utilização de meliponíneos pode ser útil em ambientes protegidos pois são eficientes agentes polinizadores de várias culturas, não possuem ferrão funcional, a maioria das espécies é pouco agressiva, possui menor amplitude de vôo de forrageamento e menor

população de suas colônias (Kerr, 1986; Nieuwstad e Iraheta, 1996; Nogueira-Neto, 1997; Heard, 1999; Kevan, 1999; Slaa *et al.*, 2000, 2006). Por outro lado, muitas espécies de meliponíneos no Brasil encontram-se ameaçadas, podendo ser levadas à extinção devido à sua restrita distribuição geográfica, ao uso não sustentável das terras e ação de meleiros (Brown e Albrecht, 2001).

O desenvolvimento de técnicas de manejo racional de espécies de abelhas indígenas sem ferrão pode se tornar essencial para a sua preservação. Isso evitaria a retirada de ninhos dessas abelhas de ambientes naturais, seja para o consumo do mel que produzem, seja para a sua utilização como polinizadores. A criação de abelhas nativas para o uso na polinização em casa de vegetação pode abrir uma possibilidade econômica para pequenos criadores/agricultores que poderão comercializar os serviços de polinização.

Os primeiros testes de polinização em casa de vegetação, utilizando meliponíneos, foram realizados na década de 90, quando sete espécies foram importadas pelo Japão: *Trigona minangkabau*, *Trigona moorei*, *Trigona itama* do Sudeste Asiático; *Nannotrigona testaceicornis*, *Plebeia droryana*, *Tetragonisca angustula* do Brasil e *Trigona barrocoloradensis* da América Central (Amano *et al.*, 2000). Nos primeiros resultados, verificou-se que *Nannotrigona Testaceicornis* e *Trigona minangkabau* foram polinizadoras efetivas das flores do morangueiro, sob cultivo fechado (Maeta *et al.*, 1992 e Kakutani *et al.*, 1993).

No Brasil, resultados recentes mostram a eficiência de meliponíneos como agentes polinizadores de morango (Malagodi-Braga, 2002), pimentão (Cruz, 2003), tomate (Del Sarto *et al.*, 2005) e pimenta (Cruz, 2008). Contudo, os Meliponíneos ainda são muito pouco explorados na polinização de culturas em casa de vegetação, pois faltam pesquisas no sentido de se determinar quais espécies podem ser mantidas satisfatoriamente em casas de vegetação. Além disso, poucas espécies são criadas de forma controlada, o que gera escassez de colônias disponíveis e quais espécies vegetais podem ser polinizadas por quais abelhas e

que manejo produz os melhores resultados (Heard, 1999; Slaa *et al.*, 2006).

Com o propósito de contribuir para o estudo da utilização dos meliponíneos como agentes polinizadores de culturas, em ambientes protegidos, esse trabalho teve como objetivo avaliar a atividade de diferentes espécies de meliponíneos em casa de vegetação, fornecendo-lhes diferentes fontes de recursos florais, de plantas cultivadas, principalmente plantas ornamentais, e xarope de mel e água.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Apesar da polinização por abelhas ser reconhecida como de grande importância para a agricultura (McGregor, 1976; Sihag, 1995), das milhares de espécies de abelhas existentes em todo mundo, poucas dezenas têm sido manejadas para a polinização de culturas agrícolas (Crane e Walker, 1984; Sihag, 1995). Esse número é ainda menor quando se trata das abelhas indígenas sem ferrão (meliponíneos) tanto em campo como em ambientes protegidos (casa de vegetação).

Os primeiros estudos com meliponíneos em ambiente protegido foram realizados no Japão. Kakutani *et al.*, (1993) compararam a eficiência da polinização, em flores de morangueiro, entre *Apis mellifera* e *Trigona minangkabau* (abelha sem ferrão). Foi utilizada uma colônia de *Apis mellifera* (com 8000 a 10000 abelhas – 25% da média das colônias convencionais) e quatro de abelha sem ferrão (300 a 400 abelhas cada uma – 10% de uma colônia forte). Os resultados mostraram que uma visita de *Apis mellifera* polinizou 11% dos aquênios e uma de *Trigona minangkabau* 4,7%. Uma média de 11 visitas de *Apis mellifera* ou 30 de *Trigona minangkabau* são requeridas por flor para a obtenção de morangos normais (taxa de 87% de fertilização). Nesse estudo, a taxa de morangos deformados foi de 90% para a área controle (sem abelhas), 73% para área com *Trigona minangkabau* e 51% para *Apis mellifera*. Resultado semelhante foi encontrado por Maeta *et al.*, (1992) para *Nannotrigona testaceicornis*, também em cultura de morango.

Malagodi-Braga (2002) estudando a adaptação e manejo de várias espécies de meliponíneos, em casa de vegetação, para a polinização do morangueiro, verificou que o número de frutos deformados diminuiu com a introdução de ninhos de *Tetragonisca angustula* e *Trigona spinipes*. O autor constatou ainda, que as campeiras de *Tetragonisca angustula* revelaram possuir um grande potencial para utilização em casa de vegetação de pequeno porte, por terem se adaptado relativamente bem ao forrageamento sob confinamento e por manterem, de modo satisfatório, as condições internas de suas colônias. *Trigona*

*spinipes* foi eficiente na polinização do morangueiro por nove dias, diminuindo drasticamente a porcentagem de frutos deformados.

Antunes *et al.*, (2007) estudando a polinização de diferentes cultivares de morangueiro, por jataí (*Tetragonisca angustula*), em ambiente protegido, encontraram aumento na produção de frutos comerciáveis de 20,6% e 37,9% para utilização de duas e quatro colméias, respectivamente. O número médio e a massa fresca dos frutos por plantas foram superiores na presença do agente polinizador; porém o cultivar Dover foi o menos dependente da presença das abelhas. Em função da porcentagem de frutos comerciáveis, os autores recomendam quatro colônias de *Tetragonisca angustula* para cada 170 m<sup>2</sup> de área protegida para os cultivares Oso Grande, Tudla e Chandler.

Outra planta muito cultivada em ambiente protegido e que necessita da polinização entomófila ou por vibração artificial é o tomate. A maioria dos trabalhos de polinização nessa cultura foi feita com *Apis mellifera* ou com *Bombus terrestris* (McGregor, 1976; Free, 1993). Del Sarto *et al.*, (2005) utilizaram *Melipona quadrifasciata* como agente polinizador do tomateiro cultivado em ambiente protegido, pois com o seu comportamento de vibrar as flores para obtenção de pólen, ela realiza a polinização das mesmas, aumentando a qualidade dos frutos por diminuir as injúrias mecânicas causadas pela polinização manual tradicional. Dessa forma os frutos têm maior valor de mercado. Cauich *et al.*, (2004) utilizando *Nannotrigona perilampoides* encontraram maior produção de frutos, maior peso por metro quadrado de frutos e maior número de sementes por fruto nas plantas visitadas pelas abelhas e nas que receberam vibração mecânica em relação as que não foram polinizadas. No México, Macias *et al.*, (2001) verificaram que essas abelhas (*Nannotrigona perilampoides*) poderiam ser utilizadas como agentes polinizadores em casa de vegetação, sendo uma alternativa para substituir *Apis mellifera*.

Palma *et al.*, (2008a) mostraram que a porcentagem de frutos de tomate desenvolvidos a partir de flores visitadas por *Bombus impatiens* foi significativamente maior

que daquelas visitadas por *Nannotrigona perilampoides*, mas não houve diferença significativa entre a porcentagem de frutos produzidos por flores visitadas por *Nannotrigona perilampoides* e polinizadas por vibração mecânica. O peso e o número de sementes por fruto foi significativamente maior para aquelas flores polinizadas por *Bombus impatiens*, seguido das polinizadas por *Nannotrigona perilampoides* e por fim as por vibração mecânica.

Ribeiro (2004) trabalhando com a polinização entomófila de diferentes cultivares híbridos de pepino, no campo e em casa de vegetação, verificou que houveram visitas das abelhas *Apis mellifera* e *Nannotrigona testaceicornis* com predominância no período da manhã, com a atividade de *Nannotrigona testaceicornis* das 6:00 às 19:00 horas, sendo considerada a principal polinizadora. Santos *et al.*, (2008) compararam a produção de pepino em casa de vegetação e em ambiente aberto. Quatro casas de vegetação, sendo uma com *Scaptotrigona aff. depilis*, uma com *Nannotrigona testaceicornis*, duas sem abelhas e uma área aberta foram utilizadas. Sem polinizadores as plantas produziram menor número de frutos e os mesmos eram menores e menos pesados que aqueles onde os polinizadores estiveram presentes. Na área aberta as plantas produziram menos flores. A maior produção de pepinos, com maior quantidade de frutos perfeitos, foi encontrada nas casas de vegetação com abelhas. Número de frutos com abelhas foi de 409 com *Scaptotrigona aff. depilis*; 413 com *Nannotrigona testaceicornis*; 276 e 28 nas casas de vegetação sem abelhas e 321 em campo aberto.

Cruz (2003) estudando o comportamento de *Melipona subnitida* em plantação de pimentão em ambiente protegido constatou que essa abelha se adaptou bem às condições da casa de vegetação; que é um polinizador eficiente do pimentão, reduzindo significativamente a quantidade de frutos deformados, melhorando o seu valor comercial. Resultado semelhante foi encontrado por Silva *et al.*, (2005).

Cauich *et al.*, (2006) utilizando *Melipona subnitida* na polinização de pimenta (*Capsicum chinense*), em ambiente protegido, encontraram que o número de frutos, óvulos

fertilizados e quantidade de sementes foi maior em flores que receberam várias visitas, em comparação com as que receberam uma e as que não foram visitadas [Índice de Spear que determina a eficiência de um polinizador (PE<sub>i</sub>):  $PE_i = (P_i - Z)/(U - Z)$ ], onde P<sub>i</sub> = média de sementes por fruto de flores visitadas uma vez por abelhas da espécie i, Z = média de sementes por frutos de flores não visitadas, U = número médio de sementes por frutos que receberam visitas irrestritas de abelhas da espécies i. O alto índice de Spear (0,89 - próximo de 1) para *Nannotrigona perilampoides* indica que esta abelha é uma boa polinizadora de *Capsicum chinense*. Para os autores, o número de flores abertas e a intensidade luminosa tiveram influência positiva tanto no número de abelhas saindo, quanto naquelas visitando as flores.

No México, também em casa de vegetação, Palma *et al.*, (2008b) comparando a eficiência da polinização de pimenta (*Capsicum chinense*) entre *Nannotrigona perilampoides*, *Bombus impatiens* e vibração mecânica encontraram diferença significativa na porcentagem de frutos produzidos entre os tratamentos, com maior porcentagem para plantas visitadas por *Nannotrigona perilampoides*. Entretanto, o índice de Spear para eficiência da polinização mostrou que não existiu diferença significativa na eficiência de polinização entre as duas espécies de abelhas (*Nannotrigona perilampoides* e *Bombus impatiens*). O diâmetro polar e equatorial dos frutos, peso e número de sementes por fruto foram significativamente diferentes entre os produzidos por polinização por abelhas em comparação com os produzidos por vibração mecânica.

Na Costa Rica, Slaa *et al.*, (2000) estudando a polinização de *Salvia farinaceae* (uma planta ornamental) em ambiente protegido, para a produção de sementes, verificaram baixa produtividade nas plantas sem visitas das abelhas. Comparando três espécies de abelhas, encontraram maior eficiência para *Apis mellifera*, seguida de *Nannotrigona testaceicornis* e de *Tetragonisca angustula*. As sementes produzidas a partir de flores polinizadas por abelhas foram melhores que aquelas produzidas sem polinização de abelhas. Assim, as abelhas sem

ferrão podem ser uma boa alternativa para substituir *Apis mellifera*.

Barros 1994 (citado por Cruz, 2003) trabalhando com *Melipona scutellaris* transportadas do litoral baiano para o Estado de São Paulo, mostrou que elas conseguiram se adaptar perfeitamente na região de Jaboticabal (SP), sendo capazes de polinizar flores de laranjeira, no período do inverno, tendo potencial para serem utilizadas em casa de vegetação.

## OBJETIVO

O trabalho teve como objetivo avaliar a atividade das abelhas *Melipona quadrifasciata*, *Scaptotrigona xanthotricha*, *Nannotrigona testaceicornis*, *Tetragonisca angustula*, *Frieseomelitta varia* e *Partamona helleri* em casa de vegetação, utilizando como fontes de recursos (poléns e nectar) principalmente plantas ornamentais, xarope de mel e água.

## MATERIAL E MÉTODOS

### - Local de estudo:

Os experimentos foram realizados em casa de vegetação construída no Campus da Universidade Federal de Viçosa, no município de Viçosa, Zona da Mata Mineira (20°45'14" S e 42°52'53" W, 648,74 m de altitude) de março a agosto de 2007 e março a julho de 2008. O clima, segundo a classificação de Köppen, é subtropical moderado úmido (Cwa) ou mesotérmico úmido, com verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos, com déficit hídrico nos meses de maio a setembro e excedentes de dezembro a março (Nimer, 1989; Vianello e Alves, 1991). Temperatura média anual está em torno de 21°C, sendo 26°C a média das máximas e 14°C a das mínimas, sendo os meses de junho, julho e agosto os mais frios do ano; com umidade relativa em torno de 80% e precipitação anual entre 1.300 e 1.400 mm.

Foi utilizada uma casa de vegetação com área de 115,2 m<sup>2</sup>, disposta no sentido noroeste-sudeste, com altura de 3,5 m nas laterais e 5,2 m no topo.



Figura 1 – Vista geral da casa de vegetação na UFV.

Com cobertura de filme de polietileno de baixa densidade, com 0,15 mm de espessura (filme agrícola para cobertura difusor de luz), totalmente fechada nas laterais, com tela de plástico 50% anti-afídeos e tela para sombreamento (cobertura retrátil de tela aluminizada para diminuir a temperatura e luminosidade) (Fig 1).

**- Espécies de abelhas estudadas:**

As colônias de abelhas foram fornecidas pelo Apiário Central da UFV. Foram selecionados colônias fortes. Para observação da atividade de meliponíneos, no interior da casa de vegetação, foram utilizadas seis espécies:

- *Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836; *Scaptotrigona xanthotricha* (Moure, 1950); *Nannotrigona testaceicornis* (Lepeletier, 1836); *Partamona helleri* (Friese, 1900); *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811; *Frieseomelitta varia* (Lepeletier, 1836).

***Melipona quadrifasciata*:** Apresenta um ninho com uma entrada típica que tem ao seu redor raias convergentes de barro. São abelhas de tamanho moderado, robustas, com hábito de nidificação preferencialmente em ocos de árvores (Nogueira-Neto, 1970). Os ninhos são moderadamente populosos, podendo ultrapassar 800 indivíduos (Michener, 1974). São encontradas nos Estados de Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Góias, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Sergipe (Camargo e Pedro, 2007).

***Scaptotrigona xanthotricha*:** Essa espécie habita os estados da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Santa Catarina e São Paulo (Camargo e Pedro, 2007). Nidificam geralmente em ocos de árvores. A entrada é um funil de cerume, com a forma de uma trombeta. Não é fechado à noite. Nas horas de movimento há várias sentinelas guardando a entrada do ninho. As colônias são muito populosas e são abelhas agressivas, do tipo “torce cabelos” (Nogueira-Neto, 1970).

***Nannotrigona testaceicornis*:** Essa espécie vive em todos os estados da região Sul e Sudeste, em Góias, Mato Grosso do Sul, Bahia, além de Argentina e Paraguai (Camargo e Pedro,

2007). É bastante comum e se estabelece onde quer que encontre ocos de árvores, mourões de cerca, paredões de pedras, etc. É comum também nas cidades. A entrada do ninho é um tubo feito de cerume pardo ou escuro. Apresentam colônias medialmente populosas (Nogueira-Neto, 1970).

***Partamona helleri***: As espécies do gênero *Partamona* apresentam interessantes hábitos de nidificação e arquitetura do ninho. A grande maioria das espécies que nidificam acima do solo constrói seus ninhos em cupinzeiros vivos ou abandonados; outras constroem os ninhos com terra em árvores, barrancos e ninhos abandonados de aves (Camargo, 1980). O ninho de *Partamona helleri* compreende basicamente uma entrada externa feita principalmente de barro, em formato de concha acústica, o que permite um pouso muito rápido e a saída de várias abelhas ao mesmo tempo. É bastante comum em algumas regiões (Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Santa Catarina e São Paulo) e apresentam colônias numerosas (Camargo, 1980; Camargo e Pedro, 2007).

***Tetragonisca angustula***: É uma das espécies de meliponíneos encontradas em maior número de países. Ocorre em muitos países da América do Sul e Central até no México. No Brasil são encontradas em todos os estados das regiões Sul e Sudeste, no Amapá, Amazonas, Maranhão, Pará, Roraima, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Bahia, Ceará, Pernambuco e Paraíba (Camargo e Pedro, 2007). É uma das espécies mais comuns e mais adaptáveis a diferentes condições de nidificação. Vive nas grandes e pequenas cidades, nas florestas e capoeiras, nos cerrados, nos moirões de porteiras, nos ocos dos paredões de pedras, etc. A entrada do ninho é um tubo de cerume mole e amarelado, cujas paredes são finas e com pequenos furos. Tubo é curto e a boca possui bordas estreitas de cera branca. Colônias frequentemente populosas (Nogueira-Neto, 1970).

***Frieseomelitta varia***: É encontrada na Bahia, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, São Paulo e Tocantins (Camargo e Pedro, 2007). Apresenta ninho com entrada pequena de própolis, praticamente não saliente, por onde só pode passar uma abelha de cada vez. O exterior da

colônia racional também é parcialmente coberta por própolis. As colônias são de populações médias a grandes e podem ser construídas em vários lugares (Nogueira-Neto, 1970).

- **Recursos florais fornecidos às abelhas:** Pela facilidade de manejo, disponibilidade de mudas e tempo de floração, foram utilizadas duzentas plantas ornamentais pertencentes a treze espécies, fornecidas pela divisão de parques e jardins da UFV (Tabela 1).

Tabela 1 – Espécies de plantas e recursos florais fornecidos às seis espécies de meliponíneos estudadas no interior da casa de vegetação.

Espécies de Plantas				Recurso oferecido		
Nome científico	Nome vulgar	Família	Nº de Mudanças	Pólen	Néctar	Resina
<i>Antigonon leptopus</i> Hook.& Arn.	Amor-agarradinho	Polygonaceae	15	X	X	-
<i>Beloperone guttata</i> Brandeg	Camarão	Acanthaceae	10	X	X	-
<i>Calliandra tweedii</i> Benth.	Esponjinha	Leguminosae	25	X	X	-
<i>Calendula officinalis</i> L.	Calêndula	Compositae	20	X	X	-
<i>Chrysanthemum maximum</i> Hort.	Margarida	Compositae	20	X	X	-
<i>Dahlia pinnata</i> Cav.	Dália	Asteraceae	20	X	X	-
<i>Eugenia pitanga</i> (Berg) Kaiersk.	Pitanga	Myrtaceae	2	X	-	-
<i>Euphorbia milii</i> Des Moul.	Coroa-de-cristo	Euphorbiaceae	20	X	X	x
<i>Galphimia brasiliensis</i> A. Juss.	Triális	Malpighiaceae	3	X		-
<i>Lantana camara</i> L.	Camará	Verbenaceae	10		X	-
<i>Mesembryantum spectabilis</i> Haw.	Onze-horas	Aizoaceae	10	X	X	-
<i>Ocimum sellowii</i> Benth.	Manjeriço	Labiatae	25	X	X	-
<i>Pentas lanceolata</i> Schum.	Penta	Rubiaceae	20	X	X	-
Total	-	-	200	-	-	-

As plantas estavam dispostas em quatro fileiras. Os vasos da mesma espécie de planta foram colocados juntos, formando pequenos agrupamentos ao longo da casa de vegetação (figura 2). As mudas foram plantadas em vasos plásticos nº 5 (capacidade 8 litros), com uma mistura de terra, esterco de boi e adubo (NPK 4/14/8), numa proporção de 10:10:1.



Figura 2 – Vista geral das plantas no interior da casa de vegetação

#### **- Atividade das abelhas:**

Para o estudo da atividade das seis espécies de meliponíneos, em 2007 cada uma delas foi colocada na noite do dia anterior ao início das observações e permaneceu por cerca de vinte e cinco dias no interior da casa de vegetação. As primeiras duas colônias

utilizadas foram de *Melipona quadrifasciata* e de *Scaptotrigona xanthotricha*. Depois foram substituídas por outras duas colônias, uma de *Nannotrigona testaceicornis* e uma de *Tetragonisca angustula*. As duas foram retiradas e, em seguida introduzida uma colônia de *Partamona helleri*, que também permaneceu por cerca de vinte e cinco dias no interior da casa de vegetação e foi substituída por uma colônia de *Frieseomelitta varia*. Essa etapa foi de março a agosto de 2007.

A atividade de cada espécie foi acompanhada das 7:00 às 17:00 horas, sendo que a contagem das abelhas que saíam e retornavam foi feita por dez minutos, para cada colônia, em cada hora, totalizando 1100 minutos para cada espécie testada. Durante e após a contagem foi observado a atividade das abelhas, ou seja, abelhas saindo com lixo; com abelhas mortas; coletando néctar; coletando pólen; abelhas chocando-se na tela lateral; no teto da casa de vegetação (tabela 2), além de avaliar o seu comportamento de visita nas flores. Esse acompanhamento foi feito todos os dias, até as abelhas iniciarem as visitas às flores; após isso, as observações foram feitas dia sim/dia não.

Para verificar o início de atividade (entrada e saída das abelhas das colônias), o primeiro dia de observação teve início às 6:00 horas da manhã, porém a contagem das abelhas foi a partir das 7:00 horas.

No ano de 2008 foram utilizadas colônias das três espécies com maior atividade no interior da casa de vegetação e de manejo mais fácil. Foram colocadas, na casa de vegetação, três colônias de cada vez, sendo uma de cada espécie, ou seja, uma de *Melipona quadrifasciata* (A1), junto com uma de *Nannotrigona testaceicornis* (B1) e uma de *Frieseomelitta varia* (C1). A disposição dessas colônias, no interior da casa de vegetação, seguiu o esquema de combinação: primeiro as colônias A1, B1 e C1 (no mês de março); que foram substituídas vinte e cinco dias depois pelas colônias A2, B2 e C2 (no mês de abril) e depois pelas colônias A3, B3 e C3 (no mês de maio) e, finalmente, pelas colônias A4 e C4 (no mês de julho) (não despunhamos de outra colônia de *Nannotrigona testaceicornis* disponível).

Essa etapa durou de março a julho de 2008.

A atividade das espécies foi acompanhada das 7:00 às 18:00 horas, sendo que a contagem das abelhas que saíam e retornavam foi feita por oito minutos, para cada colônia, em cada hora, durante dez dias, totalizando 960 minutos para cada colônia. Durante e após a contagem, os itens observados foram os mesmos utilizados para as seis espécies estudadas anteriormente (tabela 2). Nos dias de observação foram anotadas, em cada hora, as medidas dos fatores abióticos temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade.

Durante a realização dos experimentos foi oferecido para as abelhas alimentação suplementar, ou seja, potes plásticos com xarope de mel (70% de mel + 30% de água) e água. Os potes foram colocados em diferentes pontos no interior da casa de vegetação.

#### **- Análise estatística:**

Para avaliar se a variação na atividade das três espécies de meliponíneos selecionadas durante o dia é afetada pelo mês do ano em que o experimento foi montado utilizou-se uma análise de variância two-way (ANOVA two-way). No modelo foi considerado o horário e mês como fatores, enquanto a atividade das abelhas representou a variável resposta.

Foram utilizados alguns parâmetros para verificar quais fatores ambientais foram responsáveis pela variação na atividade das três espécies de meliponíneos selecionadas. Primeiramente foi feita uma correlação de Pearson para avaliar se as variáveis temperatura, luminosidade e umidade relativa do ar estavam correlacionadas. Como houve correlação significativa entre as três variáveis optou-se em escolher a temperatura para representar as três variáveis na regressão linear simples. Posteriormente, foi feita a Regressão linear simples entre atividade das abelhas e temperatura para cada uma das espécies (modelo: atividade = temperatura + erro).

Tabela 2 – Modelo de planilha utilizada para representar o período de contagem, itens observados durante as atividades das abelhas estudadas e medida dos fatores abióticos, no interior da casa de vegetação.

Horário	Nº de abelha saindo da caixa	Nº de abelhas saindo c/ lixo e abel. Morta		Nº de abelhas coletando pólen	Nº de abelhas coletando néctar	Nº de abelhas chocando-se na tela lat.	Nº de abelhas chocando-se no teto	Nº de abelhas retornando p/ caixa	Temperatura	Umidade	Luminosidade	Nº de abelha morta
7:00 - 7:08												
7:09 - 7:16												
7:17 - 7:24												
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
17:17-17:24												
18:00-18:08												
18:09-18:16												
18:17 -18:24												

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### ATIVIDADE DAS SEIS ESPÉCIES DE MELIPONÍNEOS ESTUDADAS NO INTERIOR DA CASA DE VEGETAÇÃO:

*Melipona quadrifasciata*: Durante as observações foi verificado um amplo período de atividade para essa espécie. A entrada e saída de abelhas da colônia começaram cedo (entre 6:00 e 7:00 horas). A atividade permaneceu constante durante o dia, com um aumento entre 16:00 e 17:00 horas. Teve um pequeno decréscimo no meio do dia entre 12:00 e 13:00 horas (figura 3).

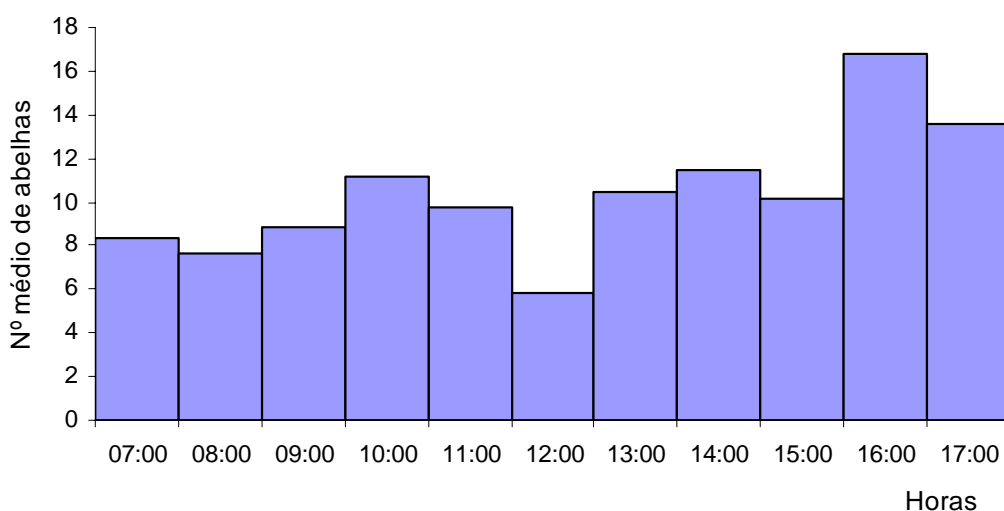


Figura 3 – Número médio de abelhas *Melipona quadrifasciata* que entraram e saíram da colônia, durante os 10 minutos em cada hora de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2007.

*Scaptotrigona xanthotricha*: A saída das abelhas da colônia teve início às 7:00 horas, com pouca atividade na parte da manhã. Atingiu um maior número entre 12:00 e 15:00 horas, com pico às 14:00 horas; depois disso, foi diminuindo até zerar, no final da tarde e início da noite entre 17:00 e 18:00 horas (figura 4). Em campo aberto, Teixeira e Campos (2005) consideraram *Scaptotrigona xanthotricha* uma espécie de tamanho moderado e mostraram que abelhas dessa espécie iniciaram as atividades entre 08:07 e 10:20 horas. Os resultados obtidos mostraram que a atividade dentro da casa de vegetação não mudou em

relação ao campo aberto para *Scaptotrigona xanthotricha*.

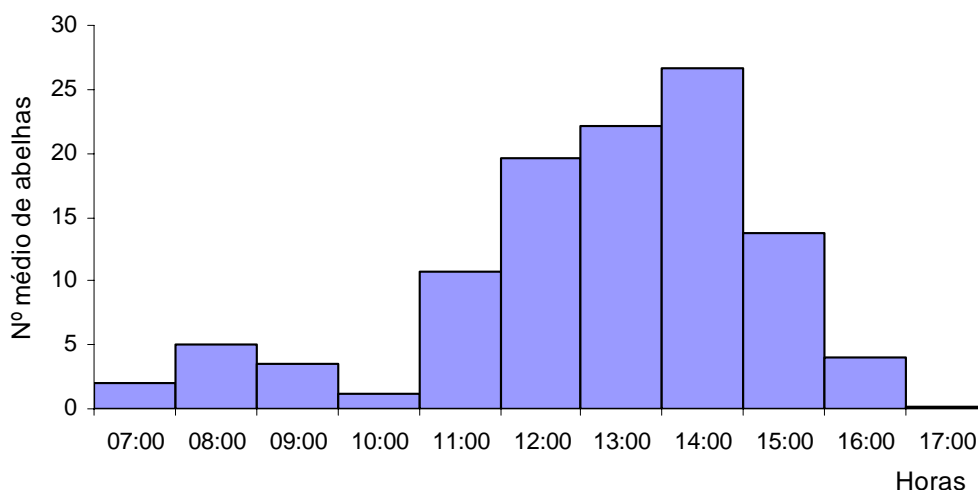


Figura 4 – Número médio de abelhas *Scaptotrigona xanthotricha* que entraram e saíram da colônia, durante os 10 minutos em cada hora de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2007.

***Nannotrigona testaceicornis* e *Tetragonisca angustula*:** Foram pouco ativas no início da manhã começando a atividade às 8:00 horas. A atividade aumentou no final da manhã e meio da tarde, entre 11:00 e 14:00 horas e pico às 12:00 horas. Não foram coletadas entre 7:00 e 8:00 horas (figuras 5 e 6). No campo, Iwama (1977) encontrou maior atividade de *Tetragonisca angustula* entre 11:00 e 13:00 horas. Favero e Nogueira-Couto (2000) encontraram atividade de *Tetragonisca* sp, nas flores de soja, entre 7:00 e 15:00 horas, com período de maior visitação das 11:00 às 13:00 horas.

Esses resultados mostraram que não ocorreu variação entre a atividade dessa abelha no interior da casa de vegetação em comparação com a atividade em campo aberto. Isso mostra que *Tetragonisca angustula* pode ser usada com sucesso na polinização de plantas em casa de vegetação.

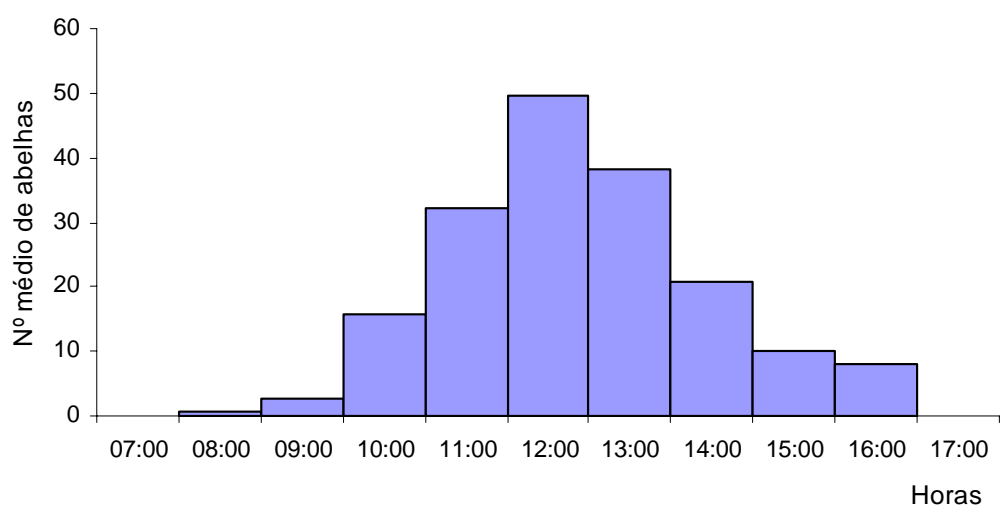


Figura 5 – Número médio de abelhas *Nannotrigona testaceicornis* que entraram e saíram da colônia, durante os 10 minutos em cada hora de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2007.

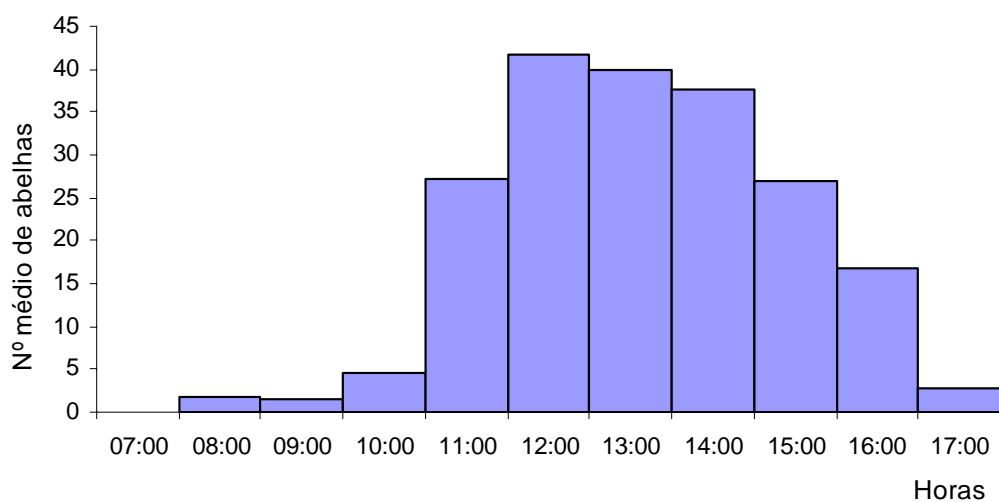


Figura 6 – Número médio de abelhas *Tetragonisca angustula* que entraram e saíram da colônia, durante os 10 minutos em cada hora de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2007.

*Frieseomelitta varia*: Apresentou comportamento semelhante ao de *Nannotrigona testaceicornis* e *Tetragonisca angustula*, ou seja, atividade baixa na manhã e elevada na parte da tarde, entre 13:00 e 16:00 horas, com pico às 13:00 horas (figura 7).

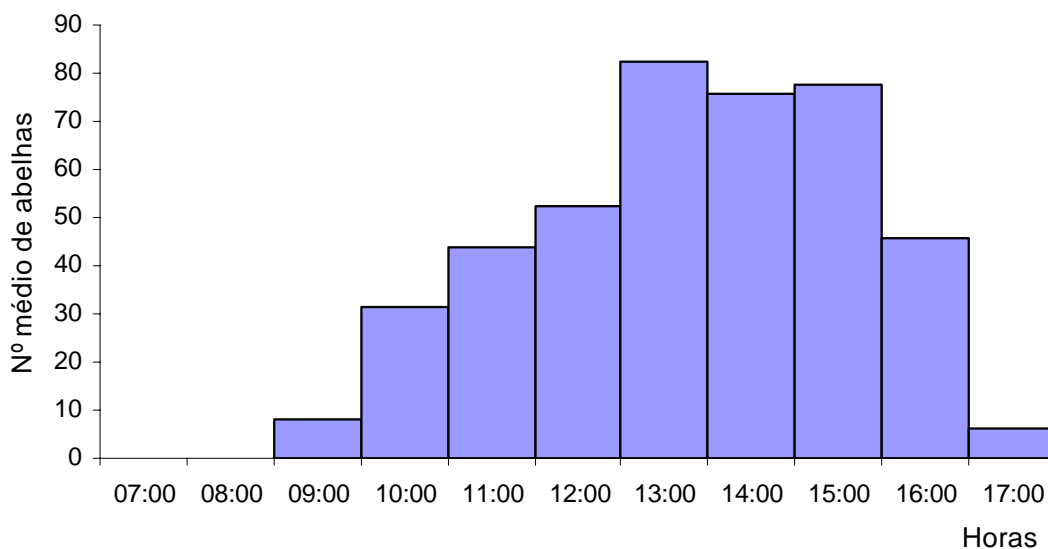


Figura 7 – Número médio de abelhas *Frieseomelitta varia* que entraram e saíram da colônia, durante os 10 minutos em cada hora de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2007.

*Partamona helleri*: Foi a espécie com maior número de abelhas entrando e saindo da colônia, num total de 3450 abelhas contadas durante os dez dias de observação (10 minutos por hora das 7:00 às 17:00 horas). A atividade foi grande durante todo o dia, desde o início da manhã (por volta de 6:30 horas) até o anoitecer (17:00 horas), sendo a maior frequência entre 8:00 e 10:00 horas, com pico às 8:00 horas (figura 8). Em ambiente aberto, Teixeira e Campos (2005) encontraram início de atividade para essa espécie entre 7:07 e 10:14 horas. Azevedo (1997) registrou, nos meses mais quentes do ano, um grande fluxo de abelhas entre 4:30 e 8:30 horas da manhã, com pico entre 4:30 e 6:00 horas. Nos demais horários a atividade manteve-se relativamente baixa, até por volta das 16:30 horas, quando se observou um leve aumento no número de abelhas saindo e entrando no ninho. Nos meses mais frios (maio, junho e julho) a atividade teve início mais tarde (5:40 e 9:00 horas), com pico

8:30 e 9:30 horas. Não houve acentuada diminuição nas atividades durante o dia e a atividade teve início quando a temperatura externa atingiu 14°C (Azevedo, 1997).

O início de atividade mais tarde na casa de vegetação está relacionado provavelmente ao fato de que nessa condição incidência de luz solar é menor, principalmente no início da manhã e final da tarde diminuindo o período de atividade de abelhas que forrageiam muito cedo, como é o caso de *Partamona helleri*, ou seja, a atividade tem início mais tarde e termina mais cedo, quando comparado com o ambiente aberto.

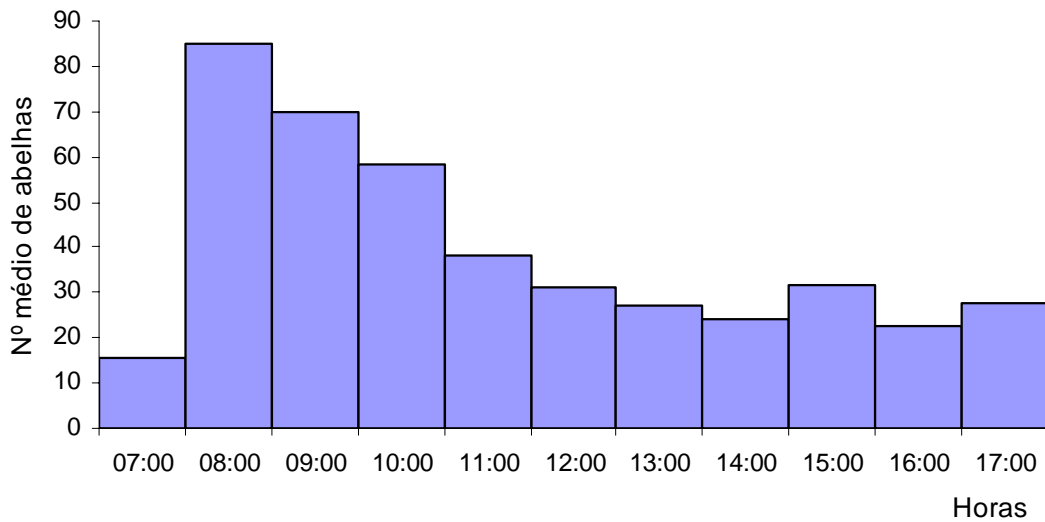


Figura 8 – Número médio de abelhas *Partamona helleri* que entraram e saíram da colônia, durante os 10 minutos em cada hora de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2007.

## **COMPORTAMENTO FORRAGEADOR DE TRÊS ESPÉCIES DE MELIPONÍNEOS EM CASA DE VEGETAÇÃO:**

Durante as observações foi constatado que *Scaptotrigona xanthotricha* não apresentou atividade forrageadora (visitas às flores) dentro da casa de vegetação. As demais espécies visitaram as plantas para coleta de pólen, néctar e resina. Porém, como *Partamona helleri* não pode ser mantida em caixa racional e o ninho tem que ser retirado do campo, o que pode causar destruição de muitos deles, e *Tetragonisca angustula* foi utilizada em outros trabalhos (Malagodi-Braga, 2002; Antunes *et al.*, 2007). As espécies selecionadas para estudo do comportamento foram: *Melipona quadrifasciata*, *Nannotrigona testaceicornis* e *Frieseomelitta varia*.

### **- Comportamento das espécies não selecionadas:**

*Scaptotrigona xanthotricha*: Embora tenha apresentado grande atividade de entrada e saída do ninho, durante todos os dias de observação apenas um indivíduo de *Scaptotrigona xanthotricha* foi visto visitando flores de amor-agarradinho para coleta de néctar, entre 12:00 e 13:00 horas (Tabelas 3 e 4). Resultado semelhante foi encontrado para *Scaptotrigona bipunctata* que permaneceu na casa de vegetação de morango por 3 meses e somente 1 indivíduo foi visto na flor, sendo que a grande maioria voava para o teto e lateral da casa de vegetação e acabavam morrendo (Malagodi-Braga, 2002).

As abelhas saíam da colônia de frente e a cerca de 20 cm se viravam para a entrada, quase parando no ar, faziam vôos desordenados, meio que em zig-zag e iam em direção ao teto ou lateral da casa de vegetação. Às vezes, voavam para a parte da frente ou para os fundos, local onde o sol estava incidindo, como se quisessem fugir do interior da casa de vegetação. A grande maioria das abelhas que voava para o teto não retornava para a colônia, e muitas morriam. Segundo Free (1993) as abelhas talvez apresentem esse comportamento devido a temperatura elevada e a desorientação provocada pelo ambiente fechado. Nos horários de maior atividade, a entrada do ninho apresentava uma grande

quantidade de abelhas. No final da tarde (17:00 horas) estava vazio.

Essas abelhas, mesmo não forrageando, elas realizavam atividade de cuidados com a colônia, saindo com lixo e abelhas mortas. Elas parecem ser mais sensíveis às mudanças climáticas, pois mesmo em ambiente protegido, quando o tempo estava muito nublado ou com chuva não apareciam na entrada do ninho e depois das 16:00 horas a atividade diminuía muito. Não visitaram a alimentação suplementar (xarope de mel) nem os potes de água.

***Tetragonisca angustula***: Essas abelhas iniciaram as atividades (entrada e saída de abelhas da colônia) poucas horas após o primeiro dia de observações, e mais tarde, cinco horas depois, visitavam flores de coroa-de-cristo.

A movimentação foi grande no primeiro dia de observação, onde 8:00 horas algumas abelhas já saíam em vôo lento, na frente da colônia e após alguns centímetros voavam para cima ou mais para o interior da casa de vegetação fazendo o que parecia um vôo de reconhecimento. A grande maioria não retornava para a colônia. Nos primeiros dias após o estabelecimento da colônia na casa de vegetação, a atividade concentrou-se na reconstituição de parte da entrada do ninho (danificada durante o transporte da mesma até o local de estudo) e na vistoria ao redor dos quadros da colônia. Nos outros dias a atividade teve início mais tarde, no meio da manhã (9:00 e 10:00 horas).

O registro das primeiras visitas às flores ocorreu às 11:00 horas para coleta de néctar. Durante todo o período de observação essas abelhas só visitaram flores de coroa-de-cristo (Tabela 3), sendo que as coletas estavam concentradas no meio da manhã e início da tarde, das 10:00 às 16:00 horas (Tabela 4). A coleta foi principalmente de néctar; coleta de pólen foi vista apenas no último dia de observação, também nas flores de coroa-de-cristo. Não visitaram a fonte suplementar de alimento (xarope de mel) nem os potes de água.

***Partamona helleri***: A colônia utilizada foi considerada forte, com grande quantidade de abelhas. Foi a espécie que apresentou maior atividade no interior da casa de

vegetação. No primeiro dia de observação as atividades iniciaram cedo, pois às 8:00 horas já tinha movimentação de abelhas ao redor da colônia, no teto e laterais da casa de vegetação. No segundo dia realizavam vôos sobre as flores, fazendo o que parecia um reconhecimento do local, mas não visitaram nenhuma planta. No terceiro dia esses vôos continuaram, sendo que algumas abelhas pousavam nas folhas e flores das plantas, e logo em seguida visitaram capítulos de calêndula.

Posteriormente, *Partamona helleri* visitou um grande número de plantas, principalmente calêndula, coroa-de-cristo e penta (Tabela 3). As visitas foram quase que exclusivamente para a coleta de néctar, com atividade durante todo o dia, preferencialmente na parte da manhã, entre 7:00 e 11:00 horas (Tabela 4).

*Partamona helleri* em determinados momentos (início da manhã e final da tarde) apresentou um comportamento diferenciado, onde uma grande quantidade de abelhas entrava e saía da colônia, sendo que algumas ficavam ao redor da entrada enquanto outras faziam vôos rápidos e curtos de reconhecimento [comportamento semelhante foi observado por Azevedo (1997) em campo aberto] ou chocavam-se com o teto da casa de vegetação. Durante esse período faziam a limpeza da colônia, eliminando lixo, abelhas mortas e expulsando operárias jovens com má formação, especialmente aquelas com asas dobradas. Depois de cerca de 10 a 15 minutos a atividade se restabelecia ou cessava (quando acontecia no final da tarde).

Embora a colônia usada seja natural, e não colônia racional, essa abelha mostrou grande potencial para ser usada como agente polinizador de plantas cultivadas em casa de vegetação.

**- Comportamento das espécies selecionadas:**

*Melipona quadrifasciata*: Logo nas primeiras horas da manhã (6:20 horas), do primeiro dia de observação, já tinham abelhas chocando-se no teto e outras pousadas nas folhas das plantas. As primeiras visitas às flores foram registradas por volta das 6:10 horas do dia seguinte, com um tempo de 24 horas para início do forrageamento. Durante todos os dias

de observação *Melipona quadrifasciata* só coletou néctar, não foram vistas abelhas com pólen nas corbículas. Além do amor-agarradinho elas coletaram, com menor frequência, nas flores de camará (Tabela 3). A atividade de coleta foi mais acentuada no fim da manhã e início da tarde (Tabela 4). Essas abelhas apresentaram vôo rápido e visitavam um grande número de flores no mesmo vôo. Após o primeiro dia, o número de abelhas chocando-se no teto e lateral da casa de vegetação diminuiu muito. No meio do dia aumentava o número de abelhas saindo com lixo e abelhas mortas. Algumas saíam direto da colônia em direção ao meio da casa de vegetação, já outras viravam na entrada e saíam de frente para a colônia e depois voavam para cima e para as flores.

Como se trata de uma espécie com amplo período diário de forrageamento e fácil manejo das colônias, no ano de 2008 foram utilizadas quatro colônias para observação da atividade de *Melipona quadrifasciata* no interior da casa de vegetação. No primeiro dia de observação, por volta das 6:30 horas essas abelhas começaram a sair e entrar na colônia, algumas visitavam flores de amor-agarradinho, outras faziam o que parecia um vôo de reconhecimento sobre as flores, e muitas chocavam-se com o teto e laterais da casa de vegetação como se quisessem escapar do ambiente fechado. Essa situação foi verificada, com maior ou menor intensidade, para todas as colônias usadas nos experimentos.

A quantidade de abelhas saindo da colônia, voando desordenadamente e chocando-se com o teto era maior quando as condições ambientais estavam favoráveis, ou seja, na presença de temperatura e luminosidade elevadas. Nesse caso, essas abelhas chocavam-se com a tela da parte da frente da casa de vegetação voltada para o nascer do sol e algumas morriam. Se o dia estivesse nublado, com pouca luminosidade, sujeito a chuva essa situação era menos intensa ou até mesmo ausente. Tal situação ocorreu mais vezes, no segundo e terceiro dias, porém, as abelhas retornavam para o ninho. Algumas saíam direto da colônia em direção ao meio da casa de vegetação, outras viravam na entrada e saíam de frente para a colônia e depois voavam para cima e para as flores. Diversos fatores podem reduzir a

perda de abelhas que se chocam com o teto e as laterais da casa de vegetação, ou seja, a liberação das abelhas após o anoitecer ou em dias nublados (Cuypers, 1968), ou o uso de mecanismos que permitam às abelhas acesso ao interior da casa de vegetação e a área aberta ao mesmo tempo (Shemetkov, 1960 *apud* Free, 1993) e a redução do espaço entre o dossel da cultura e o teto da casa de vegetação (Ellis *et al.*, 1981). Esse último fator vai depender da altura da casa de vegetação e do hábito da espécie cultivada.

Em relação ao tempo para início de forrageamento as abelhas da colônia A1 demoraram cerca de 30 minutos, as da colônia A3 demoraram 24 horas e as abelhas das colônias A2 e A4 2 horas cada uma (tabela 5). O tempo maior para início de atividade da colônia A3 pode estar relacionado ao fato de ser uma colônia com menor número de abelhas e por ter sido coletada pouco tempo antes de ser usado no experimento. Cruz (2003) observou que *Melipona subnitida* iniciou a coleta de pólen e néctar apenas no sétimo dia após serem introduzidas na casa de vegetação.

Assim como a atividade de entrada e saída da colônia, a coleta de néctar foi maior no meio da manhã, entre 9:00 e 10:00 horas, diminuiu no meio do dia (12:00 às 14:00 horas) e teve um ligeiro aumento no final da tarde, entre 16:00 e 17:00 horas (tabelas 6 e 7). Del Sarto *et al.*, (2005) estudando polinização de tomate em casa de vegetação, por *Melipona quadrifasciata* encontrou início de atividade para a coleta de pólen às 8:00 horas, com pico das 9:00 às 11:00 horas. Em ambiente aberto, Pierrot & Schlindwein (2003) observaram que mais de 90% dos vôos de *Melipona scutellaris*, para coleta de pólen foram realizados entre 5:00 e 9:00 horas da manhã, com uma gradual redução durante o dia. Em contraste, houve uma maior uniformidade para a coleta de néctar.

Durante os dias de observação não foi visto *Melipona quadrifasciata* coletando pólen, ou seja, abelha com bolotas nas corbículas das pernas posteriores; entretanto, em função do seu tamanho ela tocava as partes reprodutivas das flores visitadas.

*Melipona quadrifasciata* visitou principalmente flores de amor-agarradinho,

manjeriço e capítulos de dália, respectivamente (tabelas 8 e 9). Diferente de *Nannotrigona testaceicornis* a primeira campeira a achar uma fonte de alimento retornava para o ninho e em seguida outras a visitavam sem ter vôos desordenados de grande número de abelhas no teto e laterais da casa de vegetação. A comunicação entre essas operárias se faz por “pequenas trilhas de cheiro”, aonde as campeiras chegam na colônia e distribuem alimento às outras operárias, fazendo um som característico que indica a distância da fonte. Na fonte de alimento a operária, após encher em parte o papo, marca a flor com uma secreção, ajudando as novatas a identificarem a fonte (Kerr, 1994; Barth *et al.*, 2008).

No amor-agarradinho entravam nas flores, e com a cabeça voltada para base da corola, retirava o néctar. Nesse momento, pelo tamanho do seu corpo, tocavam as partes reprodutivas com a porção ventral do tórax. Visitavam flores do mesmo cacho, de cachos diferentes da mesma planta e flores de cachos de plantas diferentes. No manjeriço pousavam sobre as pétalas inferiores da corola, onde apoiavam o abdome e coletavam o néctar, sendo que muitas flores caíam com o seu peso.

Em penta, elas pousavam sobre os lobos livres das pétalas e introduziam a língua no tubo floral para retirada do néctar. Caminhando, passavam de uma flor para outra da mesma inflorescência. Muitas flores caíam ao serem visitadas. No início da manhã esse tubo, funcionando como um capilar cheio de néctar permitia a coleta tanto dessas abelhas quanto de *Nannotrigona testaceicornis*, mesmo sendo uma flor com fortes características de ornitofilia e psicofilia. Em capítulos de dália, essas abelhas pousavam e retiravam o néctar; porém, com o movimento sobre as partes reprodutivas das pequenas flores ficavam com o corpo coberto de pólen (figura 9).

Durante o período de permanência na casa de vegetação não visitaram os recipientes com alimento suplementar (xarope de mel) e nem os de água.

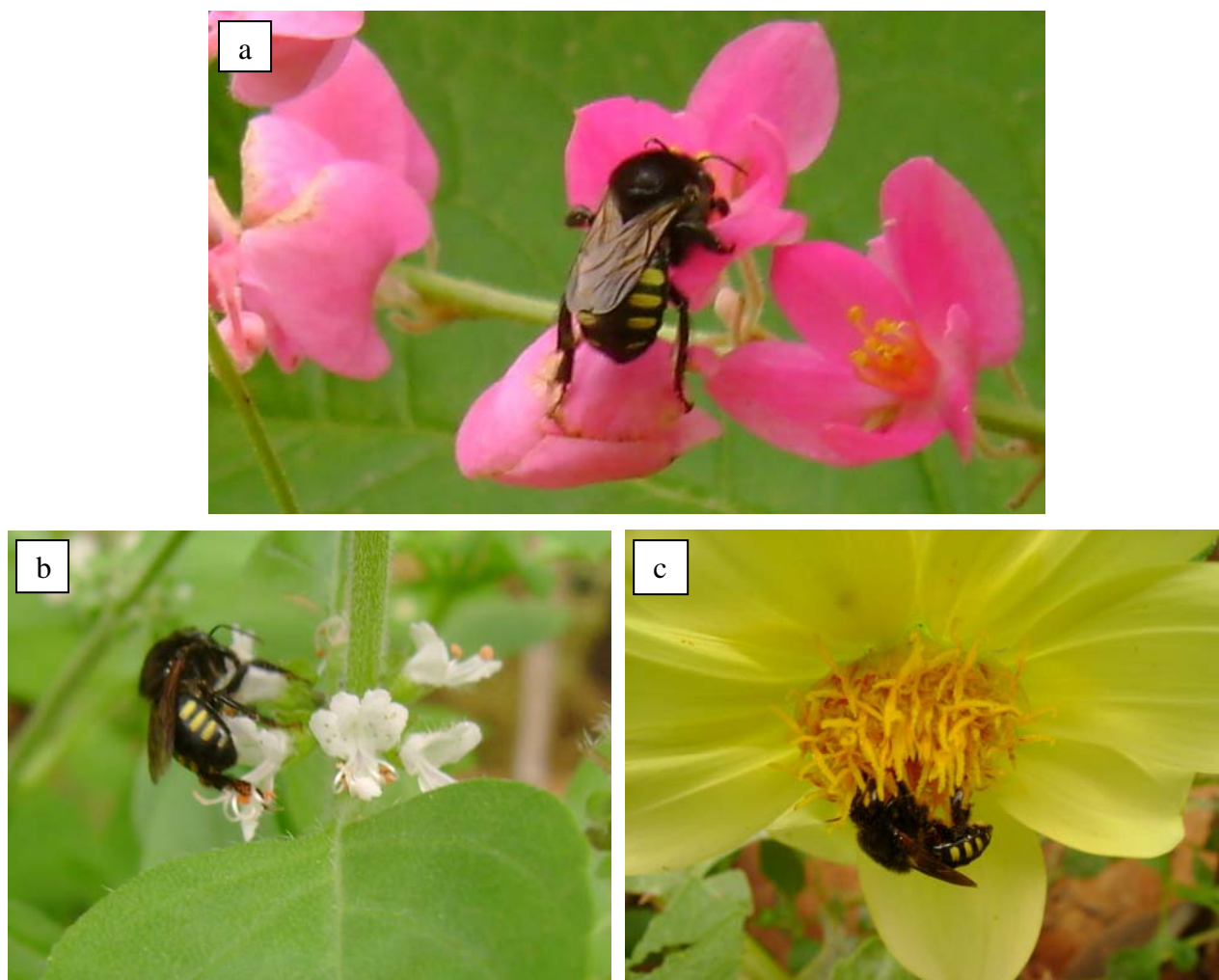


Figura 9 – *Melipona quadrifasciata* visitando a) Amor-agarradinho (*Antigonon leptopus*), b) Manjerição (*Ocimum sellowii*) e c) Dália (*Dahlia pinnata*) no interior da casa de vegetação.

*Nannotrigona testaceicornis*: No primeiro dia começaram visitar as flores seis horas após o início das observações. Elas visitaram uma considerável variedade de plantas, onde coletaram pólen e principalmente néctar. Durante esse período elas visitaram flores de margarida, penta, coroa-de-cristo e capítulos de calêndula e esponjinha (Tabela 3). Os recursos foram mais coletados no final da manhã e meio da tarde, entre 11:00 e 14:00 horas (Tabela 4). Durante o período de atividade, novas fontes de recursos iam sendo descobertas. Quando isso acontecia, aumentava desordenadamente a atividade e por algum tempo saia grande quantidade de abelhas, sendo que muitas delas iam para o teto ou laterais da casa de vegetação antes de chegar até a nova fonte de recursos (pólen e néctar). Essa descoberta acontecia, normalmente, após um voo de reconhecimento e a primeira abelha que visitou uma

flor retornava para a colônia. O fim das atividades ocorreu entre 16:00 e 17:00 horas. Nos primeiros dias de permanência dentro da casa de vegetação, uma grande quantidade de abelhas voava para o teto e laterais da mesma, com morte de muitas delas. Depois essa situação diminuiu muito até desaparecer.

No ano de 2008 três colônias de *Nannotrigona testaceicornis* foram utilizadas na casa de vegetação. O tempo para início de forrageamento não foi muito diferente para as três colônias, isto é, variou de duas a seis horas (tabela 5). Cauich *et al.*, (2004) estudando o comportamento e a eficiência de polinização de *Nannotrigona perilampoides* em casa de vegetação com tomate, encontraram que o início de atividade (entrada e saída das colônias) ocorreu na manhã do dia seguinte da introdução das colônias na casa de vegetação.

Essas abelhas *Nannotrigona perilampoides* visitaram uma grande variedade de plantas, onde coletaram pólen e principalmente néctar. Esses recursos foram mais coletados no final da manhã e meio do dia, entre 11:00 e 14:00 horas para néctar e de 9:00 às 11:00 para pólen (tabelas 6 e 7). Santos *et al.*, (2008) encontraram, para essa espécie, picos de atividade de coleta de néctar às 10:00 e às 13:00 horas, em flores de pepino, em ambiente protegido. Cauich *et al.*, (2004) encontraram para *Nannotrigona perilampoides*, início de coleta de pólen em temperatura de cerca de 20°C e aumentou até 35°C, acima disso diminuiu. Pico de coleta ocorreu às 11:00 horas.

Durante o período de permanência dentro da casa de vegetação, essas abelhas coletaram principalmente em flores de amor-agarradinho, penta, coroa-de-cristo, manjeriço, triális e capítulos de calêndula e dália (tabelas 8 e 9).

Nas flores de triális houve atividade de forrageamento das abelhas da colônia B2 (período de maior floração), sendo que elas só coletaram pólen (tabela 9). Esponjinha apresenta as flores reunidas em capítulos densos, com estames numerosos e longos. Quando as abelhas (*Nannotrigona testaceicornis*) iam coletar polén pousavam diretamente nas anteras e com a mandíbula retiravam e passavam o polén para as corbículas das pernas posteriores.

Para a coleta de néctar pousavam inicialmente no estame e desciam até a base da flor, no nectário floral e faziam a coleta. Visitavam as flores sem entrar em contato com os estigmas.

Em calêndula e dália essas abelhas pousavam nos capítulos e se deslocavam sobre os mesmos retirando pólen e néctar. Visitavam diferentes capítulos da mesma planta e de plantas diferentes, assim como podiam retornar nas plantas já visitadas. Era comum encontrar várias abelhas num mesmo capítulo. Mesmo as abelhas que coletavam néctar ficavam com os corpos “sujos” de pólen, pois passavam sobre as anteras e certamente depositavam uma parte desse pólen no estigma dessas pequenas flores. Retornavam para a colônia com uma grande bolota de pólen nas corbículas das pernas posteriores. As abelhas da colônia B3 não visitaram essas plantas, pois as mesmas estavam no final da floração e o manjeriço apresentava grande quantidade de flores abertas.

Nas flores de penta, *Nannotrigona testaceicornis* apresentou comportamentos distintos. Ora visitavam as flores pousando sobre os lobos livres das pétalas e retiravam pólen e néctar, visitando flores da mesma inflorescência e de inflorescências diferentes, onde introduziam parcialmente a cabeça na entrada do tubo floral, ora pousavam sobre o receptáculo floral e retiravam o néctar que ficava das flores recém caídas pelas visitas de *Melipona quadrifasciata*. Essas flores foram visitadas pelas abelhas das colônias B1 e B2. Para as abelhas da colônia B3 outras opções foram mais atrativas, no caso, amor-agarradinho, manjeriço e coroa-de-cristo.

Nas flores de coroa-de-cristo, elas pousavam sobre as brácteas vermelhas e caminhavam em direção ao nectário. Como em penta, elas caminhavam sobre as flores de uma mesma inflorescência, passando sobre as partes reprodutivas das mesmas, depois visitavam flores de outras inflorescências da mesma planta ou de plantas diferentes. Para a coleta de pólen pousavam sobre as anteras e com as mandíbulas retiravam-no e o transportavam, com o auxílio das pernas anteriores e médias, para as corbículas das pernas posteriores. Nessa ação ficavam ou passavam sobre o estigma, com o corpo cheio de pólen,

realizando a polinização. Em várias ocasiões foram encontrados frutos junto com as flores. As abelhas das colônias B1 e C1 não visitaram essas plantas, pois no período não estavam floridas.

As plantas mais visitadas por *Nannotrigona testaceicornis* foram manjeriço e amor-agarradinho. São plantas muito atrativas ao oferecerem ambos os recursos, pólen e néctar e produzirem grande quantidade de flores. Esse fato provavelmente estimulou o forrageamento pelas abelhas das três colônias utilizadas no experimento. No amor-agarradinho, faziam vôos lentos na frente da flor e em seguida entravam na mesma e, passando pelas partes reprodutivas chegavam ao nectário floral. Depois passavam para outras flores do mesmo cacho, de cachos diferentes da mesma planta e de cachos de outras plantas. Na coleta de pólen pousavam diretamente sobre as anteras e com a mandíbula faziam a coleta e depositava-o nas corbículas das pernas posteriores. Em determinados momentos, foi observado *Melipona quadrifaciata* visitando a mesma flor que *Nannotrigona testaceicornis*. A primeira, por ser maior, para retirar o néctar entrava na corola e empurrava a menor em direção as partes florais. Quando isso acontecia *Nannotrigona testaceicornis* apresentava comportamento de fingir de morta (tanatose), ficando parada, por algum tempo, sobre as partes reprodutivas da flor.

No manjeriço foi observado que para a coleta de pólen, essa abelha pousava diretamente sobre as anteras e ficava apoiada sobre as pétalas inferiores, no sentido longitudinal do eixo central que divide a flor em duas metades iguais. Retirava o pólen com a mandíbula e o depositava nas corbículas durante o vôo de uma flor para outra. Nessa atividade visitava flores da mesma planta e de plantas diferentes e retornava para a colônia com uma grande bolota alaranjada de pólen. Para a coleta de néctar ficava na pétala superior da corola que é maior e separada das demais, o que facilitava a chegada à base da flor onde se encontrava o nectário floral. Nessa situação não tocava as partes reprodutivas. Podia ocorrer o toque quando ela passava de uma flor para outra na mesma inflorescência (figura 10).

Durante o período de atividade, quando uma fonte de alimento era descoberta e a primeira abelha retornava para o ninho, em pouco tempo, uma grande quantidade de abelhas voavam desordenadamente para o teto e laterais da casa de vegetação antes de chegar até a nova fonte de recursos. Essa descoberta acontecia, normalmente, após um voo de reconhecimento. A situação se repetia quando uma nova planta era encontrada. Segundo Kerr *et al.*, (1996) e Schmidt *et al.*, (2005), em *Nannotrigona testaceicornis* a comunicação ocorre com a campeira que ao chegar com o alimento reparte metade dele com outra operária produzindo um som. Estas duas repartem com outras e assim em cadeia até que um grupo de abelhas tenha experimentado do alimento e conheça o seu odor. Durante a distribuição do recurso há a produção de sons característicos, em seguida as abelhas saem para todos os lados a procura do recurso. As que encontram e coletam o alimento voltam para a colônia e redistribuem para aquelas que não acharam e para outras abelhas. Esse processo é repetido até que um bom número de operárias esteja coletando na fonte indicada (Kerr *et al.*, 1996; Schmidt *et al.*, 2005). Durante o período de permanência na casa de vegetação não visitaram os recipientes com alimento suplementar (xarope de mel) e nem os de água.

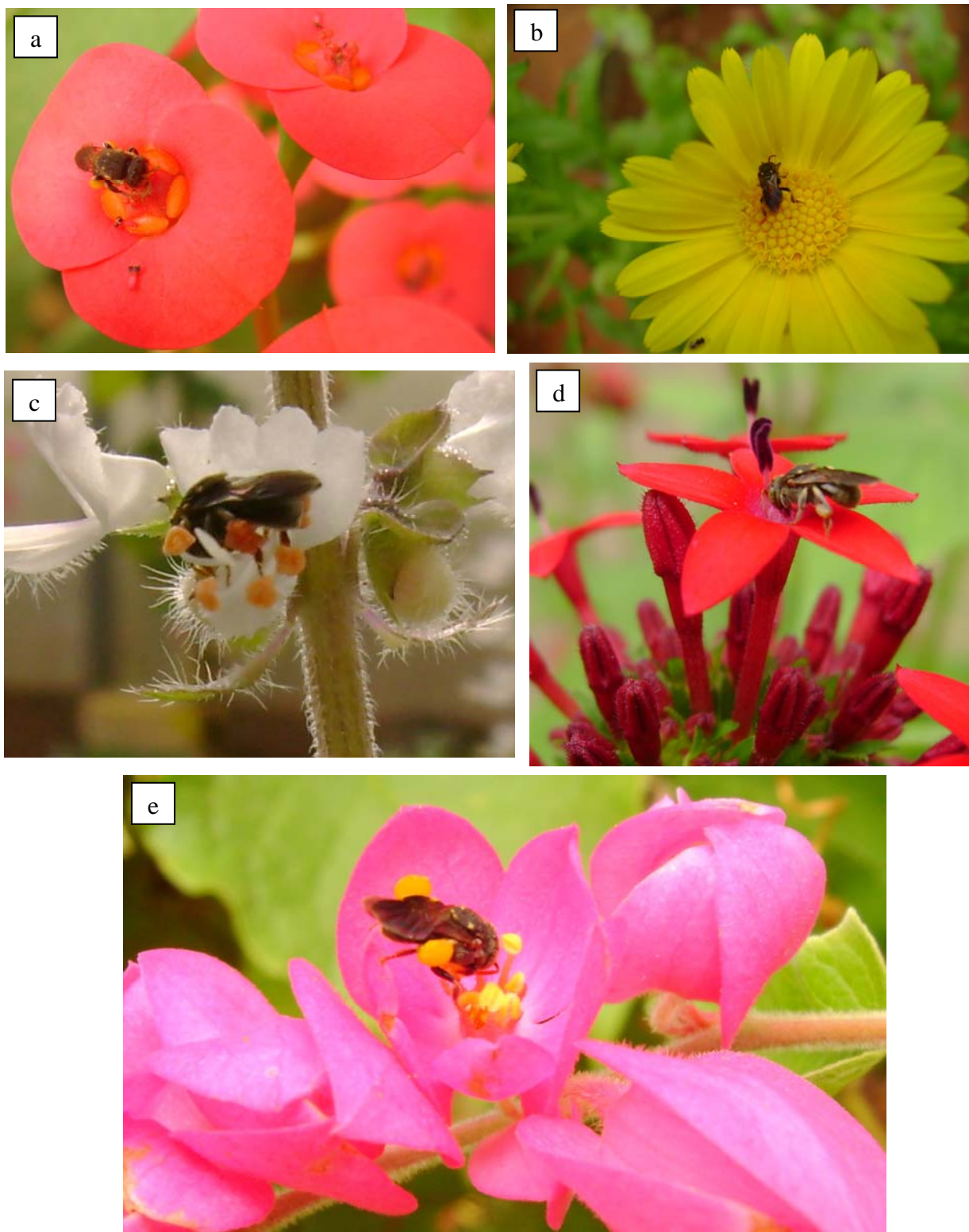


Figura 10 – *Nannotrigona testaceicornis* visitando a) Coroa-de-cristo (*Euphorbia milii*), b) Calêndula (*Calendula officinalis*) c) Manjeriçao (*Ocimum sellowii*), d) Penta (*Pentas lanceolata*) e e) Amor-agarradinho (*Antigonon leptopus*) no interior da casa de vegetação.

*Frieseomelita varia*: No início da noite, quando cessam as atividades, uma camada fina de cera é colocada na pequena entrada da colônia. Tal camada foi removida no começo da manhã, entre 7:30 e 8:30 horas do primeiro dia de observação. Após a abertura, a abelha que estava na entrada saía e voava em frente à colônia e depois subia em direção ao teto. A atividade foi pequena durante a manhã entre 7:00 e 9:00 horas. Aumentou na parte da tarde, sendo que das 13:00 às 15:00 horas havia grande quantidade de abelhas no teto e laterais da casa de vegetação e muitas morriam. Essa movimentação desordenada, no primeiro dia de observação, aconteceu para todas as espécies estudadas. Com o passar do tempo esse comportamento foi ficando menos intenso e as abelhas começavam a fazer vôos sobre as flores, parecendo reconhecer o local e retornavam para a colônia. As visitas às flores tiveram início 28 horas após a introdução da colônia na casa de vegetação.

As primeiras flores visitadas foram as de coroa-de-cristo, e às vezes penta. Depois dos vinte dias de observações visitaram flores de esponjinha e de manjerição (tabela 3). As coletas foram mais acentuadas nos horários mais quentes do dia, entre 11:00 e 14:00 horas (tabela 4). Elas visitaram os recipientes de alimentação suplementar (xarope de mel) e os potes de água colocados em diferentes pontos da casa de vegetação.

Em 2008 foram testadas quatro colônias de *Frieseomelitta varia*. No primeiro dia de observação a fina camada de cera colocada na entrada da colônia foi removida pelas abelhas no começo da manhã, entre 7:00 (colônias C1 e C2) e 8:00 horas (colônias C3 e C4). Após a abertura da colônia, uma abelha que estava na entrada saía e voava em frente da colônia e depois subia em direção ao teto. Em outro momento, a abelha que estava na entrada da colônia ficava do lado de fora e fazia contato ou movimentava as asas em direção as que retornavam das flores. Segundo Couvillon e Ratnieks (2008) isso é um comportamento de reconhecimento, pela transferência de odor, entre a guarda da entrada e as campeiras do ninho, e permite a rejeição das intrusas.

No primeiro dia de observação foram verificados vôos desordenados, com

muitas abelhas no teto e laterais da casa de vegetação para todas as colônias estudadas. O tempo para início do forrageamento variou muito entre as colônias, ou seja, 78 horas para as abelhas da colônia C2, 8 horas para as da colônia C3 e 103 horas para as da colônia C4 (tabela 5). Malagodi-Braga (2002) testando diferentes espécies de meliponíneos para polinização do morangueiro, em casa de vegetação, encontrou variação no início de atividade entre espécies diferentes e entre colônias da mesma espécie.

As abelhas da colônia C1, embora tenham apresentado elevada atividade de entrada e saída da colônia, não visitaram as flores. Durante o período de permanência dessa colônia na casa de vegetação, coroa-de-cristo não estava florida, única planta visitada sistematicamente por essa espécie para coleta de néctar e pólen (tabela 6). As da colônia C2, mesmo com a existência de poucas flores, já começaram coletar néctar, pólen e resina nessas plantas. As abelhas da colônia C1 não forragearam, mas coletaram xarope de mel e água colocados em recipientes plásticos, em diferentes pontos da casa de vegetação. As abelhas da colônia C2 também visitaram o xarope. As abelhas das colônias C3 e C4 não, certamente em função do aumento da quantidade de flores de coroa-de-cristo. As coletas de néctar e pólen foram concentradas nos horários mais quentes do dia, das 9:00 às 15:00 horas, com pico entre 11:00 e 14:00 horas (tabelas 6 e 7).

Foram observadas abelhas visitando outras flores, no caso manjerição e amor-agarradinho, porém as visitas não continuaram (tabela 8). Durante todo o tempo de permanência na casa de vegetação, *Frieseomelitta varia* visitou pedúnculo floral de coroa-de-cristo para retirada de resina (usada na construção da colônia) que eram depositados nas corbículas das pernas posteriores (tabela 9 e figura 11).

Como *Nannotrigona testaceicornis*, essas abelhas chegavam em voo lento, pousavam sobre as brácteas e caminhavam em direção ao centro da flor, onde se encontravam os nectários florais e as partes reprodutivas da mesma. Quando o néctar não era coletado, provavelmente pela alta umidade, formavam-se regiões de mofo ou bolor sobre os nectários e

essas flores não eram visitadas. Ao fazer a coleta tocavam a cabeça nas anteras e ficavam com a fronte “suja” de pólen; depois passavam para outras flores da mesma planta ou de plantas diferentes. Para a coleta de pólen, pousavam sobre as anteras e com as mandíbulas retiravam-no e depositavam-no nas corbículas das pernas posteriores (figura 11).

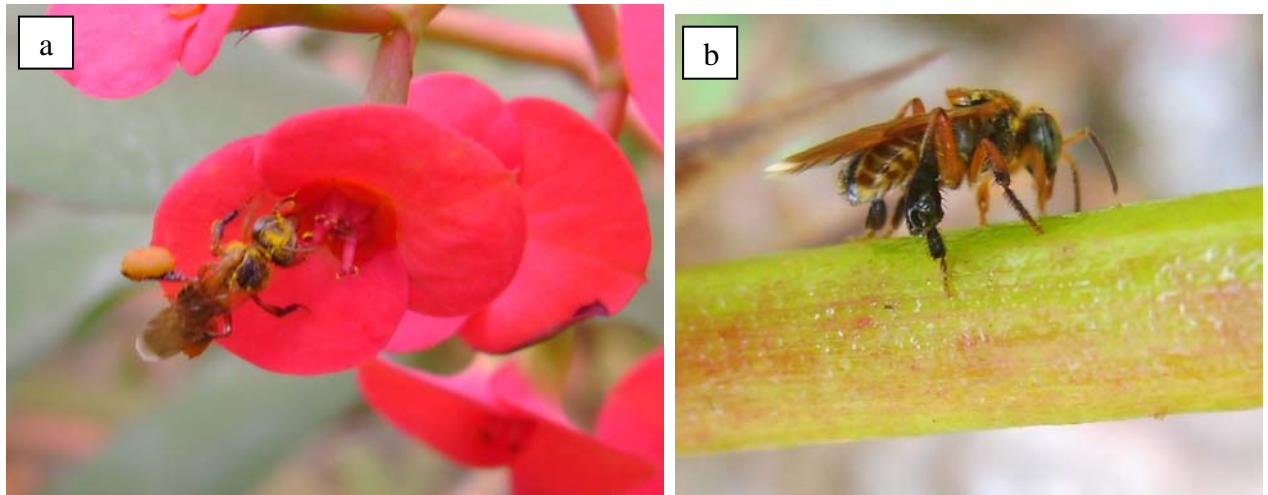


Figura 11 – *Friesiomelitta varia* visitando inflorescência de a) Coroa-de-cristo (*Euphorbia milii*) e b) Pedúnculo floral de Coroa-de-cristo (*Euphorbia milii*) para coleta de resina no interior da casa de vegetação.

Tabela 3 – Recursos utilizados pelas seis espécies de meliponíneos estudadas, durante o período de forrageamento no interior da casa de vegetação, no ano de 2007.

Plantas	Abelhas testadas						Recursos oferecidos			Recursos utilizados		
	M. q.	S. x.	N. t.	T. a.	P. h.	F. v.	P	N	R	P	N	R
Amor-agarradinho	X	*	-	-	-	-	x	x	-	-	x	-
Manjericão	-	-	-	-	x	x	x	x	-	x	x	-
Esponjinha	-	-	x	-	x	x	x	x	-		x	-
Calêndula	-	-	x	-	x	-	x	x	-	x	x	-
Margarida	-	-	x	-	x	-	x	x	-	x	x	-
Câmara	X	-	-	-	-	-	-	x	-	-	x	-
Penta	-	-	x	-	x	-	x	x	-	-	x	-
Coroa-de-cristo	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x**
Pitanga	-	-	-	-	-		x	x	-	x	-	-

M. q. - *Melipona quadrifasciata*; S. x. - *Scaptotrigona xanthotricha*; N. t. - *Nannotrigona testaceicornis*; T. a. - *Tetragonisca angustula*; P. h. - *Partamona helleri*; F. v. - *Friesiometopella varia*; P - pólen; N - Néctar; R - resina; \* uma abelha de *S. xanthotricha* coletando néctar; \*\* *Friesiometopella varia* retirava do pedunculo da inflorescência de Coroa-de-cristo.

Tabela 4 – Horário de coleta de pólen e néctar pelas seis espécies de meliponíneos estudadas, no interior da casa de vegetação, no ano de 2007.

Espécies/ recursos	<i>M. quadrif.</i>		<i>S. xanthot.</i>		<i>T. angust.</i>		<i>N. testaceic.</i>		<i>P. helleri</i>		<i>F. varia</i>	
	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N
7:00-8:00	0	63	0	0	0	0	0	0	0	105	0	0
8:00-9:00	0	77	0	0	0	0	0	0	3	262	0	0
9:00-10:00	0	89	0	0	0	0	0	6	1	306	0	20
10:00-11:00	0	117	0	0	0	17	32	76	8	342	18	83
11:00-12:00	0	92	0	0	0	49	59	93	6	284	61	95
12:00-13:00	0	99	0	*1	0	62	60	134	11	250	64	73
13:00-14:00	0	118	0	0	9	70	22	140	8	221	57	99
14:00-15:00	0	123	0	0	0	63	9	92	4	182	46	104
15:00-16:00	0	94	0	0	0	43	1	25	0	149	21	73
16:00-17:00	0	84	0	0	0	1	0	1	0	124	6	18
17:00-18:00	0	38	0	0	0	0	0	0	0	116	0	0

*M. quadrif.* - *Melipona quadrifasciata*; *S. xanthot.* - *Scaptotrigona xanthotricha*; *T. angust.* - *Tetragonisca angustula*; *N. testaceic.* - *Nannotrigona testaceicornis*; \* uma abelha coletando néctar nas flores de amor-agarradinho (*Antigonon leptopus*) P - pólen; N – Néctar.

Tabela 5 - Início de atividade e período de forrageamento das três espécies de meliponíneos selecionadas, no interior da casa de vegetação, no ano de 2008.

Espécies/colônias	Data de abertura da colônia	Início de atividade entra e sai	Início do forrageamento	* Tempo para início forrageamento	Retirada da colônia	Período de forrageamento
M.q. - A1	11/03/08	11/03/08	11/03/08	30 minutos	31/03/08	21 dias
M.q. - A2	07/04/08	07/04/08	07/04/08	2 horas	27/04/08	21 dias
M.q. - A3	05/05/08	05/05/08	06/05/08	24 horas	25/05/08	21 dias
M.q. - A4	02/07/08	02/07/08	02/07/08	2 horas	23/07/08	22 dias
N.t. - B1	11/03/08	11/03/08	11/03/08	2 horas	31/03/08	21 dias
N.t. - B2	07/04/08	07/04/08	07/04/08	3 horas	27/04/08	21 dias
N.t. - B3	05/05/08	05/05/08	05/05/08	6 horas	25/05/08	21 dias
F.v. - C1	11/03/08	11/03/08	- *	- *	31/03/08	- *
F.v. - C2	07/04/08	07/04/08	10/04/08	78 horas	27/04/08	18 dias
F.v. - C3	05/05/08	05/05/08	05/05/08	8 horas	25/05/08	21 dias
F.v. - C4	02/07/08	02/07/08	07/07/08	127 horas	23/07/08	17 dias

\* Início da medida do tempo para começo do forrageamento foi 6:00 horas do 1º dia de observação. M.q. - *Melipona quadrifasciata*; N.t. - *Nannotrigona testaceicornis*; F.v. - *Frieseomelitta varia*; A1, A2, A3 e A4 – colônias 1, 2, 3 e 4 de M.q.; B1, B2 e B3 – colônias 1, 2 e 3 de N.t. e C1, C2, C3 e C4 – colônias 1, 2, 3 e 4 de F.v. \*- as abelhas da primeira colônia de *F. varia* não forragearam.

Tabela 6 – Número de abelhas das três espécies de meliponíneos selecionadas que forrageavam, coletando néctar e pólen, em cada hora de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2008.

Espécies/ Colônias		Horários												Total
		7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	
M. q.	A1	73	108	120	102	71	51	60	75	67	68	27	0	822
	A2	56	112	153	152	126	107	110	123	115	64	24	0	1142
	A3	28	25	8	0	0	0	0	0	7	34	6	0	108
	A4	2	14	41	29	27	23	22	19	56	30	14	0	277
	Tot.	159	258	322	282	224	181	192	217	145	196	71	0	-
N. t.	B1	340	367	706	740	699	532	436	335	275	195	97	0	4722
	B2	2	51	122	171	274	299	291	272	228	115	4	0	1829
	B3	0	38	945	1378	1605	1634	1635	1515	1143	504	6	0	10403
	Tot.	342	456	1773	2289	2578	2465	2362	2122	1646	814	107	0	-
F. v.	C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C2	0	4	35	39	51	48	50	44	28	4	0	0	303
	C3	0	0	13	40	50	53	55	53	27	1	0	0	292
	C4	0	0	0	37	67	72	70	68	51	15	0	0	380
	Tot.	0	4	48	116	168	173	175	165	106	20	0	0	20278

M.q. - *Melipona quadrifasciata*; N.t. - *Nannotrigona testaceicornis*; F.v. - *Frieseomelitta varia*; A1, A2, A3 e A4 – colônias 1, 2, 3 e 4 de M.q.; B1, B2 e B3 – colônias 1, 2 e 3 de N.t. e C1, C2, C3 e C4 – colônias 1, 2, 3 e 4 de F.v.

Tabela 7 – Horários de coleta de néctar e pólen pelas três espécies de meliponíneos selecionadas, no interior da casa de vegetação, no ano de 2008.

Espécie /colônia	Horários													Total
		7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	
M.q. A1	N	72	108	119	102	71	51	60	75	67	68	27	0	822
M.q. A2	N	56	112	153	152	126	107	110	123	115	65	24	0	1142
M.q. A3	N	28	25	8	0	0	0	0	0	7	34	6	0	108
M.q. A4	N	2	13	40	28	27	23	22	19	56	30	14	0	277
<b>Total</b>		158	258	320	282	224	181	192	217	245	197	71	0	-
N.t. B1	N	180	195	376	481	502	394	364	283	243	188	97	0	3303
N.t. B2	N	0	33	83	120	204	229	262	249	222	115	4	0	1521
N.t. B3	N	0	38	868	1204	1458	1493	1534	1449	1119	500	6	0	9669
<b>Total</b>		180	266	1327	1805	2164	2116	2160	1981	1584	803	107	0	-
F.v. C1	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F.v. C2	N	0	3	28	33	44	44	45	44	26	4	0	0	271
F.v. C3	N	0	0	11	30	20	22	27	32	22	1	0	0	165
F.v. C4	N	0	0	0	37	54	49	47	48	42	15	0	0	292
<b>Total</b>		0	3	39	100	118	105	119	124	90	20	0	0	-
N.t. B1	P	160	172	330	259	197	138	72	52	32	7	0	0	1419
N.t. B2	P	2	18	39	51	70	70	29	23	6	0	0	0	308
N.t. B3	P	0	0	77	174	147	141	101	66	24	4	0	0	734
<b>Total</b>		162	190	446	484	414	349	202	141	62	11	0	0	-
F.v. C1	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F.v. C2	P	0	1	7	6	7	4	5	0	2	0	0	0	32
F.v. C3	P	0	0	2	10	30	31	28	21	6	0	0	0	128
F.v. C4	P	0	0	0	0	13	23	23	20	8	0	0	0	87
<b>Total</b>		0	1	9	16	50	58	56	41	16	0	0	0	20278

M.q. - *Melipona quadrifasciata*; N.t. - *Nannotrigona testaceicornis*; F.v. - *Frieseomelitta varia*; P – pólen; N – néctar. A1, A2, A3 e A4 – colônias 1, 2, 3 e 4 de *Melipona quadrifasciata*; B1, B2 e B3 – colônias 1, 2 e 3 de *Nannotrigona testaceicornis* e C1, C2, C3 e C4 – colônias 1, 2, 3 e 4 de *F. varia*.

Tabela 8 – Número de abelhas visitando flores, durante o período de forrageamento das três espécies de meliponíneos selecionadas, no interior da casa de vegetação, no ano de 2008.

Espécies/ caixas	Plantas utilizadas									
	A.agr	Pent	C. cr	Calen	Dália	Manj	Espo	Cará	Crão	Triál
M.q. - A1	675	103	0	0	41	2	0	1	0	0
M.q. - A2	709	0	0	0	21	412	0	0	0	0
M.q. - A3	38	0	0	0	0	58	0	0	0	0
M.q. - A4	0	0	0	0	0	277	0	0	0	0
N. t. - B1	556	180	0	526	475	419	2552	9	5	0
N. t. - B2	481	148	0	2	5	1062	0	0	0	126
N. t. - B3	1308	0	469	0	0	8626	0	0	0	0
F. v. - C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F. v. - C2	0	0	302	0	0	1	0	0	0	0
F. v. - C3	1	0	290	0	0	1	0	0	0	0
F. v. - C4	0	0	380	0	0	0	0	0	0	0
Total	3768	431	1441	528	542	10858	2552	10	5	126

M.q. - *Melipona quadrifasciata*; N.t. - *Nannotrigona testaceicornis*; F.v. - *Frieseomelitta varia*; P – pólen; N – néctar. A1, A2, A3 e A4 – colônias 1, 2, 3 e 4 de *M. quadrifasciata*; B1, B2 e B3 – colônias 1, 2 e 3 de *N. testaceicornis* e C1, C2, C3 e C4 – colônias 1, 2, 3 e 4 de *F. varia*; A.agr. - Amor-agarradinho; Pent. – Penta; C.cr. - Coroa-de-cristo; Calen. - Calêndula; Manj – Manjeriço; Espo. - Esponjinha; Cará – Camará; Crão – Camarão; Triál – Triális.

Tabela 9 – Recursos utilizados pelas três espécies de meliponíneos selecionadas, durante o período de forrageamento, no interior da casa de vegetação, no ano de 2008.

Espec/caixas	Plantas utilizadas										Recursos oferecidos			Recursos utilizados		
	Aa	Pta	C c	Cl	Dl	Mn	Ep	Crá	Crã	Tri	P	N	R	P	N	R
M.q. A1	x	x	-	-	x	x	-	x	-	-	x	x	-	-	x	-
M.q. A2	x	-	-	-	x	x	-	-	-	-	x	x	-	-	x	-
M.q. A3	x	-	-	-	-	x	-	-	-	-	x	x	-	-	x	-
M.q. A4	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	x	x	-	-	x	-
	Aa	Pta	C c	Cl	Dl	Mn	Esp	Crá	Crã	Tri	P	N	R	P	N	R
N.t. B1	x	x	-	x	x	x	x	x*	x*	-	x	x	-	x	x	-
N.t. B2	x	x	-	x	x	x	-	-	-	x**	x	x	-	x	x	-
N.t. B3	x	-	x	-	-	x	-	-	-	-	x	x	-	x	x	-
	Aa	Pta	C c	Cl	Dl	Mn	Esp	Crá	Crã	Tri	P	N	R	P	N	R
F.v. C1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F.v. C2	-	x*	x**	-	-	x	-	-	-	-	x	x	x	x	x	x
F.v. C3	x	x*	x**	-	-	x	-	-	-	-	x	x	x	x	x	x
F.v. C4	-	x*	x**	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x	x	x

M.q. - *Melipona quadrifasciata*; N.t. - *Nannotrigona testaceicornis*; F.v. - *Frieseomelitta varia*; A1 – caixa 1 e assim por diante; Aa. - Amor-agarradinho; Pta – Penta; C.c. - Coroa-de-cristo; Cal. - Calêndula; Dál. - Dália; Man – Manjeriço; Esp. - Esponjinha; Crá – Camará; Crã – Camarão; Triál – Triális; x\*\* de B – só foi coletado pólen; x\* - visitas esporádicas para coleta de pólen (Crã) ou néctar (Crá ); x\* de C - visitas no pedúnculo Penta; x\*\* - coleta de pólen; néctar e resina ( no pedúnculo do cacho de flores); x de C – só uma abelha visitou; x – coleta de néctar e pólen.

## EFEITO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS SOBRE A ATIVIDADE DAS TRÊS ESPÉCIES DE MELIPONÍNEOS SELECIONADAS NO INTERIOR DA CASA DE VEGETAÇÃO:

***Melipona quadrifasciata*:** A atividade (entrada e saída de abelhas da colônia) dessa espécie variou com o horário ( $F_{11,420} = 15,22$ ;  $p < 0,01$ ) e com os meses (março, abril, maio e julho) de observação ( $F_{33,420} = 71,87$ ;  $p < 0,01$ ), havendo interação entre os fatores ( $F_{33,420} = 4,11$ ;  $p < 0,01$ ), ou seja, a atividade variou em função dos horários e os meses em que os experimentos foram conduzidos. A média de atividade foi maior nas colônias A1, A2 e A4, observadas nos meses de março, abril e julho respectivamente, e menor na colônia A3, no mês de maio (figura 12). A colônia A3 apresentou menor número de indivíduos em relação às colônias B3 e C3 o que pode ter ocasionado a concentração das atividade nas primeiras horas da manhã (7:00 e 8:00 horas).

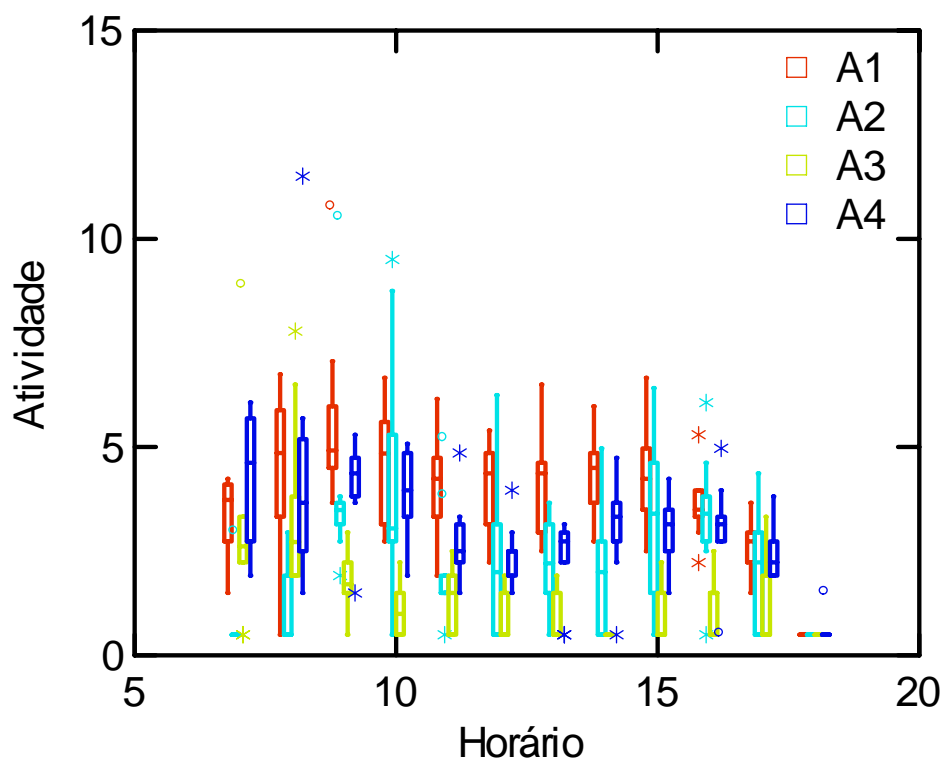


Figura 12 – Mediana e erro padrão da atividade da espécie *Melipona quadrifasciata* ao longo do dia para as quatro colônias (A1, A2, A3 e A4), no interior da casa de vegetação, no ano de 2008.

Durante as observações, foi verificado um maior período de atividade para essa espécie em relação às demais estudadas, ou seja, a entrada e saída das abelhas das colônias iniciaram cedo 6:30 horas, com um acréscimo no meio da manhã, das 8:00 às 10:00 horas, com pico de atividade às 9:00 horas. Diminuiu entre 11:00 e 14:00 horas e apresentou um ligeiro aumento no meio da tarde, entre 15:00 e 16:00 horas, e cessou depois das 18:00 horas (figuras 13 e 14). Em ambiente protegido, Cruz (2003) encontrou que *Melipona subnitida* visitaram as flores de pimentão durante todo o dia, com picos às 7:00 e às 15:00 horas. Nelson e Jay (1968) e Gary (1967) estudando *Apis mellifera* encontraram atividade semelhante para essa abelha no início da primavera e final do outono, onde foi observado um padrão bimodal (em forma de “u”) de atividade, com pico no início da manhã e final da tarde e um período intermediário com menor atividade (horas mais quentes do dia e de baixa umidade).

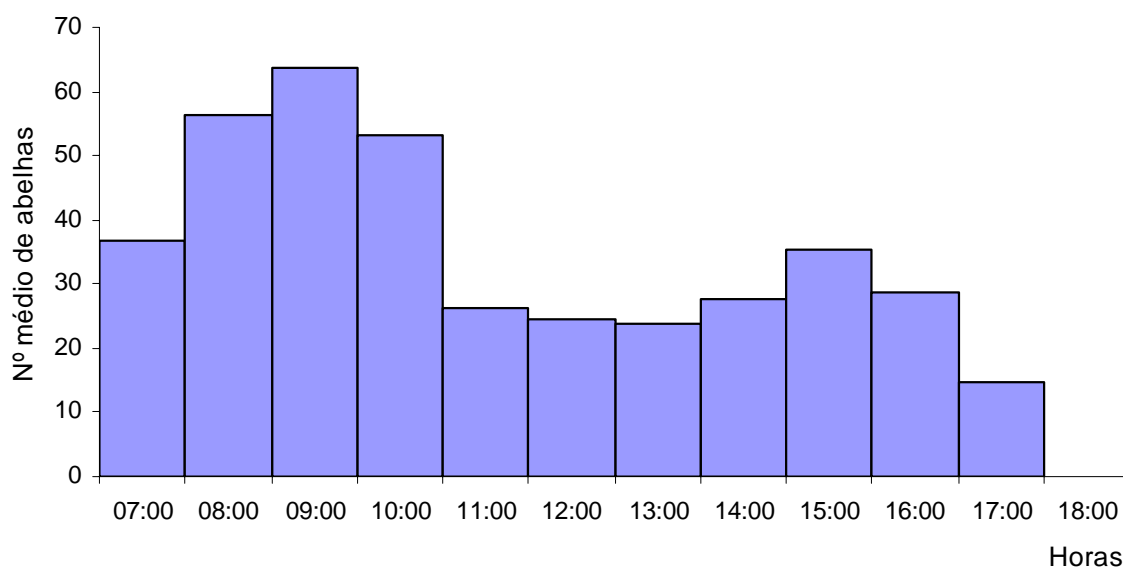


Figura 13 – Número médio de abelhas *Melipona quadrifasciata* que entraram e saíram das colônias (A1+A2+A3+A4), durante oito minutos, em cada hora de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2008.

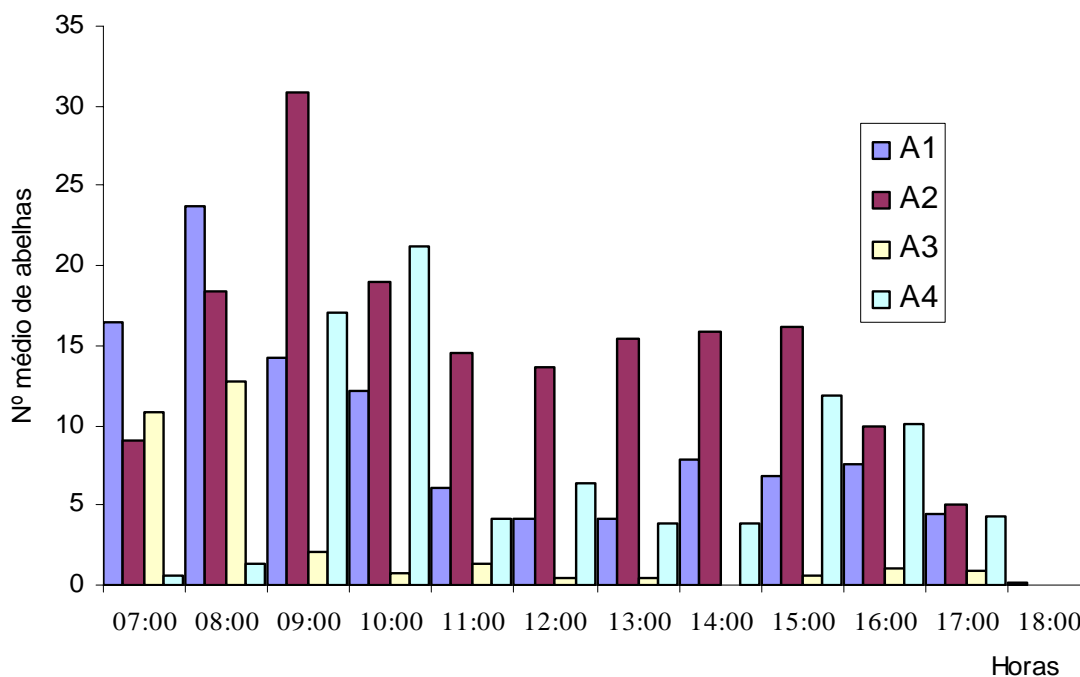


Figura 14 – Número médio de abelhas *Melipona quadrifasciata* que entraram e saíram, por colônia (A1, A2, A3 e A4), durante oito minutos, em cada hora de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2008.

Em campo aberto, os resultados não foram diferentes, pois Teixeira e Campos (2005) estudando o início de atividade de vôo em abelhas de diferentes tamanhos, encontraram que *Melipona quadrifasciata* (espécie grande) iniciou as atividades mais cedo que as espécies menores (*Plebeia droryana*, *Plebeia lucii* e *Friesella schrottkyi*), ou seja, entre 6:02 e 6:37 horas; resultado semelhante foi encontrado por Bruijn e Sommeijer (1997) em que as abelhas menores iniciaram as atividades depois e encerraram antes que as maiores. Segundo Käpylä (1974) a atividade de vôo depende também do tamanho do inseto, pois espécies maiores podem voar em temperaturas e intensidade luminosa mais baixa que as menores, demonstrando uma melhor habilidade para absorver calor. Melo (2004) registrou início de atividade para *Melipona quadrifasciata* entre 5:30 e 6:00 horas da manhã. Segundo Alves e Freitas (2006) *Melipona subnitida* visitaram as flores de goiabeira no início da manhã entre 5:00 e 6:00 horas, período em que havia a maior disponibilidade de alimento no pomar. Kleinert-Giovannini e Imperatriz-Fonseca (1986) encontraram que entre 11:00 e 13:00 horas

foi o período ótimo para atividade de duas subespécies de *Melipona marginata*, enquanto *Melipona rufiventris* foi ativa do amanhecer ao anoitecer (Fidalgo e Kleinert, 2007).

A temperatura e a luminosidade estavam correlacionadas ( $r = 0,65$ ;  $p < 0,01$ ), enquanto a umidade mostrou-se inversamente correlacionada com a temperatura ( $r = -0,86$ ;  $p < 0,01$ ) e com a luminosidade ( $r = -0,62$ ;  $p < 0,01$ ). Esse padrão permaneceu ao longo do período de execução do experimento (março a julho de 2008). Diante disso, a regressão linear simples foi realizada apenas com a temperatura. Os resultados mostraram que não houve relação entre a temperatura e a atividade das abelhas da colônia A1 de *Melipona quadrifasciata* ( $r^2 = 0,00$ ;  $p < 0,75$ ) colocada na casa de vegetação no mês de março (tabela 10 e figura 21). Provavelmente as condições ambientais, no início do ano, tenham sido mais favoráveis para essa espécie, no interior da casa de vegetação. Com isso, abelhas forrageando em maior período do dia. Para as colônias A2 e A4 a relação entre a temperatura e a atividade foi positiva ( $r^2 = 0,20$ ;  $p < 0,01$ ;  $r^2 = 0,10$ ;  $p < 0,00$  respectivamente) (tabela 10 e figuras 22 e 24), conseqüentemente a relação também foi positiva com luminosidade e negativa com umidade, ou seja, a atividade aumentou com o aumento da temperatura e da luminosidade e diminuiu com a umidade. No mês de maio, fica nítida a ausência de acréscimo da atividade da colônia A3 em função do aumento da temperatura ( $r^2 = -0,07$ ,  $p < 0,01$ ), a atividade foi maior em temperaturas e luminosidades menores e altas umidades (figura 3). A colônia A3 apresentou menor número de abelhas saindo e entrando da colônia e sua atividade concentrou no início da manhã (7:00 e 8:00 horas) (figura 14).

O início das atividades (entrada e saída das abelhas das colônias) aconteceu em temperatura baixa de 11°C e umidade alta de 88%. As abelhas das colônias A1 e A3 apresentaram pico de atividade às 8:00 horas, com temperatura de 24 e 21°C; umidade de 70% e luminosidade 18351 e 30947 lux, respectivamente (tabela 10 e figuras 21 e 23). As abelhas das colônias A2 e A4 apresentaram pico de atividade às 9:00 e 10:00 horas, quando as temperaturas eram de 29 e 26°C; a umidade de 61 e 51% e luminosidade média de 47283 e

66355 lux, respectivamente (tabela 10 e figuras 26 e 30). Pereboom (1994) estudando *Melipona favosa* em casa de vegetação, em clima tropical, observou que a atividade de vôo dessa espécie parece não ser afetada pelas condições meteorológicas e permaneceu constante durante todo o dia, provavelmente devido ao fato de que a quantidade e concentração do alimento também permanecerem constantes.

Em ambiente aberto, Guibu e Imperatriz-Fonseca (1984) encontraram temperatura de 13°C para início de atividade dessa espécie, com ótimo entre 14 e 16°C e entre 7:00 e 11:00 horas. Souza *et al.*, (2006) encontraram para *Melipona asilvai* início de atividade à temperatura de 21°C e umidade de 84,5%, apresentando pico com 27,4°C e 60,6% respectivamente. Segundo os autores, a temperatura foi o fator que mais influenciou a atividade de vôo desta espécie, apresentando correlação positiva significativa com a entrada de abelhas na colônia e a coleta de pólen, com correlação não significativa entre a entrada e saída das abelhas e umidade relativa e Kleinert-Giovanini e Imperatriz-Fonseca (1986) encontraram ótimo de atividade para duas subespécies de *Melipona marginata* em umidades entre 40 e 70% e temperaturas de 19 a 30°C.

***Nannotrigona testaceicornis***: Ocorreu variação na atividade (entrada e saída de abelhas da colônia) dessa espécie por horário ( $F_{11,312} = 36,77$ ;  $p < 0,01$ ) e os meses de observação ( $F_{22,312} = 59,56$ ;  $p < 0,01$ ), com interação entre os fatores ( $F_{22,312} = 5,56$ ;  $p < 0,01$ ) em todas as colônias estudadas. A média de atividade foi maior nas colônias B1 e B3 colocadas na casa de vegetação, nos meses de março e maio, respectivamente, e menor na colônia B2 observada no mês de abril (figura 15). A menor atividade dessa colônia pode estar relacionada com o menor número de abelhas forrageando.

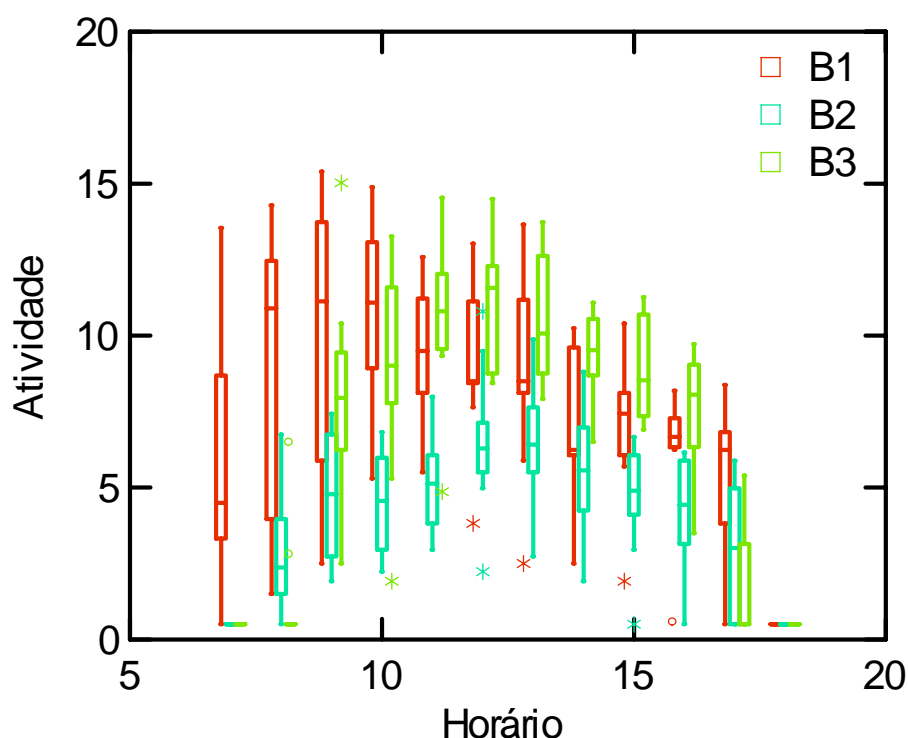


Figura 15 – Mediana e erro padrão da atividade da espécie *Nannotrigona testaceicornis* ao longo do dia para as três colônias (B1, B2 e B3), no interior da casa de vegetação, no ano de 2008.

Diferentemente de *Melipona quadrifasciata*, essa espécie apresentou maior atividade no meio do dia, entre 11:00 e 13:00 horas, com pico às 12:00 horas. (figuras 16 e 17). Ribeiro (2004) encontrou, em casa de vegetação, atividade de visita de *Nannotrigona testaceicornis* das 6:00 às 19:00 horas nas flores de pepino; e Malagodi-Braga (2002) registrou início de atividade entre 9:00 e 11:00 horas, com pico próximo do meio dia (céu claro). Palma *et al.*, (2008b) encontraram aumento na atividade de *Nannotrigona perilampoides*, depois das 10:00 horas, com pico às 12:00 horas. Em campo aberto, Teixeira e Campos (2005) encontraram início de atividade para *Nannotrigona testaceicornis* entre 8:49 e 9:39 horas. Dutra e Machado (2001) registraram maior atividade desta espécie de 13:00 às 15:00 horas e não foi coletada entre 7:00 e 8:00 horas e 17:00 e 19:00 horas.

Analisando separadamente, observamos início de atividade às 7:00 horas para

as abelhas da colônia B1, onde foi registrada temperatura de 22°C e 81% de umidade relativa dentro da casa de vegetação. O pico de atividade também ocorreu mais cedo, entre 9:00 e 10:00 horas (figura 17 e 21). Como B1 foi a primeira colônia a ser usada, as condições ambientais, principalmente temperatura e luminosidade eram mais favoráveis o que provavelmente permitiu início de atividade mais cedo. Heard e Hendrikz (1993) estudando *Trigona carbonaria* verificaram que, no inverno, o início de atividade de vôo foi regulado pela temperatura, enquanto nos meses quentes o fator determinante foi a radiação solar.

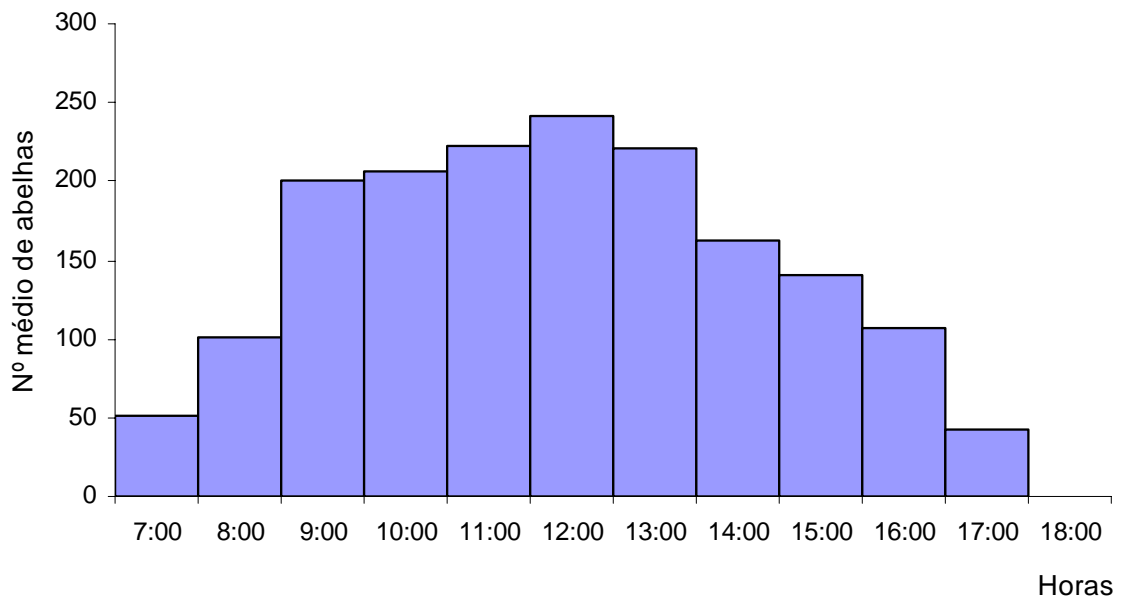


Figura 16 – Número médio de abelhas *Nannotrigona testaceicornis* que entraram e saíram das colônias (B1+B2+B3), durante oito minutos, em cada hora de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2008.

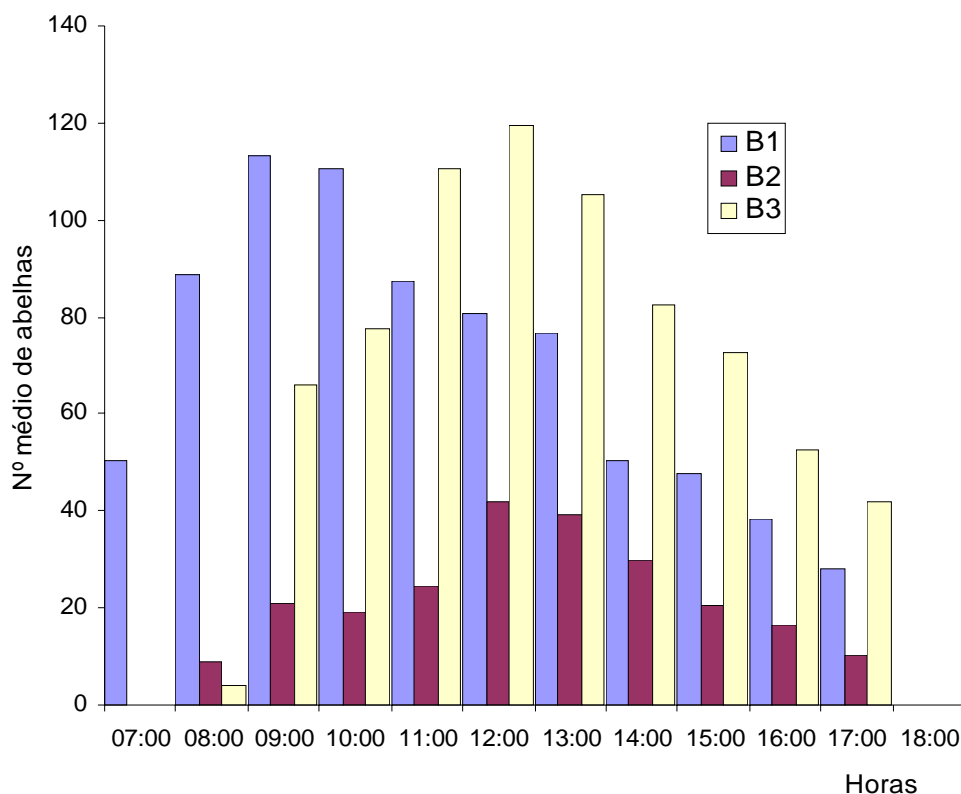


Figura 17 – Número médio de abelhas *Nannotrigona testaceicornis* que entraram e saíram, por colônia (B1, B2 e B3), durante oito minutos, em cada hora de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2008.

A análise de regressão linear simples mostrou uma relação positiva entre a temperatura e atividade de *Nannotrigona testaceicornis*, consequentemente positiva em relação à luminosidade e negativa em relação à umidade para as três colônias estudadas: B1 ( $r^2= 0,17$ ;  $p< 0,01$ ), B2 ( $r^2= 0,28$ ;  $p< 0,01$ ) e B3 ( $r^2= 0,76$ ;  $p< 0,01$ ). Isso mostra que o pico de atividade corresponde aos horários mais quentes do dia, com luminosidade alta e umidade relativa baixa. Nesses horários, a média de temperatura foi de 29 e 30°C; umidade relativa de 59 e 45% e luminosidade de 58729 e 80999 lux, respectivamente (tabela 10 e figuras 21 a 24). Palma *et al.*, (2008b), em ambiente protegido, observaram que em *Nannotrigona perilampoides* o número de abelhas entrando no ninho e visitando flores mostrou correlação significativa com a intensidade luminosa e com a temperatura, respectivamente. Palma *et al.*, (2008a) utilizando a mesma abelha na produção de tomate, encontraram que a correlação entre a entrada de abelhas no ninho e nas flores foi significativa para todos os fatores abióticos

(temperatura, umidade e luminosidade), sendo significativa negativa para umidade. Durante as visitas nas flores a temperatura foi de  $33,7 \pm 4,5^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de  $52,6 \pm 14,2\%$  e luminosidade de  $22131 \pm 9782$  lux.

Em campo aberto, Dutra e Machado (2001) registraram maior atividade para essa espécie em temperatura de  $31^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa do ar de 65% e luminosidade de 65000 Lux. Resultado semelhante foi encontrado por Machado *et al.*, (1988) quando estudaram a entomofauna visitante de *Tetrapanax papyriferus*. Nogueira-Neto *et al.*, (1959) não encontraram essa abelha forrageando flores de cafeeiro à temperaturas entre  $17$  e  $18^{\circ}\text{C}$ , sendo encontrada em pequeno número a  $23^{\circ}\text{C}$ .

Pelos resultados obtidos observou-se que a atividade de *Nannotrigona testaceicornis* é semelhante em ambiente protegido e campo aberto. Nos dois ambientes, essa espécie foi mais ativa em altas temperaturas e luminosidade e baixa umidade. O início de atividade começa mais cedo no verão e mais tarde no inverno.

***Frieseomelitta varia*:** A média de atividade (entrada e saída de abelhas da colônia) para essa espécie variou em função do horário ( $F_{11,420} = 53,71$ ;  $p < 0,01$ ) e dos meses de estudo ( $F_{33,420} = 14,63$ ;  $p < 0,01$ ), com interação entre horário e mês ( $F_{33,420} = 53,71$ ;  $p < 0,01$ ) para as colônias C1, C2, C3 e C4 observadas no interior da casa de vegetação de março a julho de 2008. A média de atividade foi maior nas colônias C1, C2 e C4, observadas nos meses de março, abril e julho respectivamente, e menor na colônia C3, observada no mês de maio (figura 18). A Colônia C3 com menor número de indivíduos e menor período de atividade que as demais utilizadas no experimento.

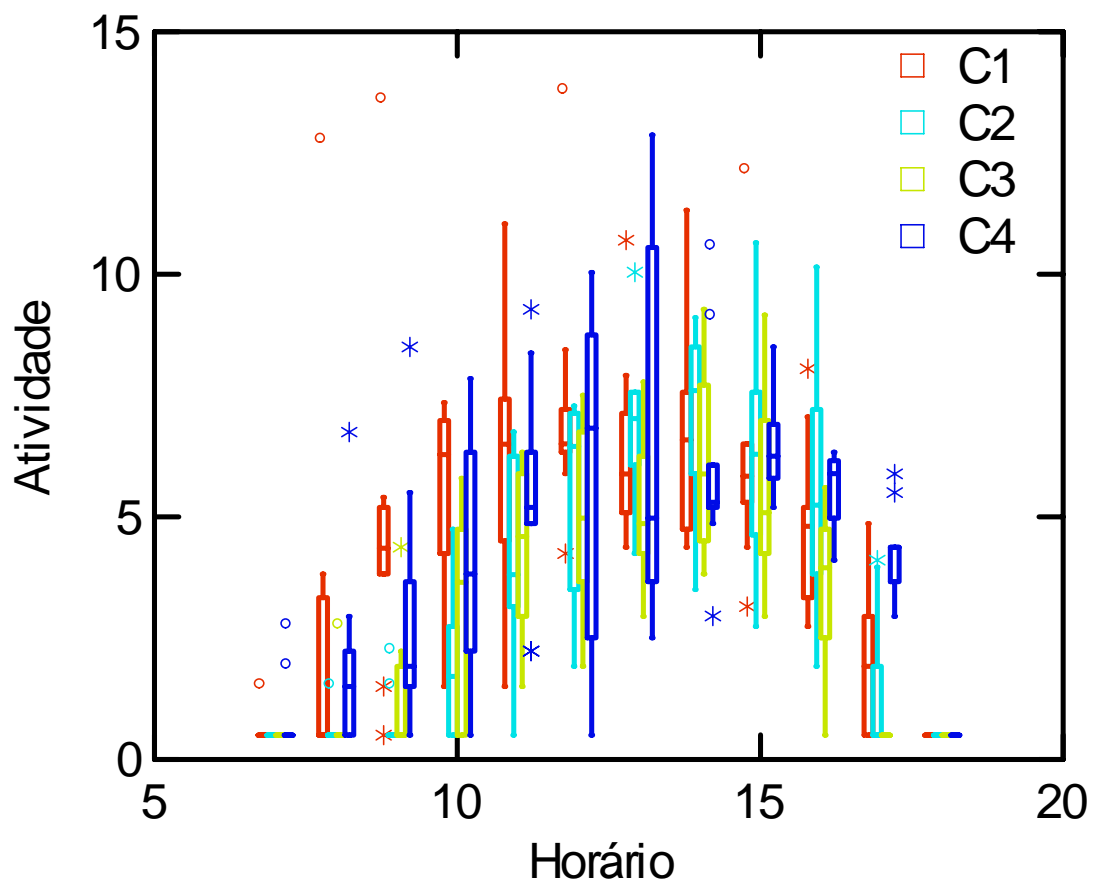


Figura 18 – Mediana e erro padrão da atividade da espécie *Frieseomelitta varia* ao longo do dia para as quatro colônias (C1, C2, C3 e C4), no interior da casa de vegetação, no ano de 2008.

*Frieseomelitta varia* apresentou fluxo de atividade semelhante à *Nannotrigona testaceicornis*, com pouca atividade na parte da manhã (7:00 e 8:00 horas) e final da tarde (17:00 e 18:00 horas). Maior atividade na parte da tarde, entre 12:00 e 14:00 horas, com pico às 13:00 horas (figuras 19 e 20).

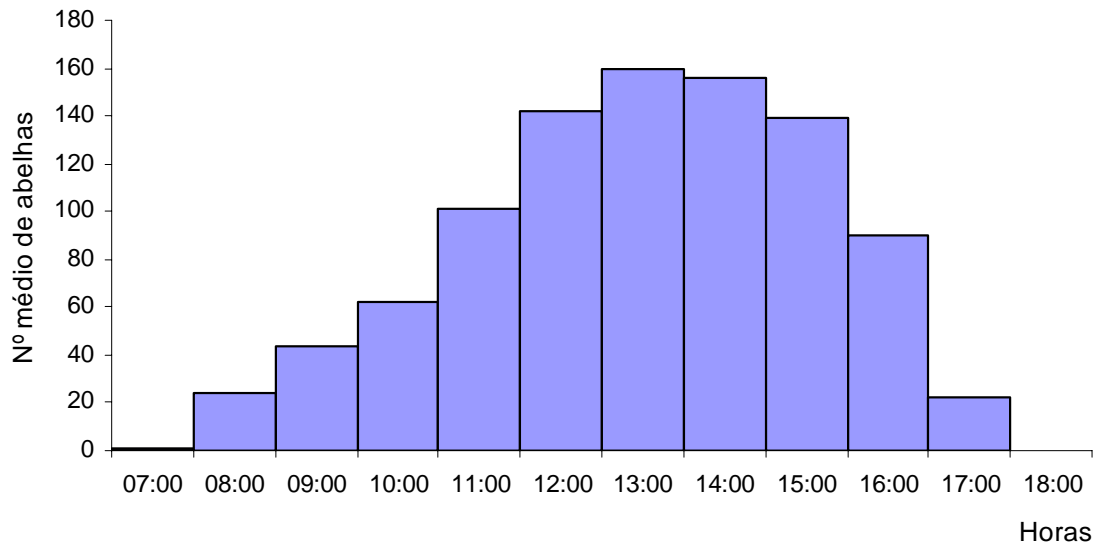


Figura 19 – Número médio de abelhas *Frieseomelitta varia* que entraram e saíram das colônias (C1+C2+C3+C4), durante oito minutos, em cada hora de observação, no interior da casa de vegetação, no ano de 2008.

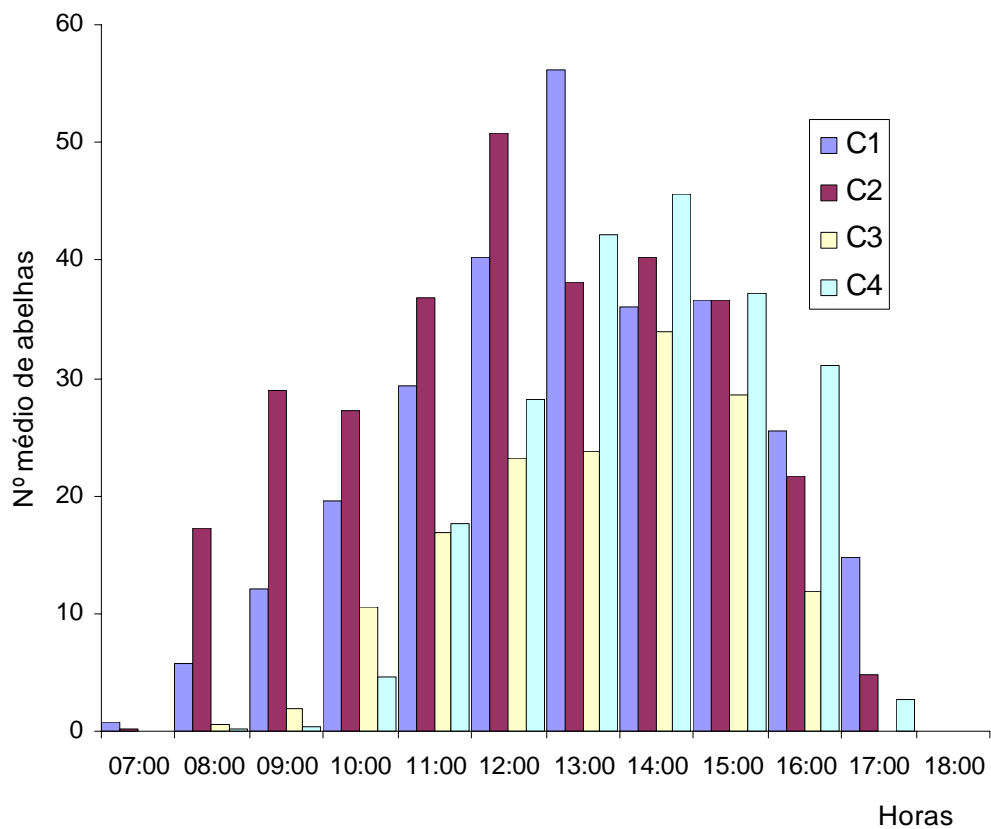


Figura 20 – Número médio de abelhas *Frieseomelitta varia* que entraram e saíram, por colônia (C1, C2, C3 e C4), durante oito minutos, em cada hora de observação, no interior da

casa de vegetação, no ano de 2008.

De uma maneira geral, a atividade de entrada e saída das abelhas das colônias apresentou um aumento gradativo durante a manhã até atingir o pico no meio do dia e início da tarde (12:00 e 15:00 horas) (figura 20). Analisando separadamente, observou-se que as abelhas das colônias C1 e C2 iniciaram as atividades mais cedo, 7:00 horas e foi aumentando até atingir um pico às 13:00 e 12:00 horas, com temperaturas de 33 e 32°C, umidade de 52 e 51% e luminosidade de 82297 e 75970 lux e as das colônias C3 e C4 às 14:00 horas, com temperaturas de 30 e 28°C; umidade de 45 e 43% e luminosidade de 47139 e 54384 lux, respectivamente (tabela 10 e figuras 21 a 24).

A média da atividade das abelhas, das quatro colônias estudadas, mostrou relação positiva com a temperatura e a luminosidade, conseqüentemente negativa em relação à umidade relativa do ar, em todos os meses de observação, ou seja, colônia C1 colocada na casa de vegetação no mês de março ( $r^2= 0,30$ ;  $p< 0,01$ ), C2 no mês de abril ( $r^2= 0,52$ ;  $p< 0,01$ ) C3 no mês de maio ( $r^2= 0,55$ ;  $p< 0,01$ ) e C4 no mês de Julho ( $r^2= 0,54$ ;  $p< 0,01$ ) (tabela 10 e figuras 21 a 24). Em ambiente aberto, Teixeira e Campos (2005) encontraram para essa espécie, início de atividade entre 8:59 e 11:28 horas e 19°C de temperatura média. Resultado semelhante ao da colônia C4, quando as observações foram feitas era período de inverno.

Tabela 10 – Número médio de abelhas, das três espécies de meliponíneos selecionadas, que entraram e saíram das colônias, relacionado com os horários de observação e a média dos fatores temperatura, umidade relativa e luminosidade, no interior da casa de vegetação, no ano de 2008.

Horários	Espécies/colônias/Média dos fatores meteorológicos																							
	A1	B1	C1	T °C	U %	L lux	A2	B2	C2	T °C	U %	L lux	A3	B3	C3	T °C	U %	L lux	A4	C4	T °C	U %	L lux	
7-8	16,4	50,5	0,7	22	81	18513	9,0	0	0,1	22	85	16988	10,8	0	0	14	87	7804	0,6	0	11	88	4666	
8-9	23,8	88,6	5,8	24	70	18351	18,4	9,1	17,3	25	71	28030	12,8	4,0	0,5	21	70	30947	1,3	0,1	16	81	20979	
9-10	14,2	113,2	12,0	29	59	58729	30,3	21,1	28,9	29	61	47283	2,1	66,2	2,0	27	54	54822	17,1	0,4	22	62	41265	
10-11	12,2	110,4	19,6	31	53	89686	19,0	19,0	27,3	30	56	69098	0,8	77,6	10,6	29	49	68213	21,2	4,6	26	51	66355	
11-12	6,1	87,6	29,3	32	51	104494	14,6	24,7	36,9	31	52	79234	1,4	110,7	16,9	30	46	87477	4,2	17,7	28	46	87426	
12-13	4,1	80,7	40,3	29	49	66571	13,7	41,7	50,8	33	51	75970	0,4	119,6	23,1	30	45	80999	6,4	28,2	28	44	73802	
13-14	4,1	76,8	56,1	32	52	82297	15,4	39,4	38,1	33	50	89324	0,5	105,3	23,7	31	44	71599	3,9	42,1	28	45	73395	
14-15	7,8	50,5	36,1	32	51	53064	15,8	29,8	40,2	33	49	62747	0	82,7	34,0	30	45	47139	3,9	45,7	28	43	54384	
15-16	6,8	47,7	36,6	31	53	40401	16,2	20,5	36,6	31	53	27412	0,6	72,5	28,6	29	49	24223	11,8	37,2	26	47	32795	
16-17	7,6	38,3	25,5	28	62	15036	99	16,3	21,6	27	64	8300	1,0	52,3	11,9	25	60	8168	10,1	31,0	23	56	10212	
17-18	4,5	28,3	14,8	25	73	4350	50	10,4	4,8	24	76	1524	0,9	4,2	0	21	75	666	4,3	2,7	19	71	1063	
18-19	0,1	0	0	22	81	67	0	0	0	22	81	50	0	0	0	18	80	19	0	0	16	80	34	

A – *Melipona quadrifasciata*; B – *Nannotrigona testaceicornis*; C – *Fieseomelitta varia*, T – temperatura; U – umidade; L – luminosidade; A1, A2, A3 e A4 – colônias 1, 2, 3 e 4 de *M. quadrifasciata*; B1, B2, B3 – colônias 1, 2 e 3 de *N. testaceicornis*; C1, C2, C3 e C4 – colônias 1, 2, 3 e 4 de *F. varia*.

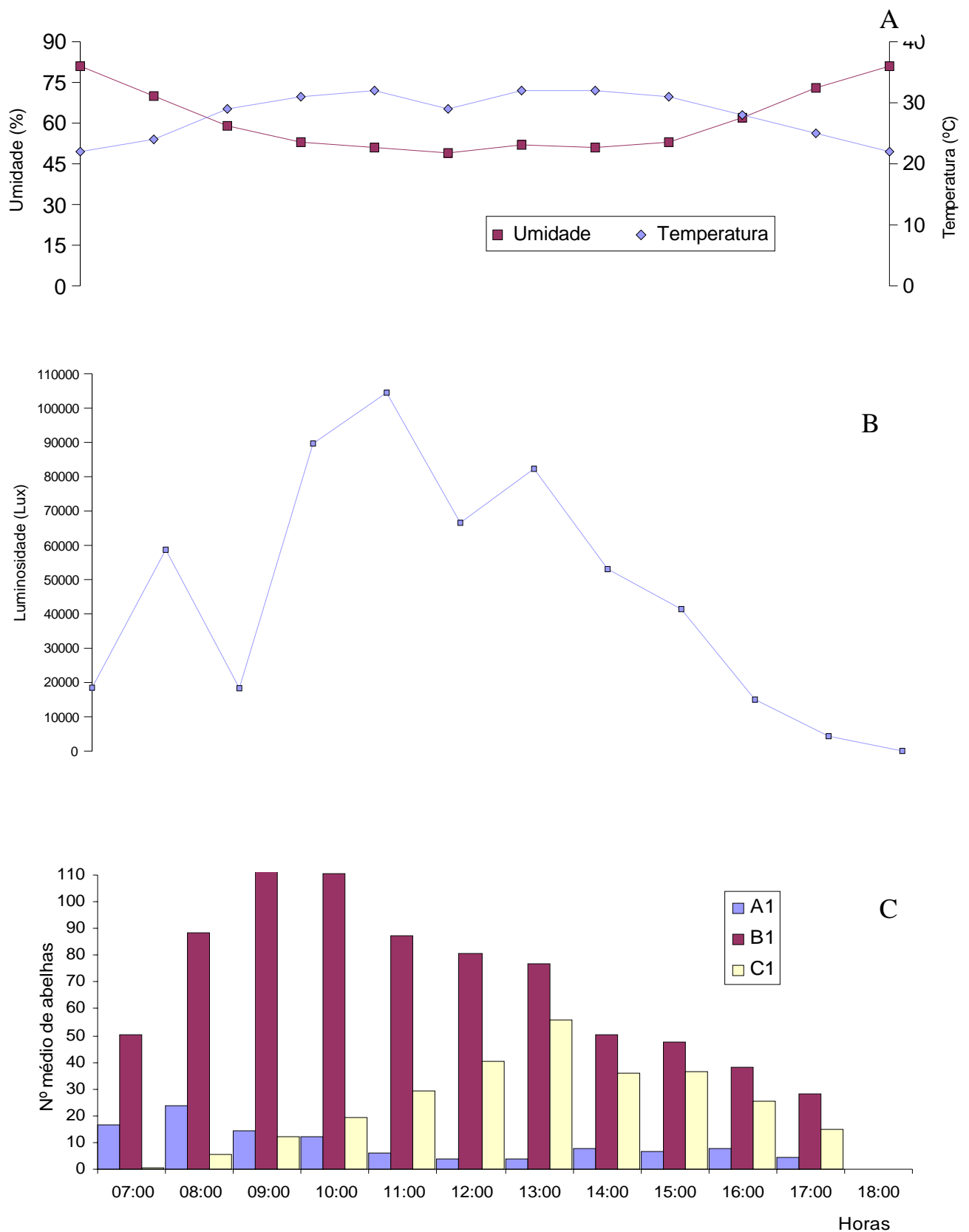


Figura 21 – (A) Variação da U% e temperatura, (B) variação da luminosidade e (C) Número médio de abelhas das colônias A1 de *Melipona quadrifasciata*, B1 de *Nannotrigona testaceicornis* e C1 de *Frieseomelitta varia* durante às hora do dia no interior da casa de vegetação no mês de março de 2008.

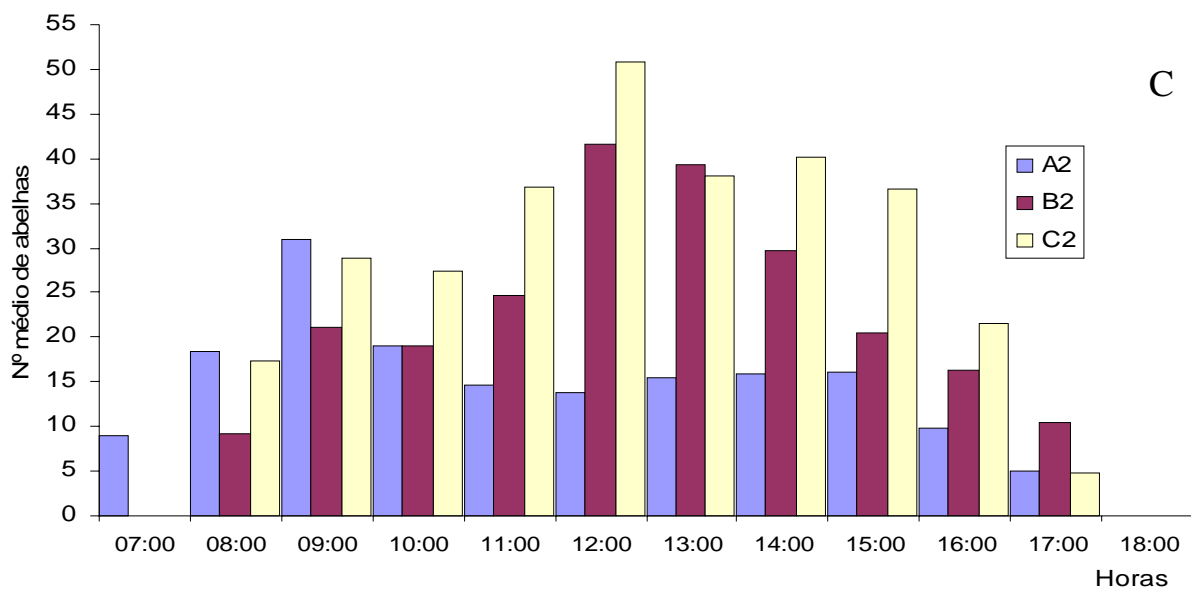
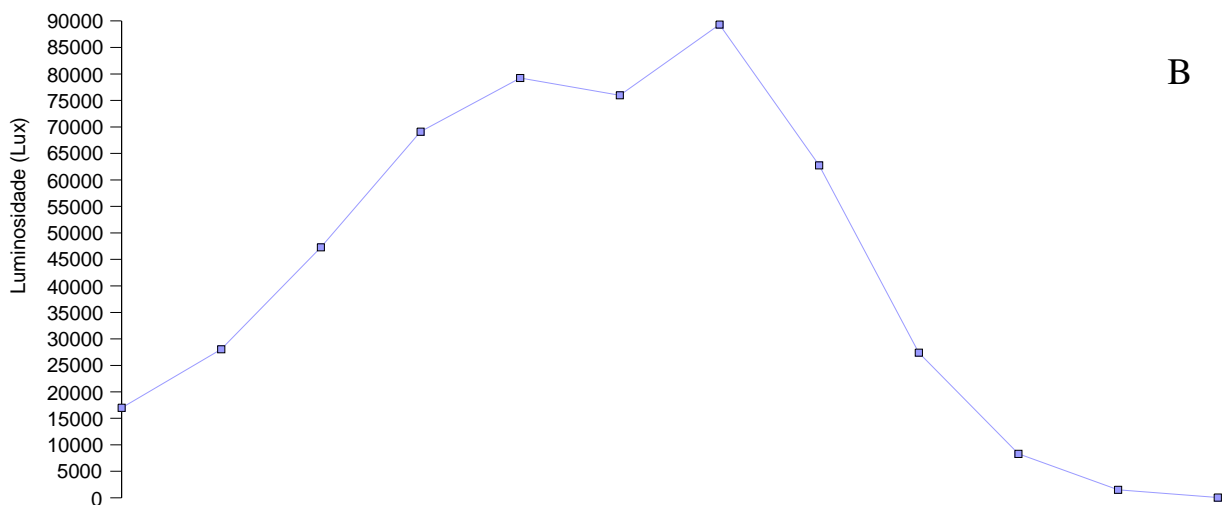
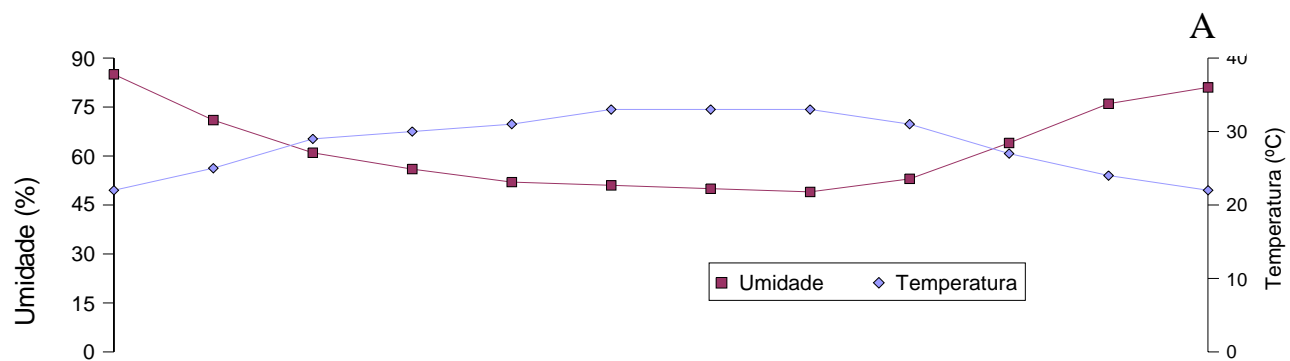


Figura 22 – (A) Variação da U% e temperatura, (B) variação da luminosidade e (C) número médio de abelhas das colônias A2 de *Melipona quadrifasciata*, B2 de *Nannotrigona testaceicornis* e C2 de *Frieseomelitta varia* durante às hora do dia no interior da casa de vegetação no mês de abril de 2008.

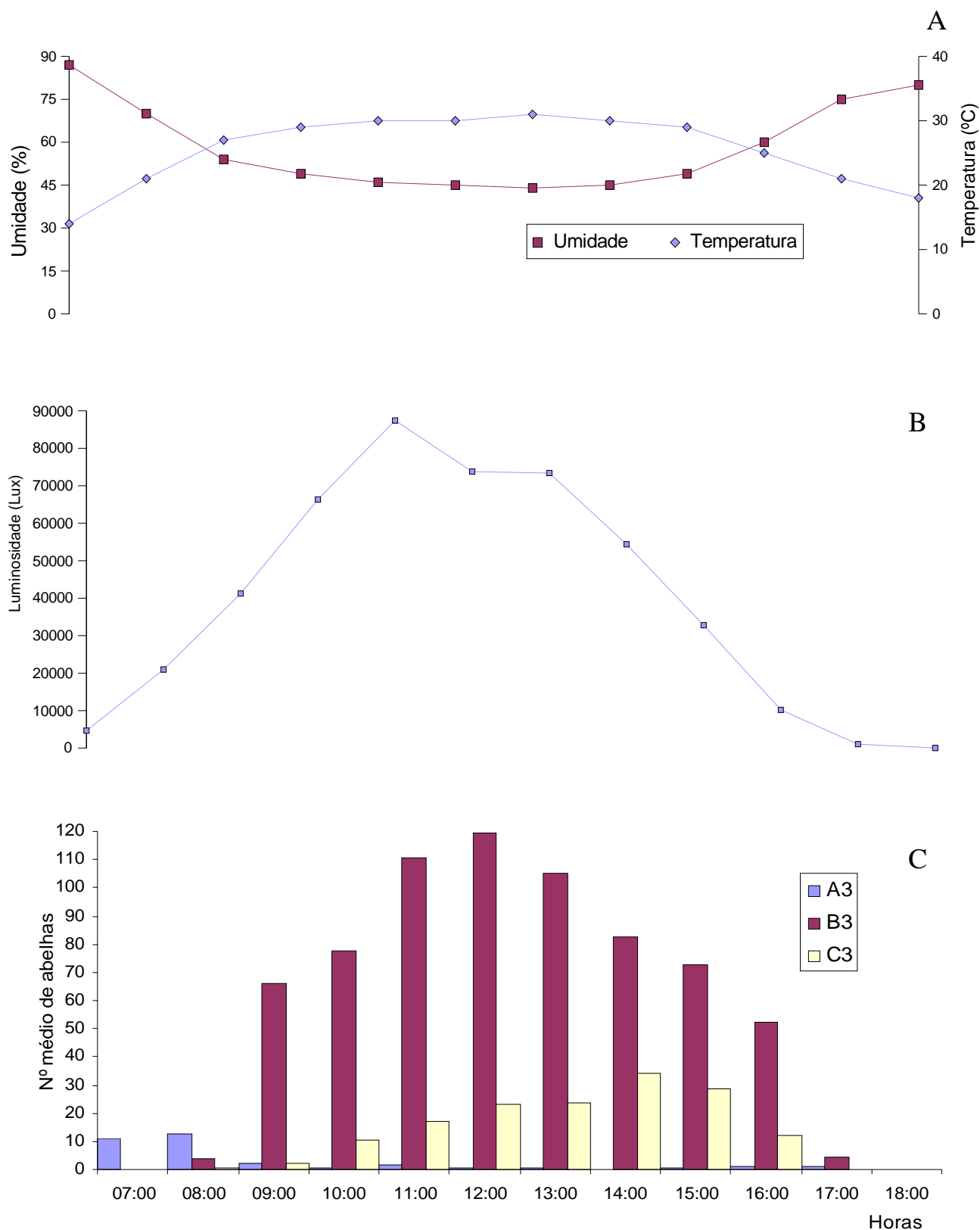


Figura 23 – (A) Variação da U% e temperatura, (B) variação da luminosidade e (C) número médio de abelhas das colônias A3 de *Melipona quadrifasciata*, B3 de *Nannotrigona testaceicornis* e C3 de *Frieseomelitta varia* durante às hora do dia no interior da casa de vegetação no mês de maio de 2008.

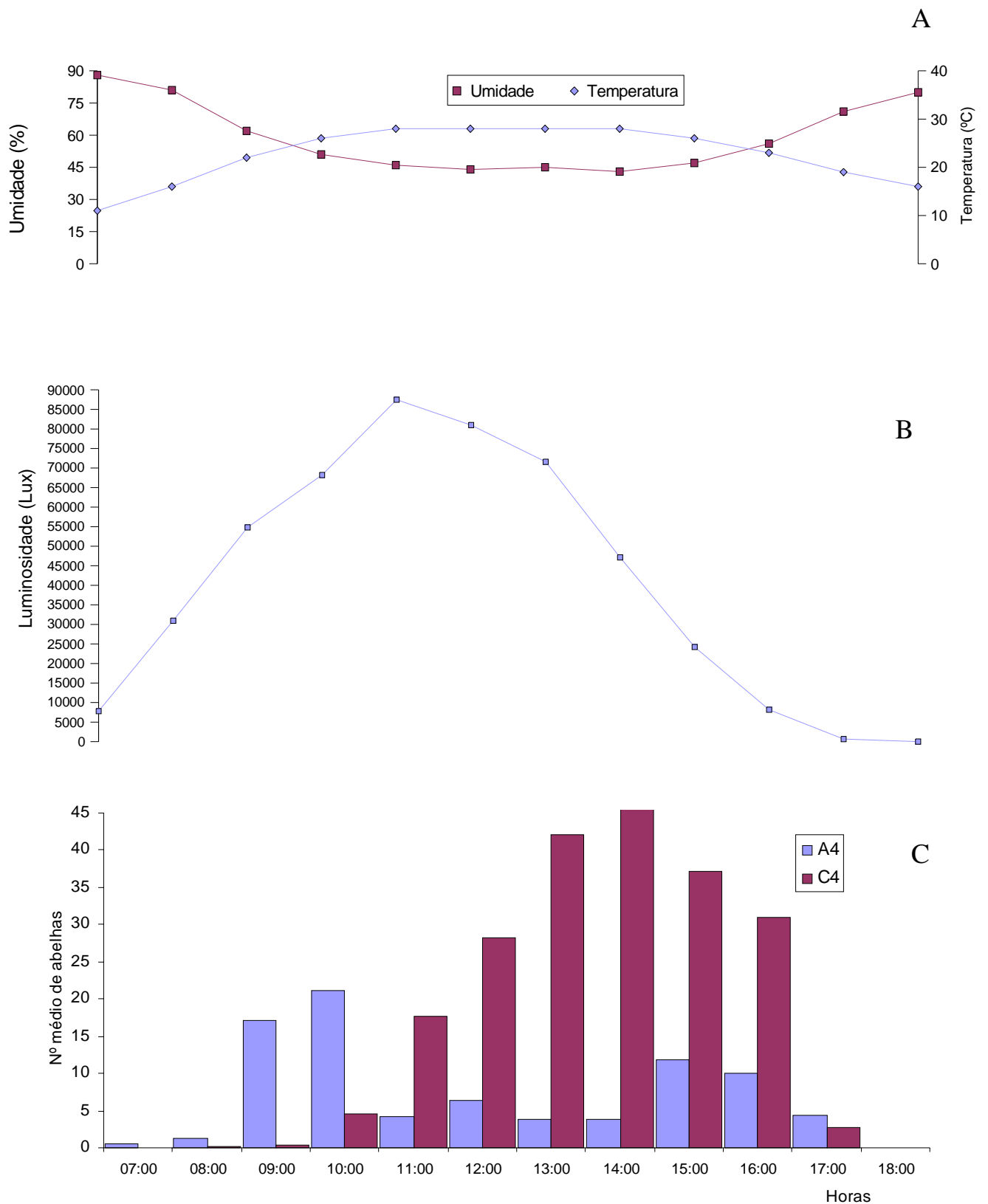


Figura 24 – (A) Variação da U% e temperatura, (B) variação da luminosidade e (C) número médio de abelhas das colônias A4 de *Melipona quadrifasciata* e C4 de *Frieseomelita varia* durante às hora do dia no interior da casa de vegetação no mês de julho de 2008.

## CONCLUSÕES

Em razão dos resultados obtidos no presente trabalho, podemos concluir:

- De uma maneira geral, as espécies de meliponíneos estudadas suportam as condições do ambiente protegido. Das seis espécies estudadas somente *Scaptotrigona xanthotricha* não forrageou no interior da casa de vegetação. *Partamona helleri*, embora tenha mostrado grande potencial para ser usada em casa de vegetação. Usualmente não é mantida em caixas racionais e não existe até o momento, técnicas que permita reproduzir as colônias artificialmente, por essa razão foi descartada na segunda fase do experimento.
- O início de atividade variou em relação ao horário e o mês, de realização do experimento, para as três espécies de meliponíneos selecionadas (*Melipona quadrifasciata*, *Nannotrigona testaceicornis* e *Frieseomelitta varia*).
- Fatores abióticos (temperatura, luminosidade e umidade relativa do ar) afetaram as atividades das três espécies de meliponíneos selecionadas.
- *Nannotrigona testaceicornis* e *Frieseomelitta varia* foram mais ativas no meio do dia e início da tarde, onde foram registradas temperaturas e luminosidades altas e baixa umidade relativa do ar. *Melipona quadrifasciata* apresentou maior atividade na parte da manhã.
- Algumas espécies foram generalistas (*Melipona quadrifasciata*, *Nannotrigona testaceicornis* e *Partamona helleri*), visitando diferentes tipos de flores. Outras foram mais seletivas (*Frieseomelitta varia* e *Tetragonisca angustula*), visitando flores de coroa-de-cristo.
- Durante o forrageamento coletam só em uma fonte de recursos e visitam várias flores num mesmo vôo, favorecendo a polinização.
- A utilização de abelhas sem ferrão na polinização de culturas, em ambiente protegido é recomendada, deve ser praticada e melhor estudada.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

ALVES, J.E. & FREITAS, B.M. Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidium guajava* L.). *Rev. Ciência Agron.*, 37 (2): 216 – 220, 2006.

AMANO, K.; NEMOTO, T.; HEARD, T.A. What are stingless bees and why and how to use them as crop pollinators? A review. *Jpn. Agric. Res. Q.* 34: 183 - 190, 2000.

ANTUNES, O.T.; CALVETE, E.O.; ROCHA, H.C.; NIENOW, A.A.; CECCHETTI, D.; RIVA, E.; MARAN, R.E. Produção de cultivares de morangueiro polinizadas pela abelha jataí em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, 25: 94 - 99, 2007.

AZEVEDO, G.G. *Atividade de vôo e determinação do número de instares larvais em Partamona helleri (Friese) (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae)*. MSc. Dissertation, Departamento de Biologia, UFV, Viçosa, 1997, 64 p.

BARTH, F.G.; HRNCIR, M.; JARAU, S. Signals and cues in the recruitment behavior of stingless bees (Meliponini). *J. Comp. Physiol. A*, 194: 313-327, 2008.

BRANDÃO FILHO, J.U.T.; CALLEGARI, O. Cultivo de hortaliças e de frutos em solo em ambiente protegido. *Informe Agropecuário*, 20: 64-68, 1999.

BROWN, J.C. & ALBRECHT, C. The effect of tropical deforestation on stingless bees of the genus *Melipona* (Insecta: Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in central Rondônia, Brazil. *Journal of Biogeography*, 28: 623 – 634, 2001.

BRUIJN, M. L.L. & SOMMEIJR, M.J. Colony foraging in different species of stingless bees (Apidae, Meliponinae) and the regulation of individual nectar foraging. *Insectes Sociaux*, 44: 35 - 47, 1997.

BUENO, V.H.P. Protected cultivation and research on biological control of pests in greenhouses in Brazil. *IOBC/WPRS Bulletin*, 22: 21-24, 1999.

CAMARGO, J.M.F. Comentários sobre a sistemática de Meliponinae (Hymenoptera,

Apidae). *Anais XIV Simp. Anual da ACIESP*, 68: 41 – 61, 1989.

CAMARGO, J.M.F. O grupo *Partamona* (*Partamona*) *testaceae* (Klug): suas espécies, distribuição e diferenciação geográfica (Meliponinae, Apidae, Hymenoptera). *Acta Amazonica*, 10: 7 – 143, 1980.

CAMARGO, J.M.F.; PEDRO, S.R.M. Meliponini Lepeletier, 1836, p. 272 – 578. In: J.S. MOURE; D. URBAN; G.A.R. MELO (Orgs.) *Catalogue of Bees (Hymenoptera: Apoidea) in the Neotropical Region*. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2007, 1058 p.

CAUICH, O.; QUEZADA-EUÁN, J.J.G.; MACIAS-MACIAS, J.O.; REYES-OREGEL, V.; MEDINA-PERALTA, S.; PARRA-TABLA, V. Behavior and pollination efficiency of *Nannotrigona perilampoides* (Hymenoptera: Meliponini) on greenhouse tomatoes (*Lycopersicon sculentum*) in subtropical México. *J. Econ. Entomol.*, 97 (2): 475-481, 2004.

CAUICH, O.; QUEZADA-EUÁN, J.J.G.; MELÉNDEZ-RAMÍREZ, V.; VALDOVINOS-NUNEZ, G.R.; MOO-VALLE, H. Pollination of habanero pepper (*Capsicum chinense*) and production in enclosures using the stingless bee *Nannotrigona perilampoides*. *J. Apic. Res.*, 45 (3): 125-130, 2006.

COUVILLON, M.J.; RATNIEKS, F.L.W. Odour transfer in stingless bee marmelada (*Frieseomelitta varia*) demonstrates that entrance guards use an “undesirable-absent” recognition system. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 62: 1099-1105, 2008.

CRANE, E.; WALKER, P. *Pollination directory for world crops*. London: International Bee Research Association, 183 p., 1984.

CRUZ, D.O. *Biologia floral e eficiência polinizadora das abelhas Apis mellifera L. (campo aberto) e Melipona quadrifasciata Lep. (ambiente protegido) na cultura da pimenta malaqueta (Capsicum frutescens L.) em Mimas Gerais, Brasil*. Tese de Doutorado – UFV – Viçosa, MG, 2008.

CRUZ, D.O. *Uso e eficiência da abelha jandaíra (Melipona subnitida Ducke) na polinização do pimentão (Capsicum annum L.) sob cultivo protegido*. Dissertação de Mestrado – UFC – Fortaleza, CE, 2003.

CUYPERS, J. Using honeybees for pollinating crops under glass. *Bee World*, 49: 72 – 76, 1968.

DAREZZO, J.R.; AGUIAR, R.L; AGUILERA, G.A.H.; ROZANE, D.E.; SILVA, D.J.H. Cultivo em ambiente protegido: Histórico, tecnologias e perspectivas, p. 1-7. In: R.L. AGUIAR; G.A.H. AGUILERA; D.E. ROZANE; D.J.H. SILVA (eds) *Cultivo em ambiente protegido: Histórico, tecnologias e perspectivas*. Viçosa: UFV/DFT, 2004.

DEL SARTO, M.C.L.; PERUQUETTI, R.C.; CAMPOS, L.A.O. Evaluation of the neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. *J. Econ. Entomol.* 98(2): 260 - 266, 2005.

DELLA VECCHIA, P.T.D.; KOCH, P.S. História e perspectivas da produção de hortaliças em ambiente protegido no Brasil. *Informe Agropecuário*, 20: 5-10, 1999.

DUTRA, J.C.S.; MACHADO, V.L.L. Entomofauna visitante de *Stenolobium stans* (Juss.)Seem (Bignoniaceae) durante seu período de floração. *Neotropical Entomology*, 30 (1): 43 – 53, 2001.

ELLIS, M.D.; JACKSON, G.S.; SKRDLA, W.H.; SPENCER, H.C. Use of honey bees for controlled interpollination of plant germoplasm collections *Hort. Science*, 16: 488 – 491, 1993.

FÁVERO, A.C.; NOGUEIRA-COUTO, R.H. Polinização entomófila em soja (*Glycine max* L. Var. FT2000). In: CONGRSSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13. FLORIANÓPOLIS. Anais... Florianópolis, 2000.

FIDALGO, A.O. & KLEINERT, A.M.P. Foraging behavior of *Melipona rufiventris* Lepeletier (Apinae, Meliponini) in Ubatuba, SP, Brazil. *Braz. J. Biol.*, 67 (1): 133 – 140, 2007.

FREE, J.B. *Insect pollination of crops*. 2 ed. London: Academic Press, 684p., 1993.

FREITAS, B..M. As abelhas e o aumento da produção agrícola. In: *Congresso Nordestino de Produção Animal. 1. Fortaleza*: SNPA, p. 385 – 389, 1998.

GARY, N.E. Diurnal variations in the intensity of flight activity from honeybee colonies. *J. Apic. Res.*, 6 (2): 65-68, 1967.

GRANDE, L.; MAGNO, L.J.; BERILDO, Q.M. The protected cultivation of vegetables in Uberlândia, Brazil. *Horticultura Brasileira*, 2: 241-244, 2003.

GUIBU, L.S.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Atividade externa de *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). *Ciên. e Cult.*, 36 supl. (7): 623, 1984.

HEARD, T.A. The role of stingless bees in crop pollination. *Annu. Rev. Entomol.*, 44: 183 – 206, 1999.

HEARD, T.A.; HENDRIKZ, J.K. Factors influencing flight activity of colonies of the stingless bee *Trigona carbonaria* (Hymenoptera, Apidae). *Aust. J. Zool.* 41: 343 – 353, 1993.

IWAMA, S. A influência de fatores climáticos na atividade externa de *Tetragonisca angustula* (Apidae, Meliponinae). *Bolm. Zool.*, 2: 189 – 201, 1977.

KAKUTANI, T.; INOUE, T.; TEZUKA, T.; MEATA, Y. Pollination of strawberry by the stingless bee *Trigona minangkabau*, and the honey bee, *Apis mellifera*: an experimental study of fertilization efficiency. *Rev. Popul. Ecol.*, 35: 95-111, 1993.

KAPYLÄ, M. Diurnal flight activity in a mixed population of Aculeata (Hymenoptera). *Ann. Ent. Fenn.*, 40 (2): 62 – 68, 1974.

KERR, W.E. Abelhas indígenas brasileiras (meliponíneos) na polinização e na produção de mel, pólen, geoprópolis e cera. *Informe Agropecuário. B.H.*, 13 (149): 15-22, 1986.

KERR, W.E. Communication among *Melipona* workers (Hymenoptera, Apidae). *J. Insect Behav.*, 7 (1): 123-128, 1994.

KERR, W.E.; CARVALHO, G.A.; NASCIMENTO, V.A. *Abelha Uruçu: Biologia, Manejo e Conservação*. Belo Horizonte: Acangaú, 144p., 1996.

KEVAN, P.G. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity

and diversity. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 7: 373 – 393, 1999.

KLEINERT-GIOVANNINI, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Flight activity and responses to climatic conditions of two subspecies of *Melipona marginata* Lepeletier (Apidae, Meliponinae). *J. Apic. Res.*, 25 (1): 3 – 8, 1986.

MACHADO, V.L.L.; GIANNOTI, E.; OLIVEIRA, R.M. de Entomofauna visitante de *Tetrapanax papyriferus* Koch (Araliaceae) durante seu período de floração. *Revta Brasil. Biol.*, 48 (3): 537 – 544, 1988.

MACIAS, M.J.O.; QUEZADA-EUAN, J.J.G.; PARRA-TABLA, V.; REYES, O.V. Comportamiento y eficiencia de polinización de las abejas sin aguijón (*Nannotrigona perilampoides*) en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*) bajo condiciones de invernadero en Yucatan, Mexico. In: *II Seminário Mexicano sobre abejas sin aguijón. Memories... Yucatan*, México, p. 119 - 124, 2001.

MAETA, Y.; TEZUKA, T.; NADANO, H.; SUZUKI, K. Utilization of the Brazilian stingless bee, *Nannotrigona testaceicornis*, as a pollinator of strawberries. *Honeybee Sci.*, 13: 71-78, 1992.

MALAGODI-BRAGA, K.S. *Estudo de agentes polinizadores em cultura de morango (Fragaria x ananassa Duchesne - Rosaceae)*. Tese de Doutorado - USP - São Paulo, 2002.

McGREGOR, S.E. *Insect pollination of cultivated crop plants*. USDA Agriculture Handbook. Nº 494, 411 p., 1976.

MELO, M.A. *Efeito de Apis mellifera Linnaeus, 1758 (Hymenoptera, Apidae) sobre a utilização de fontes de pólen por Melipona quadrifasciata Lepeletier, 1836 (Hymenoptera, Apidae) na região de Viçosa, MG*. Tese de Doutorado – UFV – Viçosa, 2004.

MICHENER, C.D. *The bees of the world*. John Hopkins University press: Baltimore-Maryland, 913 p., 2000.

MICHENER, C.D. *The social behavior of the bees. A comparative study*. Cambridge, The Belknap Press, 404 p., 1974.

NELSON, E.V.; JAY, S.C. Flight activity of honeybees in a flight and rearing room. II – The influence of constant and cycling temperatures. *J. Apic. Res.*, 7 (2): 71-76, 1968.

NIEUWSTAD, M.G.L. VAN & RUANO IRAHETA, C.E. Relation between size and foraging range in stingless bees (Apidae, Meliponinae). *Apidologie*, 27: 219 – 228, 1996.

NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1989.

NOGUEIRA-NETO, P. *A criação de abelhas indígenas sem ferrão*. São Paulo: Editora Tecnapis, 365 p., 1970.

NOGUEIRA-NETO, P. *Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão*. 2 ed. São Paulo: Editora Nogueirapis, 445p., 1997.

NOGUEIRA-NETO, P.; CARVALHO, A.; FILHO, H.A. Efeito da exclusão dos insetos polinizadores na produção do café Bourbon. *Bragantia*, 18 (29): 441 – 468, 1959.

PALLINI, A.; VENZON, M.; OLIVEIRA, H.G. de; FADINI, M.A.M. Manejo integrado de pragas em cultivos protegidos, p. 207-223. In: R.L. AGUIAR; G.A.H. AGUILERA; D.E. ROZANE; D.J.H. SILVA (eds) *Cultivo em ambiente protegido: Histórico, tecnologias e perspectivas*. Viçosa:UFV/DFT, 2004.

PALMA, G.; QUEZADA-EUÁN, J.J.G.; MELÉNDEZ-RAMIREZ, V.; IRIGOYEN, J.; VALDOVINOS-NUNEZ, G.R.; REJON, M. Comparative efficiency of *Nannotrigona perilampoides*, *Bombus impatiens* (Hymenoptera: Apoidea), and mechanical vibration on fruit production of enclosed habanero pepper. *J. Econ. Entomol.*, 101 (1): 132-138, 2008b.

PALMA, G.; QUEZADA-EUÁN, J.J.G.; REYES-OREGEL, V.; MELÉNDEZ, V.; MOO-VALLE, H. Production of greenhouse tomatoes (*Lycopersicon sculentum*) using *Nannotrigona perilampoides*, *Bombus impatiens* and mechanical vibration (Hymenoptera: Apoidea). *J. Appl. Entomol.*, 132: 79-85, 2008a.

PEREBOOM, Z. Recruitment and flight activity of *Melipona favosa*. *Pegone*, 2: 5 – 6, 1994.

PEREIRA, C.; MARCHI, G.; SILVA, E.C. *Produção de tomate-caqui em estufas*. Lavras:

ESAL, 26p., 2000.

PIERROT, L.M.; SCHLINDWEIN, C. Variation in daily flight activity and foraging patterns in colonies of uruçu *Melipona scutellaris* Latrille (Apidae, Meliponini). *Revta bras. Zool.*, 20 (4): 565 – 571, 2003.

RIBEIRO, A.M.F. *Polinização entomófila em cultivares híbridos de pepino (Cucumis sativus L.): pioneiro, safira e yoshinari, no campo e em estufa*. Tese de Doutorado – UNESP – Jaboticabal - São Paulo, 2004.

SANTOS, S.A.B.; ROSELINO, A.C.; BEGO, L.R. Pollination of cucumber *Cucumis sativus* L. (Cucurbitales: Cucurbitaceae), by the stingless bees *Scaptotrigona* aff. *depilis* Moure and *Nannotrigona testaceicornis* Lepeletier (Hymenoptera: Meliponini) in greenhouses. *Neotrop. Entomol.*, 37 (5): 506 – 512, 2008.

SCHMIDT, V.M.; ZUCCHI, R; BARTH, F.G. Scent marks left by *Nannotrigona testaceicornis* at the feeding site: cues rather than signals. *Apidologie*, 36: 285-291, 2005.

SIHAG, R.C. Pollination, pollinators & pollination modes: ecological & economic importance. In: Pollination of cultivated plants in the tropics. *FAO Agricultural Services Bulletin*, 118: 11 – 19, 1995.

SILVA, E.M.S.; FREITAS, B.M.; SILVA, L.A.; CRUZ, D.O.; BOMFIM, G.A. Biologia floral do pimentão (*Capsicum annum*) e a utilização da abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) como polinizador em cultivo protegido. *Rev. Ciênc. Agron.*, 36 (3): 386-390, 2005.

SILVEIRA, F.A.; MELO, G.A.; ALMEIDA, E.A.B. *Abelhas Brasileiras: Sistemática e identificação*. Belo Horizonte: Ministério do Meio Ambiente (PROBIO-PNUD) e Fundação Araucária, 2002, 253 p.

SLAA, E.J.; SANCHEZ CHAVES, L.A.; MALAGODI-BRAGA, K.S.; HOFSTEDE, F.E. Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives. *Apidologie*, 37: 293 - 315, 2006.

SLAA, E.J.; SANCHEZ, L.A.; SANDI, M.; SALAZAR, W. A scientific note on the use of stingless bees for commercial pollination in enclosures. *Apidologie*, 31: 141 – 142, 2000.

SOUZA, B.A.; CARVALHO, C.A.L.; ALVES, R.M.O. Flight activity of *Melipona asilvai* Moure (Hymenoptera: Apidae). *Braz. J. Biol.*, 66 (2B): 731 – 737, 2006.

TEIXEIRA, L.V. & CAMPOS, F.N.M. Início da atividade de vôo em abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae): influência do tamanho da abelha e da temperatura ambiente. *Rev. Bras. Zootecias*, 7 (2): 195 – 202, 2005.

VELTHUIS, H.H.W. The historical background of the domestication of the bumblebee, *Bombus terrestris*, and its introduction in agriculture, p. 177-184. In: P.G. KEVAN & V.L. IMPERATRIZ-FONSECA (eds) *Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature*. Ministério do Meio Ambiente, 2002.

VIANELLO, R. L. & ALVES, A.R. *Meteorologia básica e aplicações*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 1991.

WILLIAMS, I.H.; CORBET, S.A.; OSBORNE, J.L. Beekeeping, wild bees and pollination in the European Community. *Bee World*, 72: 170-180, 1991.

ZOLNIER, S. Construção do ambiente protegido, p. 175-205. In: R.L. AGUIAR; G.A.H. AGUILERA; D.E. ROZANE; D.J.H. SILVA (eds) *Cultivo em ambiente protegido: Histórico, tecnologias e perspectivas*. Viçosa: UFV/DFT, 2004

